CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA INDUSTRIAL

Ingeniería en Desarrollo de Software

Aseguramiento de la calidad en Software

FEBRERO – JULIO 2023

Herramientas de la calidad

Grado y grupo: 8P

Fecha de entrega: 15/02/2022

Nombre del docente:
Rosa María Santana Vázquez

Equipo:
Carlo Pinedo Suárez - 19310163

Contenido

Propuesta

La idea es ser un proyecto cuyo impacto social está enfocado en el área médica, más específicamente a pacientes que se encuentran en cama, con un sensor de frecuencia cardiaca estarán monitoreando algunas características que se obtienen a través de esta medición, frecuencia como su nombre lo dice, si hay algún tipo de taquicardia también lo informaría o en su determinado defecto que el corazón deje de latir, etc.

Dichas características se estarían enviando constantemente actualizadas a un sistema ya sea web o móvil para que la persona que está cuidando del paciente este segura de lo que está pasando en todo momento, si llegara a ocurrir algo fuera de lo normal se enviaría una notificación de informe.

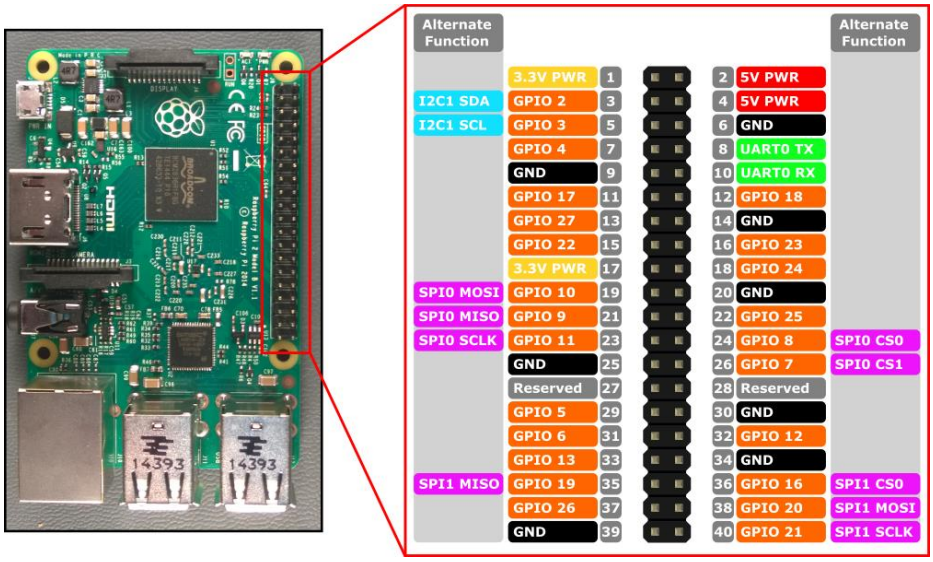
El servicio en la nube utilizado será Azure.

Materiales

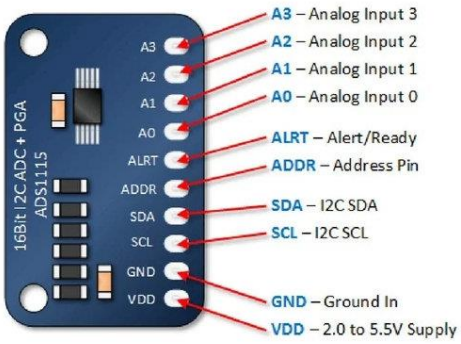
Componente	**Cantidad**
Raspberry pi 3	1
Sensor de frecuencia cardiaca Arduino	1
ADC 1115	1
OPAM 741	1
Resistencia 10k	1
Resistencia 4.7k	1
Capacitor 10uf	1
Caimanes	4 aprox
Cables dupont	15 aprox
Cable para proto	2mt aprox
Protoboard	1
Fuente de voltaje de +/-10v	1
Osciloscopio(opcional)	1
Laptop para trabajar en el Código	1

Diagramas de conexión

Raspberrry 3 pinout



ADC1115

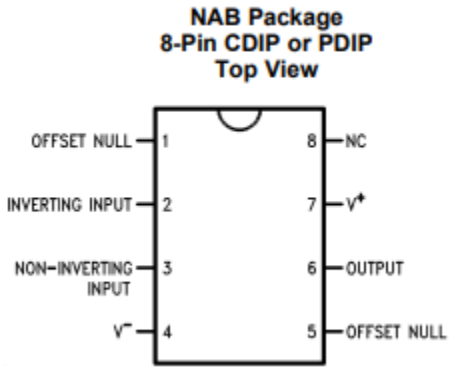


Sensor de frecuencia cardiaca

El cable negro del sensor representa la Tierra, el cable rojo el voltaje de alimentación lleva de 3v a 5v el cable rosado es el que hable que entrega los datos, en realidad no importa mucho el color sino el orden, ya que puedes comprar un sensor que tenga colores distintos sin embargo el orden siempre será el mismo.

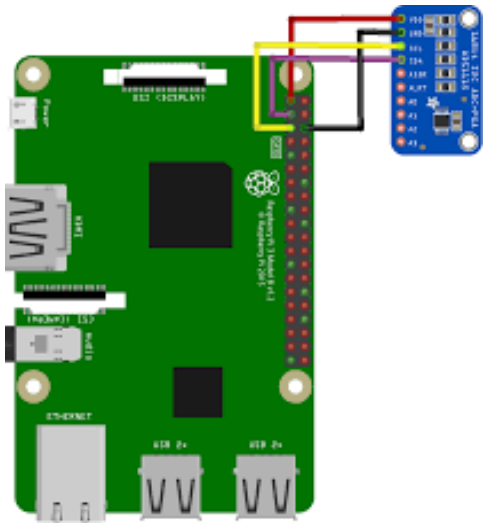
OPAM 741

La señal que nos entregue el sensor de frecuencia cardíaca es muy pequeña para esto es necesario amplificarla y esto se hará con el amplificador operacional 741, más adelante esperemos o conexión. Evidentemente para que este pueda funcionar es necesario alimentarlo con un voltaje de +/- 10v.



