

Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca

Proposal for the integration of a Remote Monitoring laboratory using Raspberry Pi through a radio link with Ubiquiti antennas in the Department of Electronics of the Technological Institute of Oaxaca

SILVA-CRUZ, Eric Mario †*, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis

Instituto Tecnológico de Oaxaca/ Tecnológico Nacional de México

ID 1^{er} Autor: *Eric Mario, Silva-Cruz* / ORC ID: 0000-0002-0496-9682, CVU CONACYT ID: 206891

ID 1^{er} Coautor: *Roberto Tamar, Castellanos-Baltazar* / ORC ID: 0000-0002-4378-7531

ID 2^{do} Coautor: *Ariel Ysai, Sosa-Torres* / ORC ID: 0000-0002-3733-0711

ID 3^{er} Coautor: *Alexis, Caballero-Santiago* / ORC ID: 0000-0002-4393-9988

DOI: 10.35429/JOCT.2020.14.4.11.16

Recibido 22 de Septiembre, 2020; Aceptado 30 Diciembre, 2020

Resumen

En el desarrollo de dispositivos de internet de las cosas, una de las consideraciones principales es la adopción de los distintos protocolos existente para realiza una conectividad entre dispositivos, en el ámbito industrial es requerido además de seleccionar un protocolo de comunicación, el determinar la viabilidad de integrar la información a la nube con los datos de una infinidad de sensores, para lo cual existe el diseño de redes de sensores con monitoreo local, lo cual implica la consideración de realizar una variedad de configuraciones de transmisión de datos, entre los que se encuentran conexión TCP/IP, inalámbrica, fibra óptica. Por este motivo en el presente artículo presentamos el diseño de una configuración en red de datos mediante ruteo TCP/IP con Raspberry Pi y una red de conectividad inalámbrica entre los diversos laboratorios del Instituto Tecnológico de Oaxaca que requieran el monitoreo de sensores, mecanismos y datos, con un monitoreo centralizado en el laboratorio de Electrónica utilizando antenas Ubiquiti, las cuales permitan enlazar la información entre dos puntos con un enlace dedicado, con la posibilidad de ser un punto de múltiple acceso.

Internet of Things, Octave, Raspberry, Python

Abstract

In the development of Internet of Things devices, one of the main considerations is the adoption of the different existing protocols to perform connectivity between devices, in the industrial field it is required to selecting a communication protocol and to determine the feasibility of integrate the information to the cloud with the data from an infinity of sensors, for which there exist the design of sensor networks with local monitoring and the consideration of carrying out a variety of data transmission configurations, among which are TCP / IP, wireless, fiber optic connection. For this reason, in this article we present the design of a data network configuration using TCP / IP routing with Raspberry Pi and a wireless connectivity network between the laboratories of the Technological Institute of Oaxaca that require monitoring of sensors, mechanisms and data, and a centralized monitoring in the Electronics laboratory using Ubiquiti antennas, which allow linking information between two points with a dedicated link and the possibility of being a multiple access point.

Internet of Things, Octave, Raspberry, Python

Citación: SILVA-CRUZ, Eric Mario, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis. Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca, Revista de Tecnologías Computacionales. 2020. 4-14: 11-16

* Correspondencia del Autor (eric.cruz@itoaxaca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El diseño de redes de internet de las cosas ha llevado a considerar el acceso TCP/IP como uno de los principales protocolos de conectividad creando redes de sensores y de datos que permiten transmitir una gran cantidad de información, utilizando las diversas capas del modelo OSI. Así mismo se diseñan la Web de las Cosas considerando los sistemas ciberfísicos tal como se muestra en la figura 1. En donde podemos observar que cada una de las capas involucran distintos elementos que diferencian entre Internet de las cosas y Web de las cosas.

