

MANUAL DE USUARIO
SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL IOT DE REGULADOR DE PRESIÓN

Trabajo elaborado por:

CARLOS ANDRES VEGA BOTERO

ALEJANDRO LÓPEZ LONDOÑO

Trabajo asesorado por:

JOSE LUIS RODRIGUEZ SOTELO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

COMUNICACIÓN DIGITAL

2016

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
DESCRIPCION DEL SISTEMA.....	6
A. Sistema Regulador de Presión	6
B. Sistema de desarrollo.....	8
C. Sistema de comunicación.....	8
D. Dominio IOT	9
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA EN IOT.....	10
DESCRIPCIÓN PASO A PASO DEL PROCESO	14
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	19
A. Control en 0.....	20
B. Control en 128.....	22
C. Control en 255.....	24
CONCLUSIONES	27
Bibliografía	28

Figura 1 Slider Adrafruit	5
Figura 2 Esquemático módulo de presión.....	6
Figura 3 Módulo de presión laboratorio de control UAM	7
Figura 4 Tanques de presión	7
Figura 5 Filtro pasabajas.....	8
Figura 6 Arduino Mega y Shield Ethernet	9
Figura 7 Campo de visualización lectura Thingspeak Field 1	12
Figura 8 Campo de visualización de control Thingspeak Field 2	12
Figura 9 Interfaz HTML	14
Figura 10 Conexiones filtro - Arduino - Ethernet	15
Figura 11 PLC_LADDER	16
Figura 12 FP_DDE	16
Figura 13 Labview.....	17
Figura 14 Interfaz Arduino.....	17
Figura 15 Variable de control HTML.....	20
Figura 16 Respuesta de Setpoint 0 desde MatLab o desde HTML en el Puerto serial Arduino	20
Figura 17 Respuesta de Setpoint 0 en Labview.....	21
Figura 18 Visualizador Labview	21
Figura 19 Indicador de presión con Setpoint a 0.....	21
Figura 20 Variable de control HTML Setpoint 128	22
Figura 21 Respuesta de Setpoint 128 desde MatLab o desde HTML en el Puerto serial Arduino... ..	22
Figura 22 Respuesta de Setpoint 128 en Labview.....	23
Figura 23 Visualizador Labview	23
Figura 24 Indicador de presión con Setpoint a 128	23
Figura 25 Variable de control HTML Setpoint 255	24
Figura 26 Respuesta de Setpoint 255 desde MatLab o desde HTML en el Puerto serial Arduino... ..	24
Figura 27 Respuesta de Setpoint 255 en Labview.....	25
Figura 28 Visualizador Labview	25
Figura 29 Indicador de presión con Setpoint a 255	25

INTRODUCCIÓN

Los ordenadores actuales y, por tanto, internet son prácticamente dependientes de los seres humanos para recabar información. Una mayoría de los casi 50 petabytes de datos disponibles en internet fueron inicialmente creados por humanos, a base de teclear, presionar un botón, tomar una imagen digital o escanear un código de barras. El problema es que las personas tienen tiempo, atención y precisión limitados. (Ashton, 2009)

Internet de las cosas (IOT) es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Alternativamente, Internet de las cosas es el punto en el tiempo en el que se conectarían a internet más “cosas u objetos” que personas.

Actualmente existen diferentes plataformas virtuales que permiten una interacción entre el usuario y los sistemas de desarrollo a través de servicios gratuitos o pre pagados para diferentes tipos de aplicaciones, una de ellas es Adafruit (adafruit, 2016) que a pesar de ser una herramienta muy útil, no es tan versátil al momento de establecer una comunicación con dispositivos que se puedan conectar a servidores y dominios públicos, pues aunque permite diseñar los componentes de la interfaz gráfica de control, no cuenta con un campo de programación en el cual los usuarios puedan enviar o recibir valores por medio de sus componentes gráficos ya que es una licencia de comercialización mas no de desarrollo.

Con la plataforma Android Studio (developer, 2016) se pueden desarrollar comunicaciones entre dispositivos, pues cuenta con una amplia gama de posibilidades para lograrlo como la integración con Google Cloud Platform, para el acceso a los diferentes servicios que proporciona Google en la nube, pero debido a que para utilizar este servicio es necesario adquirir un contrato anual o mensual el cual conlleva a unos costos fijos, no se utiliza.