Conexión entre el adc y la raspberry

La conexión aquí no es muy complicada sólo hay que fijarse en dónde están los pines de I2C en la raspberry, el adc usa un voltaje de 3.3v entonces perfectamente podemos conectarlo a la salida de voltaje de la tarjeta.

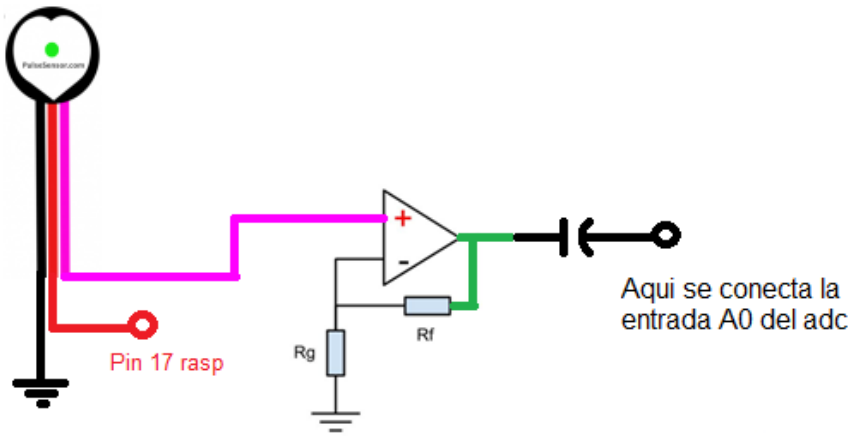


Conexión del sensor y el amplificador operacional 741

La configuración del 741 será de amplificador no inversor, esto porque únicamente queremos que la señal del sensor se haga más grande para que el adc pueda leerla, el capacitor que vemos ahí conectado es el de 10uf que vemos en la lista de materiales, la idea de ese es evitar cualquier tipo de offset causado por una corriente directa no deseada.

$Rf = 10k\Omega$

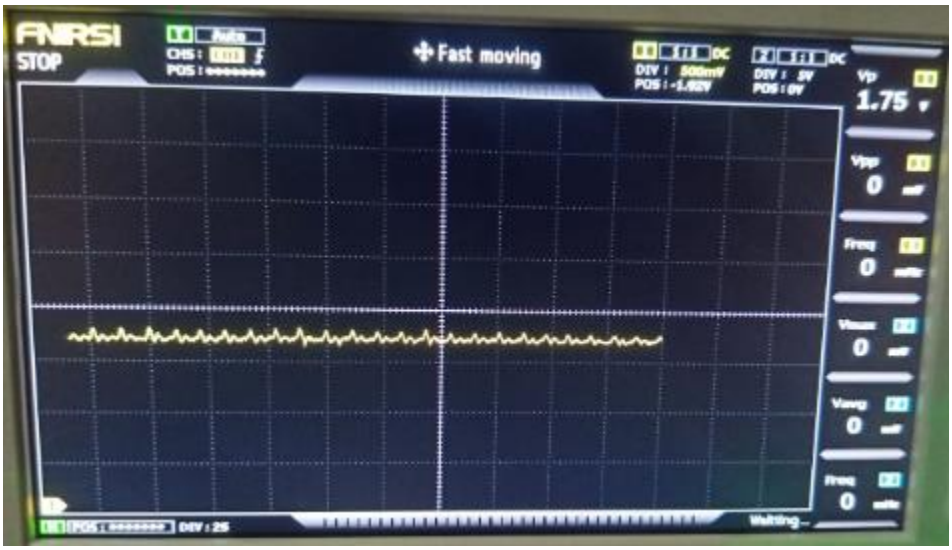
$Rg = 4.7k\Omega$



Desarrollo

Ajustando la señal del sensor

La señal que nos da el sensor por sí solo es muy débil como vemos en la siguiente imagen, y por sí sola no es suficiente para que nuestro adc la detecte.



Es por eso que es necesario amplificarla, yo utilicé el amplificador operacional 741, Que como vemos en el diagrama tiene 2 resistencias que nos ayudarán a obtener la amplificación, la ecuación utilizada es la siguiente dónde S es la salida y E es la señal de entrada, lo que vemos dentro de los paréntesis es básicamente la ganancia:

$$S = E(1 + \frac{R_f}{R_g})$$

Una vez amplificada a la señal, obtuve lo siguiente y como vemos ha crecido en voltaje y con esto es suficiente para el adc.

Configurando la raspberry

En este punto ya es factible empezar a realizar las configuraciones la raspberry, es importante aclarar que yo estoy programando la tarjeta a través del ssh de la laptop con un cable, previamente tuve que activar el ssh de la raspberry y configurar el Wi-Fi.

Antes de poder conectar el ADC con el que obtendremos la señal del sensor es necesario activar el I2C de nuestra tarjeta.

Para esto ejecutamos el siguiente comando en la consola, obviamente de la tarjeta.

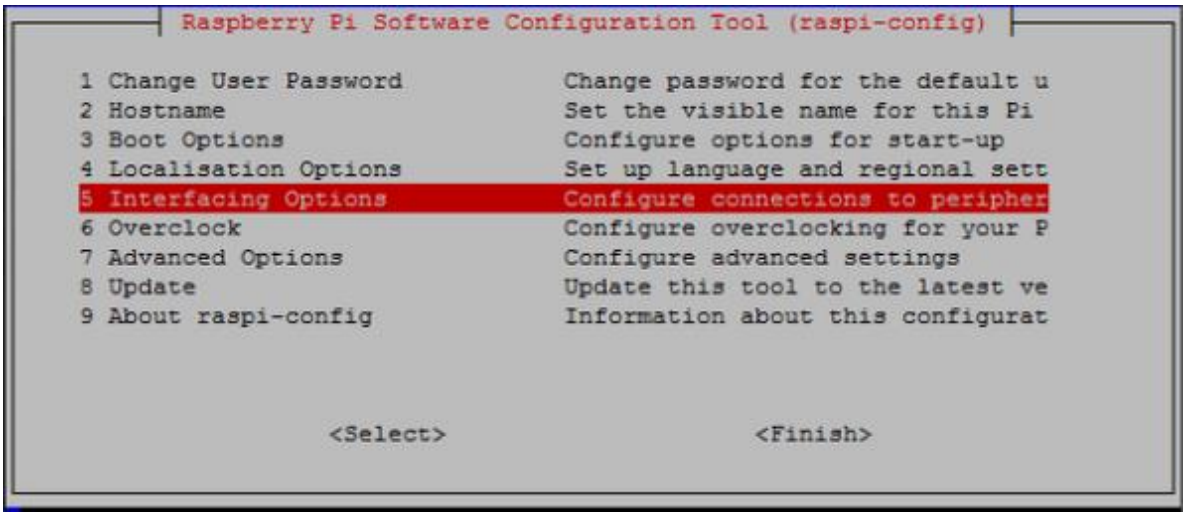
```
sudo apt-get install -y python-smbus
```

```
sudo apt-get install -y i2c-tools
```