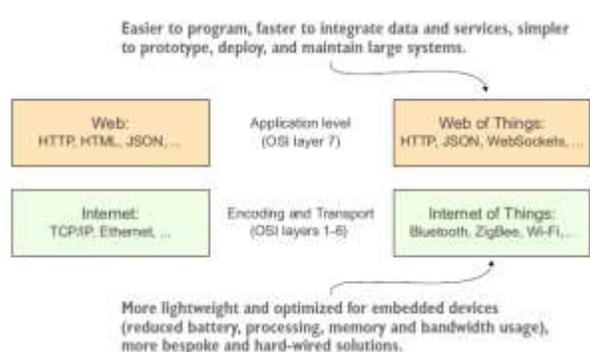


Figura 1 Internet y Web de las Cosas

En el contexto de los sistemas o mecanismos (sistema físico) conectados o monitoreados mediante algoritmos basados en computación aparece el término sistema ciberfísico, entre los cuales encontramos la red eléctrica inteligente (Smart grids), automóviles autónomos, monitoreo médico, el control de proceso de fabricación, redes de robots, aeronáutica.

Para considerar una red con estas características se debe realizar un trabajo multidisciplinario, fusionando elementos mecánicos que requieran un monitoreo constante y una infraestructura de comunicaciones electrónicas enlazadas mediante plataformas de hardware y software embebido, tal es el caso de la plataforma Raspberry Pi, el sistema para procesamiento de algoritmos Octave, y la interconectividad inalámbrica mediante enlaces punto a punto o multipunto, con la aplicación de radio enlaces utilizando las antenas Ubiquiti. El diseño que se presenta en el presente artículo es el primer prototipo para considerar el laboratorio de Electrónica un centro de monitoreo de sistemas ciberfísicos e Internet de las cosas (IoT) mediante plataforma de Hardware y Software embebido.

Planteamiento del problema

Propuesta de solución

En el presente artículo se propone el desarrollo de un laboratorio como centro de monitoreo de mecanismos ubicados en los diversos laboratorios del Instituto Tecnológico de Oaxaca, para lo cual se realiza la propuesta de una infraestructura que permita la interconectividad y el manejo de la información de manera remota, configurando redes de sensores y dispositivos conectados a la red con el protocolo TCP/IP.

Los elementos a considerar tienen la característica principal de ser de hardware y software abierto, y uno de los principales elementos es la plataforma Raspberry Pi, la cual cuenta con un microprocesador.

Esta plataforma tiene la característica principal de poder utilizar la mayoría de protocolos de conectividad, como lo son, bluetooth, Wifi, Ethernet, puertos GPIO, conexión SPI, I2C, cuyos elementos son de gran relevancia para el internet de las cosas.

Así mismo al ser un microcomputador es posible realizar la integración de software que permita la obtención y procesamiento de señales, tal es el caso del software Python y Octave, los cuales se consideran herramientas que permiten la aplicación de algoritmos matemáticos, y de la misma manera la integración de bases de datos que puedan almacenar la información recibida y procesada.

La metodología a desarrollar requiere de diversos elementos, entre los cuales consideramos el sensor, la integración del sensor a la red de datos mediante un servidor, el direccionamiento IP, la conexión inalámbrica entre las antenas en el radio enlace, el acceso de la Raspberry al servidor y finalmente el procesamiento con el software Octave o Python.

Metodología a desarrollar

Cada uno de los elementos mencionados anteriormente requiere de dispositivos, configuraciones y programación para su implementación

- Los sensores a monitorear se integran a la red mediante una plataforma Ethernet Shield de Arduino configurando su MAC, IP, y el puerto para emitir la información a la red, ().
- Se utiliza o un modem o router para poder asignar una IP válida que permita enlazar los dispositivos, ya que cada dispositivo conectado deberá estar en la misma red para un mejor direccionamiento.
- El radio enlace a considerar utiliza una configuración punto a punto entre las antenas Ubiquity con un alcance considerable que permita la transmisión dedicada de la información.
- La plataforma Raspberry se configura para poder acceder a la red y escanear los IP en donde se encuentran conectados los sensores, para adquirir y procesar la información
- El software que permitirá procesar las señales monitoreadas utiliza algoritmos que pueden realizar procesamiento y tratamiento digital de señales, tal es el caso de Python y Octave

Desarrollo

a). Obtención de datos de los sensores

El modulo Ethernet Shield de Arduino permite la integración de sensores a la red mediante la implementación de un servidor que esta caracterizado por una dirección MAC, una dirección IP y un puerto de datos tal como se desarrolla en (), en donde el elemento principal es el determinar una IP en el dispositivo, la cual es de característica dinámica, y que al conectarse a la red, esta se renueva cada vez que se reinicia el protocolo DHCP. En la configuración del shield consideramos la conectividad directa a un modem o router en donde se asigne una IP que permanezca fija en el dispositivo.