Thingspeak es una plataforma de IOT que permite almacenar y recolectar datos utilizando el protocolo HTTP a través de Internet o a través de una red de área local. También permite la creación de aplicaciones de registro de sensores, aplicaciones de localización de posicionamiento, y una red social con notificaciones de las actualizaciones de estado. Esta plataforma es adecuada para interactuar con programas y paquetes matemáticos como es el caso de MatLab®, con plataformas de hardware como Freescale®, Arduino® y otros dispositivos móviles además su fácil accesibilidad a los datos de intercambio entre la planta y el dispositivo móvil, hacen de esta la opción más viable.

En la institución de educación universitaria se observa la necesidad de que los equipos de los laboratorios puedan ser utilizados de manera remota para

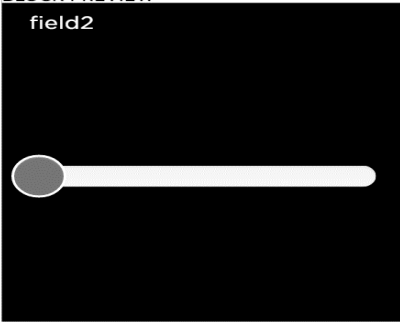
que las personas de otros lugares puedan acceder a estos por medio de internet e interactuar con los diferentes sistemas de control. Se puede aplicar en la sociedad académica porque al compartir información en tiempo real se obtiene una retroalimentación de conocimiento y un avance tecnológico fuerte. Dentro de los laboratorios de ingeniería se encuentran módulos convencionales como el de nivel y de temperatura que podrían ser manejados de manera remota. Entre otros, se encuentra un mecanismo regulador de presión el cual será monitoreado y controlado a través de tecnología IOT. Este regulador cuenta con un acumulador de segundo orden, con su respectivo sistema de control (PLC), sensor de presión, transductor I/P, acumulador y manómetro.

El desarrollo de este proyecto está enfocado en poder visualizar y controlar un sistema a presión desde cualquier parte del mundo sin la necesidad de tener un operario vigilando la planta y así poder tomar decisiones oportunas del comportamiento de este sistema.

CREATE A NEW BLOCK ×

STEP 1: CHOOSE BLOCK TYPE	EDIT
STEP 2: CHOOSE FEEDS	EDIT
STEP 3: BLOCK SETTINGS	
BLOCK TITLE	field2
SLIDER MIN VALUE	0
SLIDER MAX VALUE	255
SLIDER STEPS	1
SLIDER LABEL	

BLOCK PREVIEW



field2

CANCEL SAVE CHANGES

Figura 1 Slider Adrafruit

DESCRIPCION DEL SISTEMA

A. Sistema Regulador de Presión

La planta para regulación de presión corresponde a un sistema de segundo orden que consta de:

- Dos acumuladores con capacidad de 200 PSI
- Dos transductores de presión, Viatran de 0 - 100 PSI, *input*: 10.5 – 36 VDC, *output*: 4 – 20 mA.
- Dos indicadores de presión de 0 – 100 PSI.
- Cinco válvulas manuales para configuración serie - paralelo y simulación de perturbación
- Una válvula de control, marca Newell, *input*: 4 – 20mA, *output*: 3 – 15 PSI.
- Controlador Lógico Programable (PLC), marca NAIS FP3.

El esquema del sistema se muestra en la Figura 2 y su representación Física en las Figura 3 y 4.