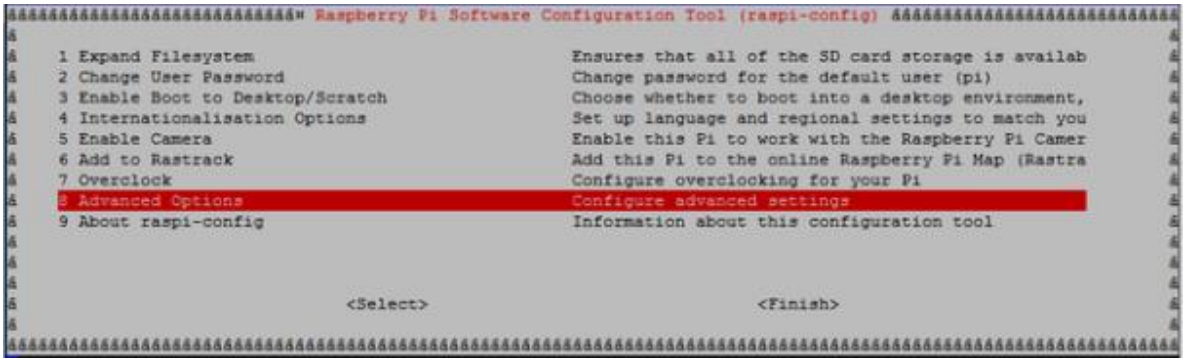
Una vez instalados los paquetes ejecutamos el siguiente comando

```
sudo raspi-config
```

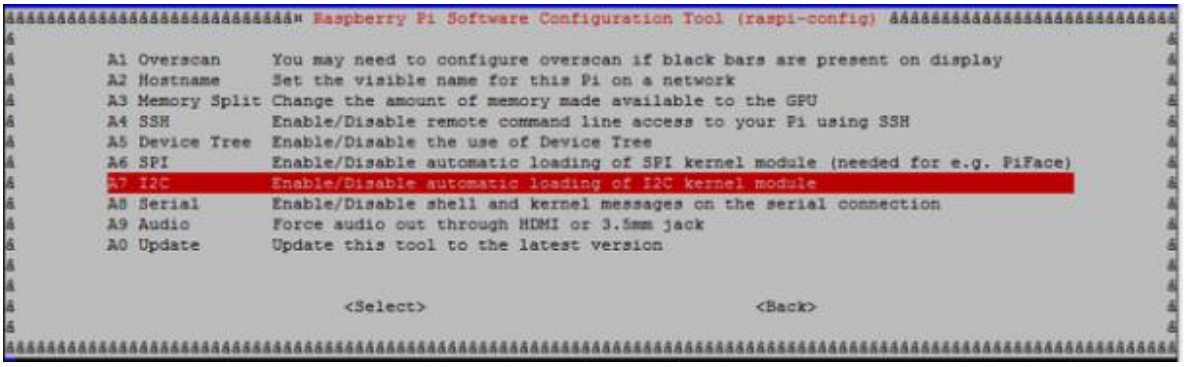
Y nos saldrá una pantalla como la siguiente, debemos ir a opciones de interfaz:



Luego vamos a opciones avanzadas.



Elegimos I2C y lo habilitamos.



Ejecutamos y con esto podemos proceder a lo siguiente

```
sudo reboot
```

Ahora sí, para poder utilizar el ADC1115 es necesario instalar las librerías esto se hace con los siguientes comandos los cuales insertaremos en la consola de la raspberry.

```
sudo apt-get update sudo apt-get install build-essential python-dev
python-smbus git cd ~ git clone
https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_ADS1x15.git cd
Adafruit_Python_ADS1x15 sudo python setup.py install
```

También instalaremos el índice de paquetes de Python.

```
sudo apt-get update sudo apt-get install build-essential python-dev
python-smbus python-pip sudo pip install adafruit-ads1x15
```

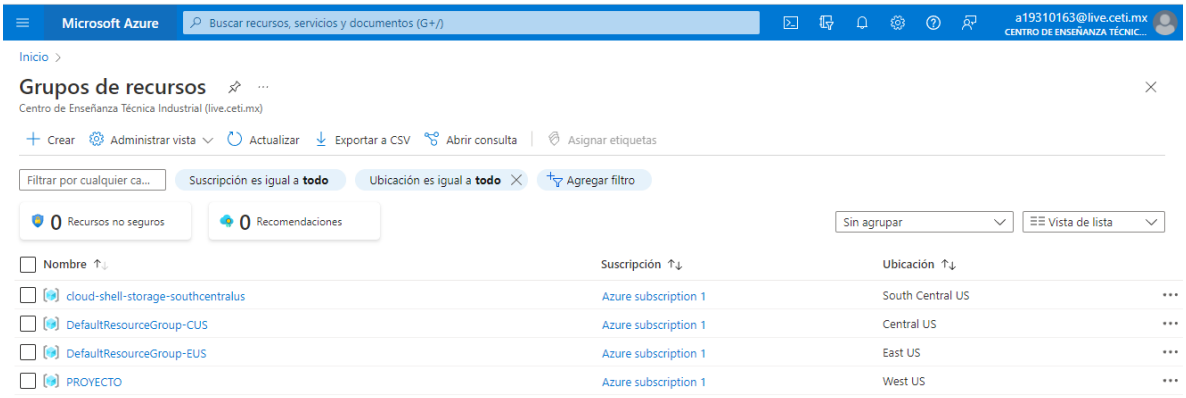
Hasta aquí ya deberíamos tener todo listo para poder recibir la señal de nuestro sensor en la raspberry y poder leer los datos que más adelante eran enviados a nuestro servicio de iot.