Figura 2 Shield de Ethernet y Arduino

Fuente: Elaboración Propia

La configuración del shield de Ethernet requiere el definir un firmware que opere de manera constante en el monitoreo de los sensores y pueda establecer la conexión de forma directa hacia la red, sin la necesidad de un dispositivo adicional para enlazar los datos medidos.

Firmware del Shield de Ethernet

```

/* basado en el ejemplo Web Server */
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Ethernet.h>
// #include <SparkFun_ADXL345.h>

//ADXL345 adxl=ADXL345();
// sensor ultrasonico
const unsigned int PTRG = 7;
const unsigned int PECHO = 8;
unsigned long k=0;
//int x,y,z;
// Adresses MAC e IP
byte mac[] = { 0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02 };
IPAddress ip(192,168,8,11);
EthernetServer server(8000);
void setup()
{
  Ethernet.begin(mac, ip);
  server.begin();
  pinMode(3,OUTPUT);
  digitalWrite(3,LOW);
  analogReference(INTERNAL);
  //adxl.powerOn();
  //adxl.setRangeSetting(16);
}
void loop()
{
  EthernetClient client = server.available();
  if (client)
  {
    // Un cliente existe
    while (client.connected())
    {
      if (client.available())
      {
        pinMode(PTRG, OUTPUT);
        digitalWrite(PTRG, LOW);
      }
    }
  }
}

```

```

delayMicroseconds(2);
digitalWrite(PTRG, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(PTRG, LOW);
pinMode(PECHO, INPUT);
unsigned long duration = pulseIn(PECHO, HIGH);
k= duration / 29 / 2;
// adxl.readAccel(&x, &y, &z);
char c = client.read();
if (c == 'A') digitalWrite(3,HIGH);
if (c == 'a') digitalWrite(3,LOW);
}
server.println(k);
// server.println(x);
// server.println(y);
//server.println(z);
delay(100);
}
client.stop();
}
}

```

b). Radio Enlace

En este apartado se explicará el proceso de configuración para un enlace punto a punto utilizando un par de antenas Ubiquiti® PicoStation M2 HP. El primer paso es el ensamblaje de ambas antenas que incluye una antena desmontable, una PicoStation M2 HP, un montaje para pared, tornillos y un adaptador PoE (15V, 0.8 A).



Figura 3 Antena Ubiquiti y cable POE

El cable PoE se debe conectar a un switch (figura x.6) que sea compatible con PoE o al adaptador incluido. El cable PoE deberá ir conectado al conector RJ45 en el adaptador que tiene la etiqueta “PoE” y en el conector RJ45 que tiene la etiqueta LAN deberá utilizarse un cable UTP categoría 5, el cual será conectado al puerto Ethernet de una computadora para poder configurarse.

Configuración de la antena

Ya que se tiene ensamblada y conectada ambas antenas, deberán configurarse mediante una computadora.



Figura 4 Configuración de la Antena

Fuente: Elaboración Propia

Para este caso se utilizó una computadora con sistema operativo macOS; la configuración en Windows es muy similar. Para poder configurar la antena se deberá asignar una dirección IP en el rango de direcciones que tiene de fábrica la antena. En este caso se utilizó la 192.168.1.20 con máscara de subred 255.255.255.0 para la primera antena y para la segunda se utilizó la dirección IP 192.168.1.25 con máscara de subred 255.255.255.0

Cuando el dispositivo este operativo se podrá acceder a su configuración mediante su interfaz de usuario WEB (Web UI). Para acceder a la interfaz airOS se debe ingresar al navegador web la IP asignada previamente, en este caso 192.168.1.20, y se mostrarán una alerta de “Conexión no segura”.