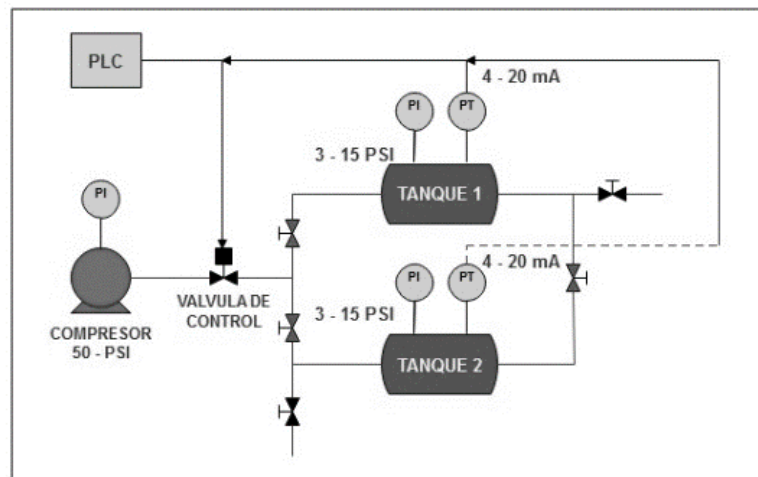


Figura 2 Esquemático módulo de presión

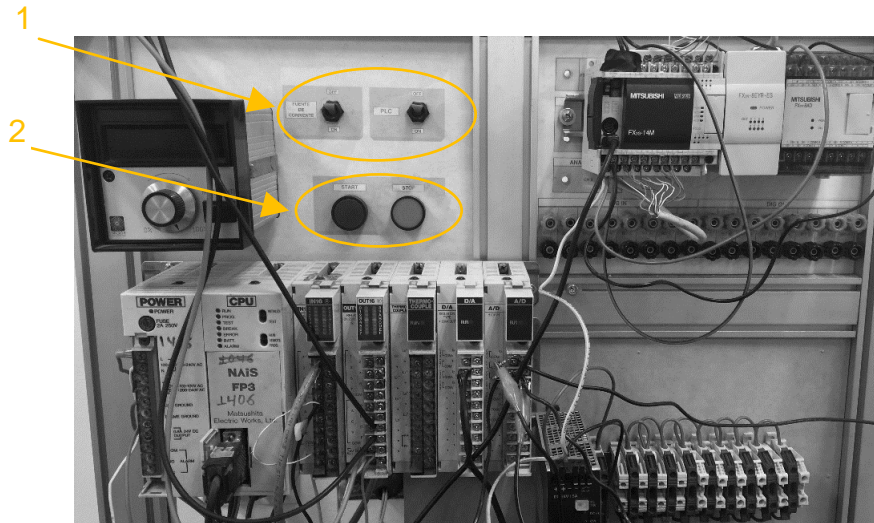


Figura 3 Módulo de presión laboratorio de control UAM

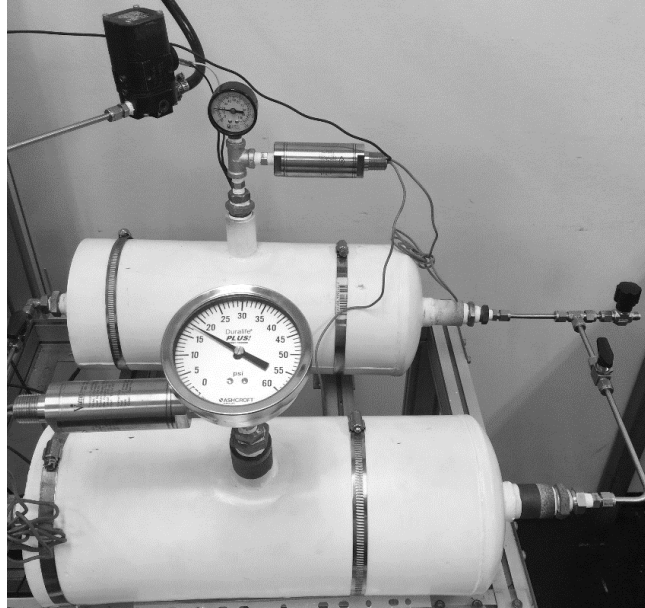


Figura 4 Tanques de presión

La conexión del transductor de presión (Figura 4) va a una entrada del PLC, la cual recibe valores de corriente de 4 - 20 mA.

B. Sistema de desarrollo

Consta de un sistema de desarrollo Arduino Mega, que está basado en el microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (14 de las cuales pueden ser utilizadas como salidas PWM), 16 entradas análogas, 4 UARTs (puertos serial por hardware), cristal oscilador de 16Mhz, conexión USB, Jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset. (Arduino Mega 2560 R3, s.f.)