Configurando Azure

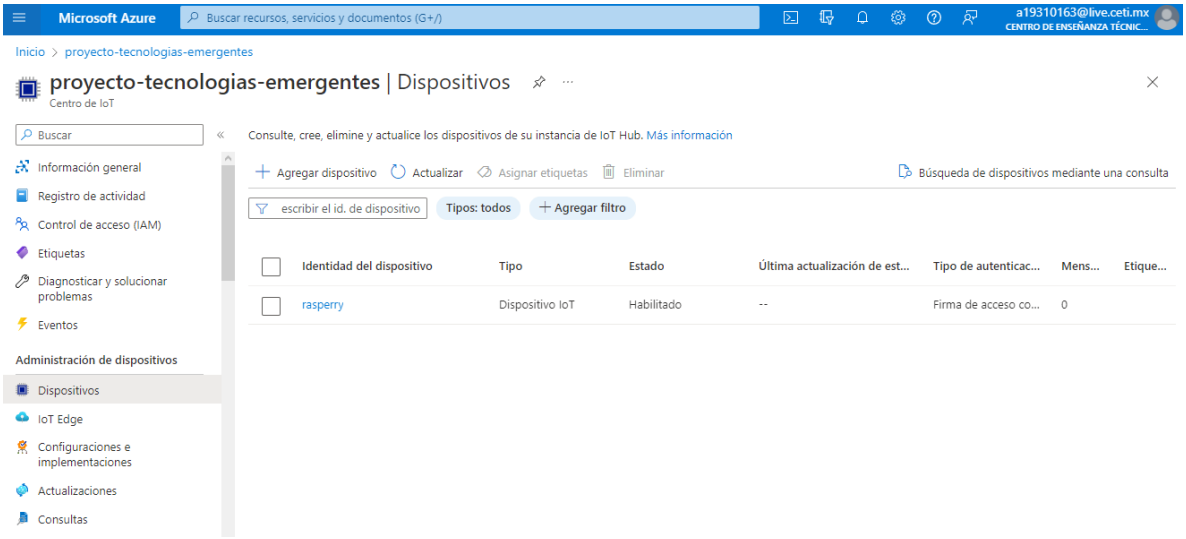
Una vez que se tiene una cuenta, es necesario crear un grupo de recursos, este no servirá para guardar en grupos los recursos que vamos a utilizar.

Al querer utilizar un nuevo recurso nos pedirá que seleccionemos un grupo y una vez seleccionado se podrá transmitir información entre recursos que estén en el mismo grupo.

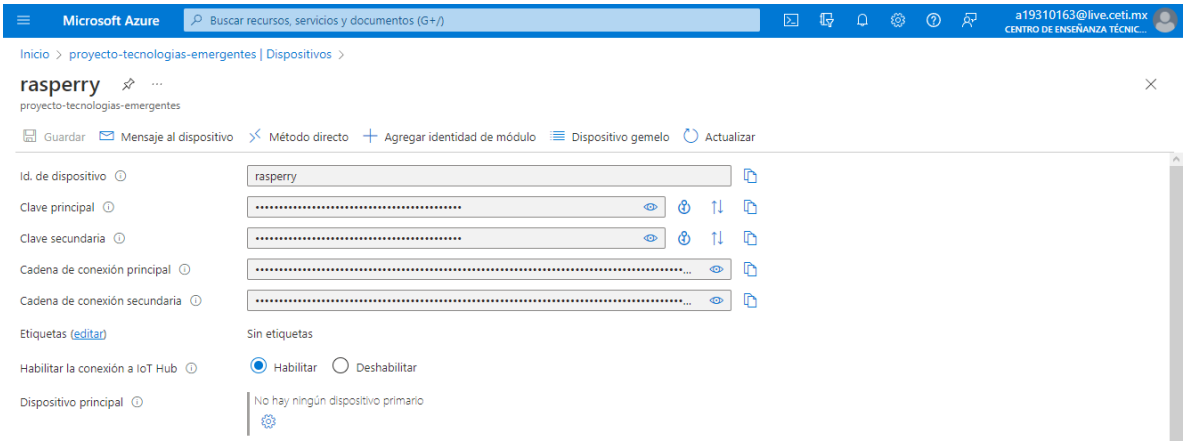
En mi caso el grupo utilizado se llama PROYECTO.



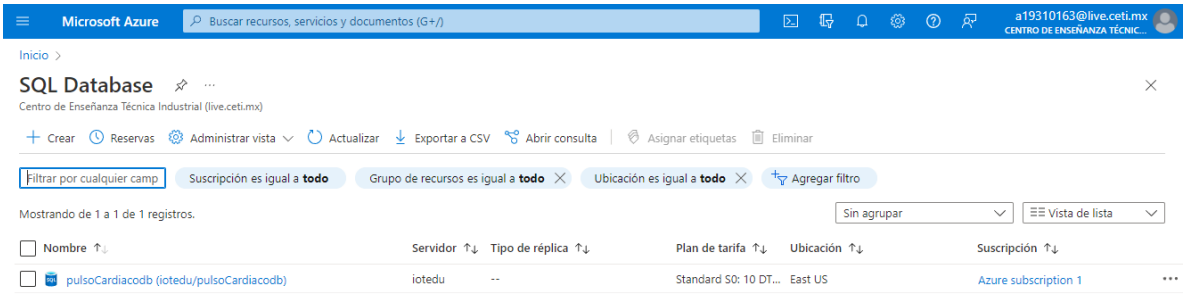
Lo que sigue es crear un centro de iot, este tendrá como finalidad darnos la capacidad de conectar nuestra raspberry con los servicios de Asure, básicamente aquí creamos un nuevo dispositivo que contendrá información de conexión para nuestra tarjeta.