A continuación, se procede a configurar la antena que servirá como Punto de Acceso (AP), es decir, la antena que recibirá los datos transmitidos mediante la antena AP y va conectado a una computadora, switch o router.

c). Configuración de la Raspberry

Los procesos de configurar, y adecuar la raspberry, es primeramente actualizar la información de los softwares y programas instalados, mediante el siguiente código en la terminal de Raspberry

```

Sudo apt-get update
Sudo apt-get upgrade

```

Así mismo debemos configurar su acceso a internet mediante Wifi en la misma red donde se conecta el Shield de Ethernet

c). Instalación de Octave

En el proceso de instalación y configuración de software en la raspberry uno de los principales a considerar es Python y Octave para la conectividad con los dispositivos en red.

A continuación, se presenta la configuración a realizar para instalar Octave en la plataforma de Raspberry Pi

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install octave
sudo apt-get install liboctave-dev
pkg install -forge instrument-control
pkg load instrument-control
```

Figura 4 Señal Binaria generada en Octave
Fuente: Elaboración Propia

La conectividad de la Raspberry y el sensor se logra mediante la programación en Octave, tal como se realiza en (), en donde es importante determinar correctamente la conexión mediante tcp, la cual permite la conexión de los datos

```
clear all
s=tcp("192.168.1. 11",8000);
running=0;
while running<10
running=running+1;
reply=queryResponseTcp(s,"T?\n");
val(running)=str2double(reply(2:end));
x(running)=now;
plot(x,val, '*')
ylim([22,28]);
ylabel('Ultrasonic Sensor [C]')
xlabel('Time')
datetick('x','ddd/HH:MM:SS')
sleep(1);
end
tcp_write(s,"quit\n");
tcp_close(s);
```

Conclusiones

La presente investigación es una propuesta de desarrollo de sistemas de monitoreo de Internet de las cosas, Web de las Cosas y Sistemas Ciberfísicos, los cuales permitan el desarrollo e integración de plataformas de hardware y software embebido de código abierto.

El establecimiento de una red dedicada para conectar dispositivos de internet de las cosas y el monitoreo de procesos mediante sensores, haciendo uso de sistemas y software embebido que permiten el diseño de prototipos y de esta manera establecer un laboratorio de monitoreo.

Así mismo la integración de antenas que permiten enlaces dedicados hacen de la conectividad de dispositivos elementos con mayor velocidad y con gran capacidad de transmisión de datos

La conjunción de estos elementos nos permite proponer un laboratorio en el departamento de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca que nos permita el monitoreo de variables en ambiente educativos e industriales

La investigación mostrada aquí es la integración de la infraestructura electrónica y de software que permitirá el monitoreo y transmisión de información para redes de sensores, conexión maquina a maquina, big-data y elementos de nueva generación en el ambiente tecnológico del Internet de las cosas e industria 4.0.

Referencias

Dominique D. Guinard, Vlad M. (2016), *Building the Web of things: with examples in Node.js and Raspberry Pi*, Manning Publications Co.

Eric M. Silva. et al (2018), *Monitoreo TCP/IP en Labview de una señal ultrasónica mediante un sistema IoT, utilizando el sistema arduino en modo servidos con el shield de Ethernet*, Pistas Educativas, Vol. 40, pp 1982-1997, ISSN: 2448-847X, Congreso de Mecatrónica CiSME 2018, Octubre 2018, recuperado de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1647>.

PICOM2HP (2020), Guía de Inicio Rápido de PICOM2HP, recuperado de https://dl.ubnt.com/qsg/PICOM2HP/PICOM2HP_ES.html, © 2020 Ubiquiti Inc. Todos los derechos reservados.

Quarteroni A. & Saleri F. (2006). *Cálculo Científico con MATLAB y Octave*, Springer-Verlag.

Raspberry Pi (2020). Wikipedia, recuperado de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry_Pi&oldid=1003118236.

Volker Z. (2018), *A hands-on course in sensors using the Arduino and Raspberry Pi*, CRC Press, Taylor & Francis Group.