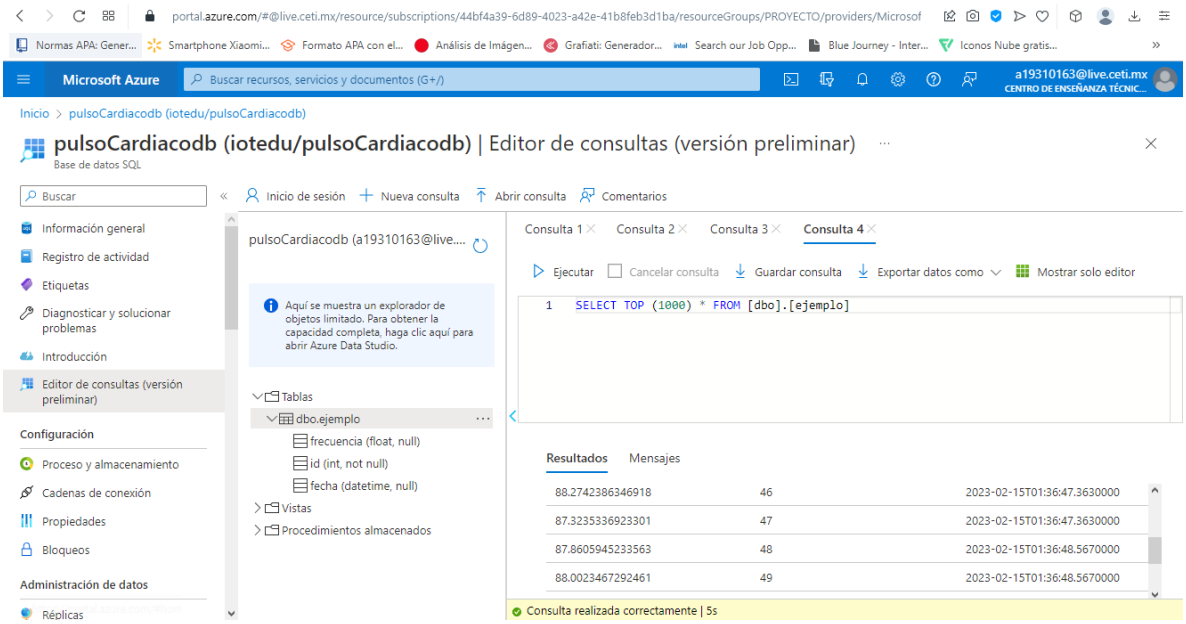
Parte de la información que vemos en la siguiente imagen deberemos copiarla en nuestro código de la raspberry.



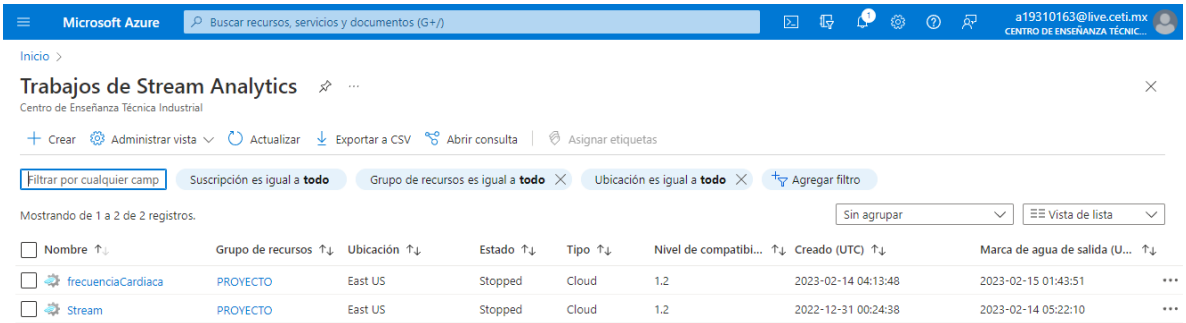
Después hay que crear la base de datos donde se almacenarán los datos que nos envíe la raspberry el sensor.



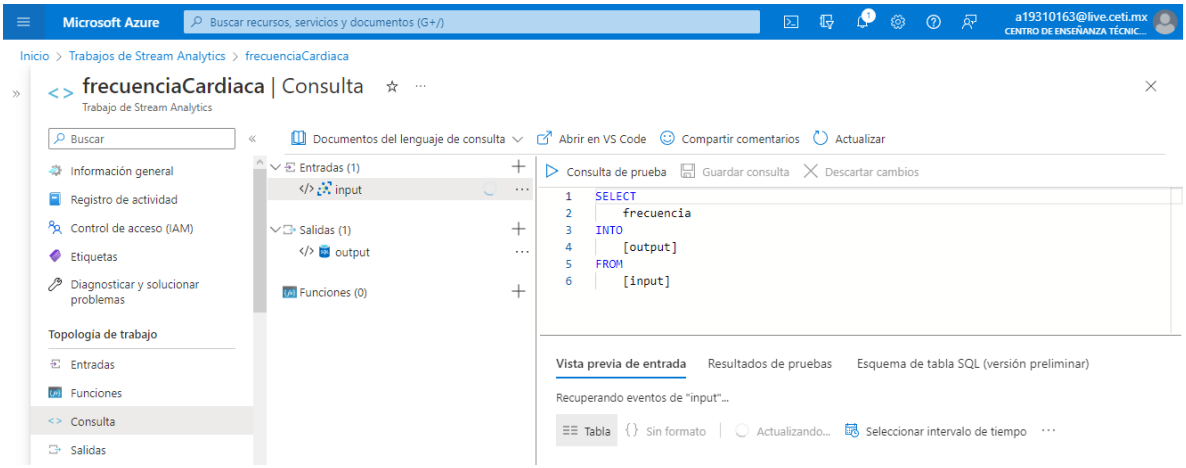
Como podemos ver en la imagen yo creé una tabla con 3 columnas id, frecuencia y fecha que me servirán más adelante mi sistema.



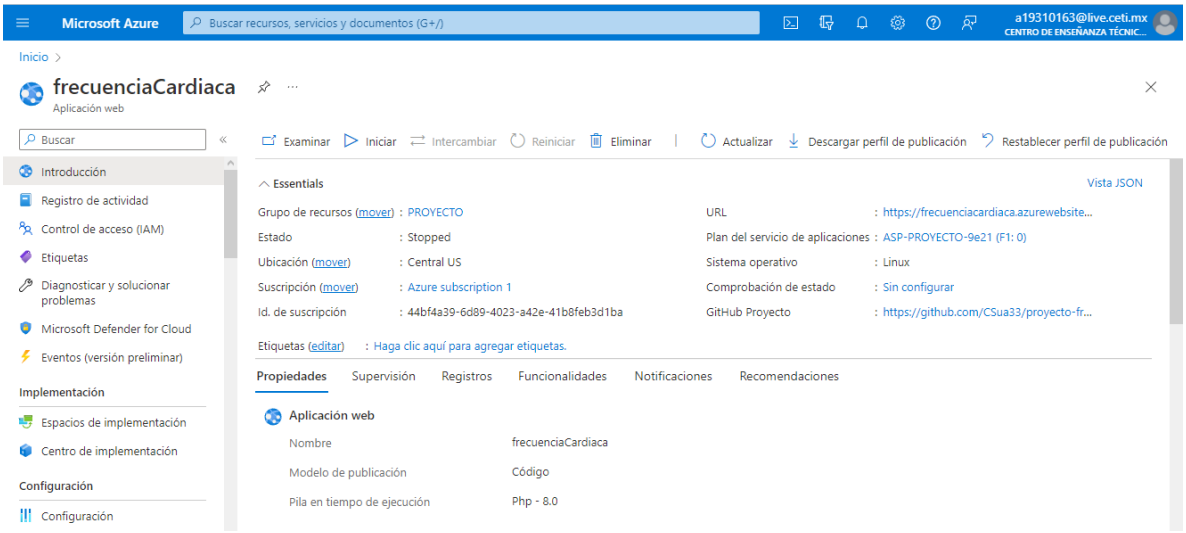
Para poder enviar los datos de nuestra raspberry a nuestra base de datos en tiempo real es necesario el recurso de stream, este lo que hará será constantemente recibir los datos que envíe la tarjeta y enviarlos a nuestra base de datos.



En la siguiente imagen podemos ver que tengo un input y un output, el input son los datos que vienen de la raspberry y el output, la consulta que se hace para enviar los datos a la base de datos.



Finalmente esto yo lo hice por probar el servicio de hosting de una página web de Azure, utilice el servicio llamado aplicación web para poder hostear mi sistema, lo interesante de este servicio es que puedes subir tu página desde GITHUB.



Código raspberry

Una vez que ya tenemos todas las configuraciones necesarias podemos proceder a programar y el primer código que voy a mostrar es el de la raspberry.

Lo primero que vamos a ver en este código es que estoy importando unas librerías las más importantes son las del adc y la de azure, La primera librería que menciono nos da las herramientas para poder convertir de manera fácil la señal analógica entregada por el sensor a una señal digital que la raspberry pueda leer y la segunda librería nos da las funciones necesarias para poder enviar datos a azure.

Todo lo demás viene bastante explicado y la idea es simplemente darle un valor de BPM a la señal analógica que leemos para luego enviarla a nuestro servicio de iot.

```
import time
# Import the ADS1x15 module.
import Adafruit_ADS1x15
from azure.iot.device import IoTHubDeviceClient, Message

# az iot hub device-identity show-connection-string --hub-name
{YourIoTHubName} --device-id MyNodeDevice --output table
CONNECTION_STRING = "HostName=proyecto-tecnologias-emergentes.azure-
devices.net;DeviceId=rasperry;SharedAccessKey=e0Fj6comkvgNp3JBRG1P7+csUB8i/i
Um18HYfEt7oeU="

# Define the JSON message to send to IoT Hub.
MSG_TXT = '{{"frecuencia": {frecuencia}}}'

#Choose a gain of 1 for reading voltages from 0 to 4.09V.
# Or pick a different gain to change the range of voltages that are read:
#  - 2/3 = +/-6.144V
#  -   1 = +/-4.096V
#  -   2 = +/-2.048V
#  -   4 = +/-1.024V
#  -   8 = +/-0.512V
#  -  16 = +/-0.256V
# See table 3 in the ADS1015/ADS1115 datasheet for more info on gain.

if __name__ == '__main__':

    client =
IoTHubDeviceClient.create_from_connection_string(CONNECTION_STRING)
    print ( "IoT Hub device sending periodic messages, press Ctrl-C to exit"
)
    adc = Adafruit_ADS1x15.ADS1115()
    # initialization
    GAIN = 8
```

```
    curState = 0
    thresh = 525  # mid point in the waveform
    P = 512
    T = 512
    stateChanged = 0
    sampleCounter = 0
    lastBeatTime = 0
    firstBeat = True
    secondBeat = False
    Pulse = False
    IBI = 600
    rate = [0]*10
    amp = 100

    lastTime = int(time.time()*1000)

    # Main loop. use Ctrl-c to stop the code
    while True:
        # read from the ADC
        Signal = adc.read_adc(0, gain=GAIN)   #TODO: Select the correct ADC
channel. I have selected A0 here
        curTime = int(time.time()*1000)

        sampleCounter += curTime - lastTime;      #                  # keep
track of the time in mS with this variable
        lastTime = curTime
        N = sampleCounter - lastBeatTime;     #  # monitor the time since
the last beat to avoid noise
        #print N, Signal, curTime, sampleCounter, lastBeatTime

        ##  find the peak and trough of the pulse wave
        if Signal < thresh and N > (IBI/5.0)*3.0 :  #       # avoid
dichrotic noise by waiting 3/5 of last IBI
            if Signal < T :                        # T is the trough
              T = Signal;                         # keep track of lowest
point in pulse wave

        if Signal > thresh and  Signal > P:           # thresh condition
helps avoid noise
            P = Signal;                              # P is the peak
                                                  # keep track of highest
point in pulse wave

          #  NOW IT'S TIME TO LOOK FOR THE HEART BEAT
          # signal surges up in value every time there is a pulse
```

```
        if N > 250 :                                   # avoid high
frequency noise
            if  (Signal > thresh) and  (Pulse == False) and  (N >
(IBI/5.0)*3.0)  :
              Pulse = True;                               # set the Pulse
flag when we think there is a pulse
              IBI = sampleCounter - lastBeatTime;         # measure time
between beats in mS
              lastBeatTime = sampleCounter;               # keep track of
time for next pulse

              if secondBeat :                        # if this is the second
beat, if secondBeat == TRUE
                secondBeat = False;                  # clear secondBeat flag
                for i in range(0,10):             # seed the running total
to get a realisitic BPM at startup
                  rate[i] = IBI;


              if firstBeat :                        # if it's the first time
we found a beat, if firstBeat == TRUE
                firstBeat = False;                   # clear firstBeat flag
                secondBeat = True;                   # set the second beat
flag
                continue                              # IBI value is
unreliable so discard it


              # keep a running total of the last 10 IBI values
              runningTotal = 0;                   # clear the runningTotal
variable

              for i in range(0,9):                # shift data in the rate
array
                rate[i] = rate[i+1];                  # and drop the oldest
IBI value
                runningTotal += rate[i];              # add up the 9 oldest
IBI values

              rate[9] = IBI;                          # add the latest IBI
to the rate array
              runningTotal += rate[9];                # add the latest IBI
to runningTotal
              runningTotal /= 10;                     # average the last 10
IBI values
```

```
            BPM = 60000/runningTotal;               # how many beats can
fit into a minute? that's BPM!
            #Here is the part that i will use to send data
            frecuencia=BPM
            msg_txt_formatted = MSG_TXT.format(frecuencia=frecuencia)
            message = Message(msg_txt_formatted)
            print(type(frecuencia))
            print( "Sending message: {}".format(message) )
            client.send_message(message)
            print ( "Message successfully sent" )
            print ('BPM: {}'.format(BPM))

        if Signal < thresh and Pulse == True :   # when the values are going
down, the beat is over
            Pulse = False;                          # reset the Pulse flag so
we can do it again
            amp = P - T;                            # get amplitude of the
pulse wave
            thresh = amp/2 + T;                     # set thresh at 50% of
the amplitude
            P = thresh;                             # reset these for next
time
            T = thresh;

        if N > 2500 :                           # if 2.5 seconds go by
without a beat
            thresh = 512;                           # set thresh default

        if N > 2500 :                           # if 2.5 seconds go by
without a beat
            thresh = 512;                           # set thresh default
            P = 512;                                # set P default
            T = 512;                                # set T default
            lastBeatTime = sampleCounter;           # bring the lastBeatTime
up to date
            firstBeat = True;                       # set these to avoid
noise
            secondBeat = False;                     # when we get the
heartbeat back
            print ("no beats found")

        time.sleep(0.005)
```

Código php

En esta parte no voy a mostrar todo el código porque si no me quedaría un documento bastante grande y poco entendible pero sí voy a mostrar cómo hago la conexión a la base de datos de azure que es de las partes relevantes del proyecto.

Para esto azure nos permite hacer la conexión en distintos lenguajes, yo estoy utilizando php, y básicamente lo que tenemos es una variable que nos guarda el string con los datos necesarios para la conexión, ahí yo lo único que tuve que modificar es qué base de datos está utilizando y los datos para acceder a dicha base de datos como usuario y contraseña.

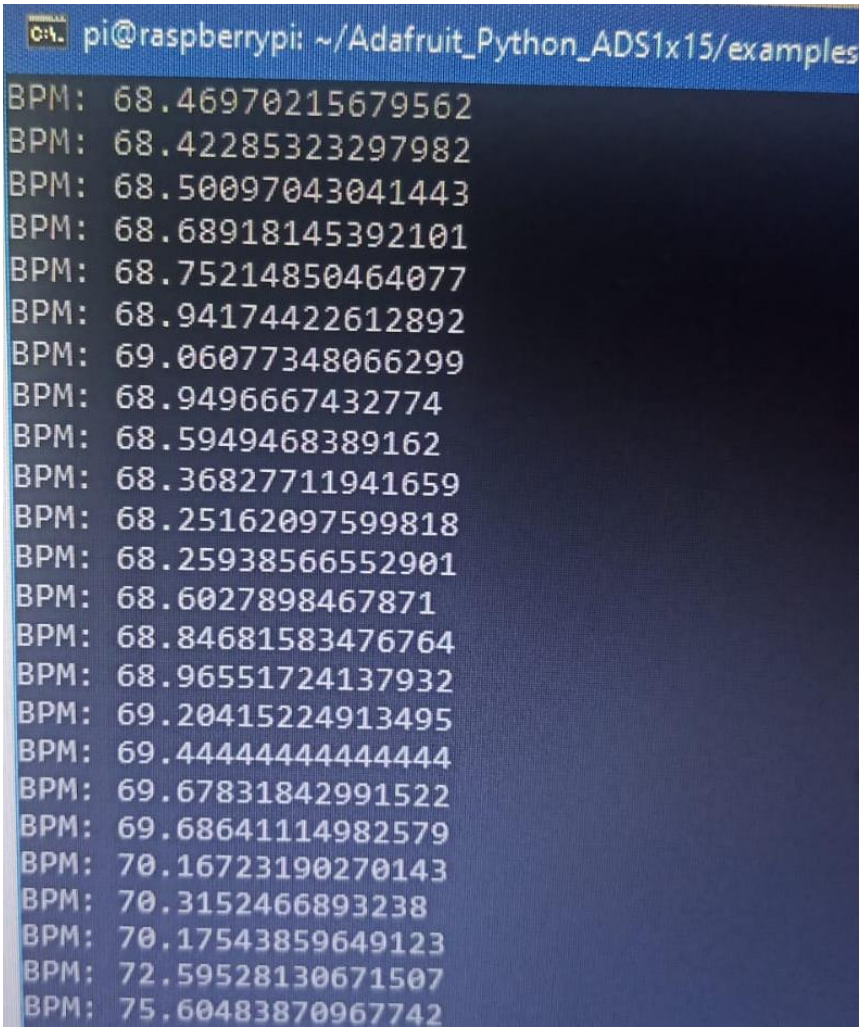
una vez que la conexión se hizo correctamente ya puedo hacer mis consultas como vemos en la variable llamada $tsql.

```php
<?php
// PHP Data Objects(PDO) Sample Code:
try {
    $conn = new PDO("sqlsrv:server = tcp:iotedu.database.windows.net,1433;
Database = pulsoCardiacodb", "CloudSA1ce0f26e", "{contraseña}");
    $conn->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
}
catch (PDOException $e) {
    print("Error connecting to SQL Server.");
    die(print_r($e));
}

// SQL Server Extension Sample Code:
$connectionInfo = array("UID" => "CloudSA1ce0f26e", "pwd" => "{Cafu2025.}",
"Database" => "pulsoCardiacodb", "LoginTimeout" => 30, "Encrypt" => 1,
"TrustServerCertificate" => 0);
$serverName = "tcp:iotedu.database.windows.net,1433";
$conn = sqlsrv_connect($serverName, $connectionInfo);
//echo "Hola mundo";
//echo "<br>";
     //echo "Connection was established";
     //echo "<br>";

    $tsql = "SELECT TOP 1 frecuencia FROM [dbo].[ejemplo] ORDER BY id DESC";
    $stmt = sqlsrv_query($conn, $tsql);
    if ($stmt === false) {
        echo "Error in query execution";
        echo "<br>";
        die(print_r(sqlsrv_errors(), true));
    }
    $row = sqlsrv_fetch_array($stmt, SQLSRV_FETCH_ASSOC);
       $data = $row['frecuencia'];?>
```

Resultados

Señal obtenida del sensor

Señal medida en la raspberry



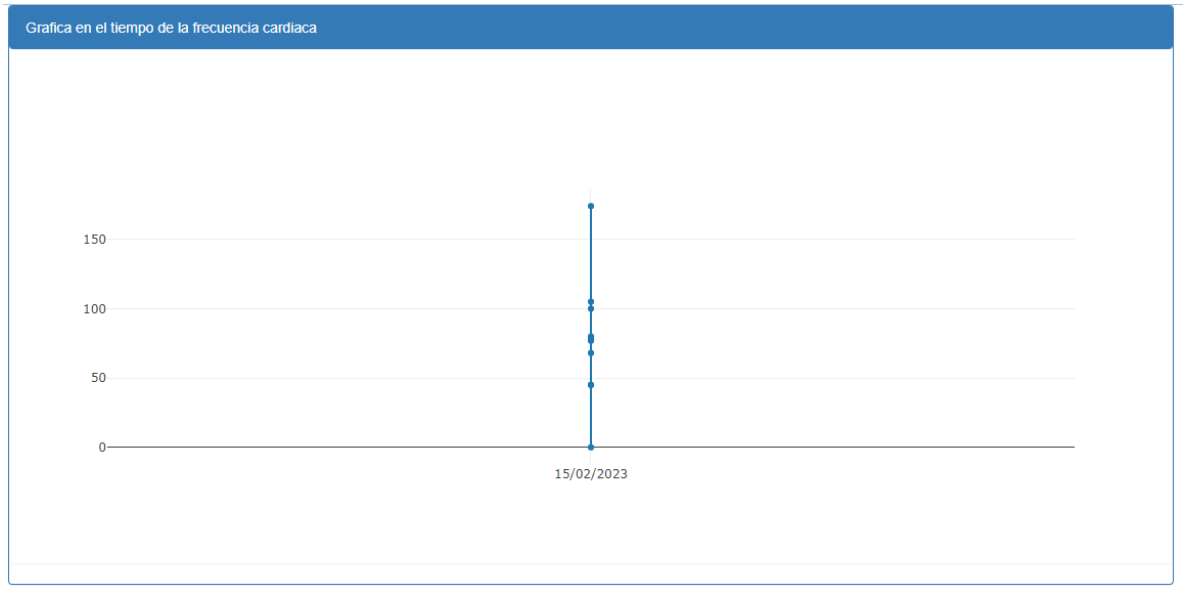
Imágenes obtenidas de la página web

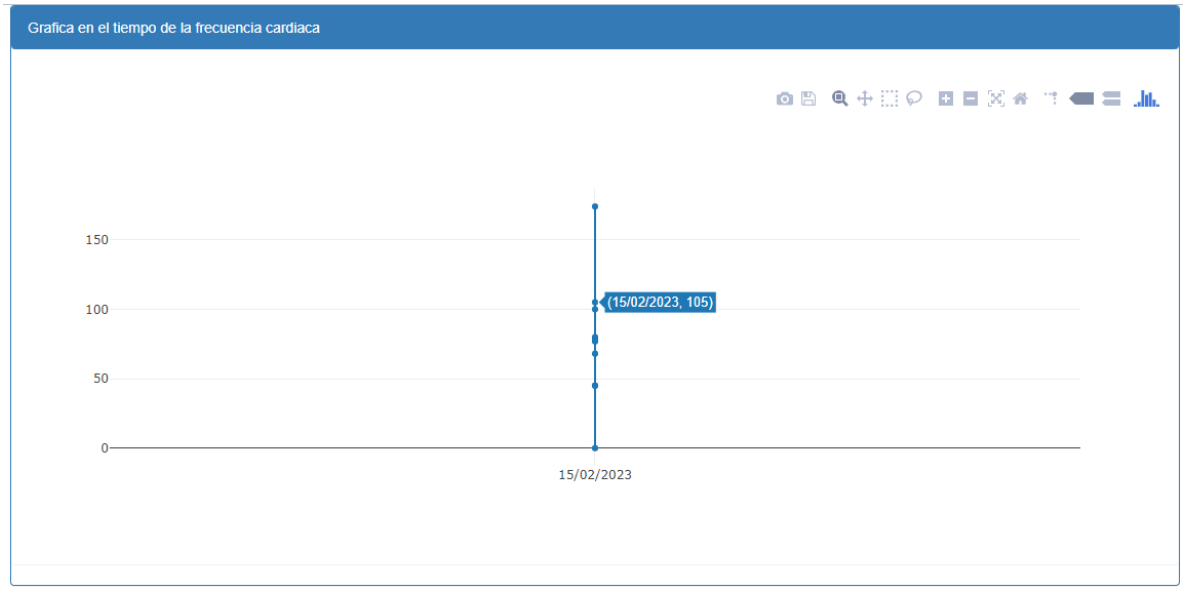
Paciente estable

Alerta: PELIGRO

Alerta: taquicardia

Alerta: bradicardia


Grafica en el tiempo de la frecuencia cardiaca
150
100
50
0
15/02/2023


Grafica en el tiempo de la frecuencia cardiaca
150
100
50
0
(15/02/2023, 105)
15/02/2023

Alertas enviadas