Entre otras funciones, el sistema de desarrollo permite enlazar dispositivos que sean compatibles con este, como el Shield de Ethernet, que es un módulo de comunicaciones que puede interactuar con variables de temperatura, flujo, nivel, intercambio de calor o presión, entre otros.

La plataforma de programación de Arduino está basada en lenguaje C. Esta interfaz es estructurada por una persona capacitada en el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de programas computacionales, así como comprender una serie de condiciones, funciones, cálculos matemáticos y librerías dependiendo de su aplicación.

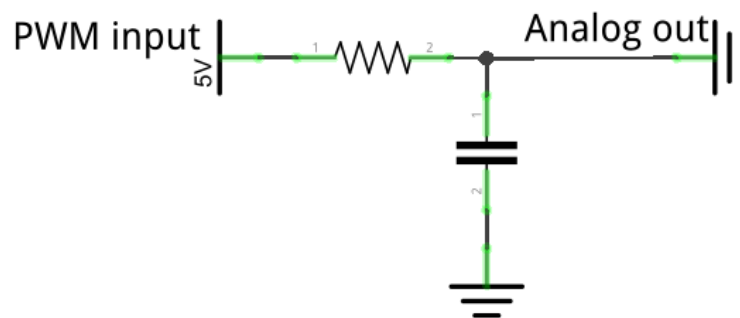


Figura 5 Filtro pasabajas

C. Sistema de comunicación

Corresponde a una placa denominada Shield de Ethernet, que permite conectarse a internet por medio del chip ethernet Wiznet W5100 (WIZnet Co, 2008). Este circuito integrado provee un agrupamiento de red IP capaz de soportar puertos TCP y UDP. Además de la posibilidad de conectar hasta cuatro sockets simultáneos utilizando la librería *Ethernet.h* para escribir programas que se conecten a internet.

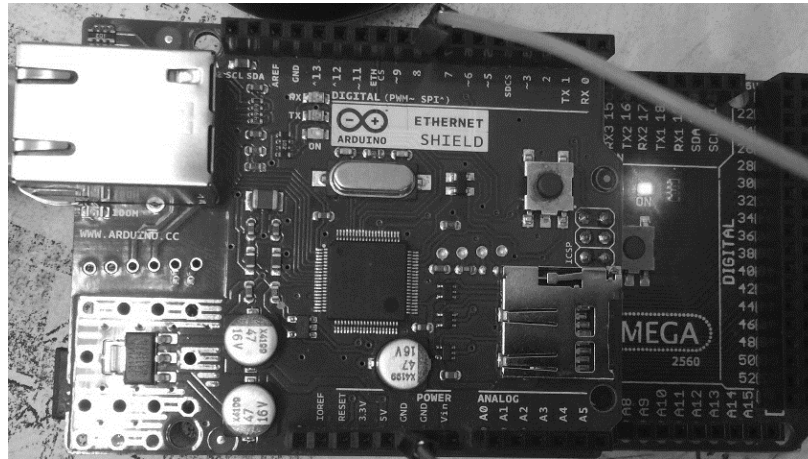


Figura 6 Arduino Mega y Shield Ethernet

La comunicación remota de la planta de presión es enlazada por el Shield Ethernet y configurada por el sistema de desarrollo, a través de una señal PWM que es suavizada y convertida a señal DC por medio de un filtro pasabajas (Figura 5).

Esta señal ingresa al conversor Análogo–Digital del PLC por medio de una resistencia que transforma la salida de voltaje a corriente.

D. Dominio IOT

El internet de las cosas (IOT) es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Alternativamente, Internet de las cosas es el punto en el tiempo en el que se conectarían a internet más “cosas u objetos” que personas. (Connor, 2010)

Thingspeak es una plataforma de IOT que permite almacenar y recolectar datos utilizando el protocolo HTTP a través de Internet o a través de una red de área local. También permite la creación de aplicaciones de registro de sensores, aplicaciones de localización de posicionamiento, y una red social con notificaciones de las actualizaciones de estado.

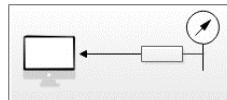
Las aplicaciones del Internet de las Cosas cubren un amplio espectro de nuestra vida cotidiana. Uno de los campos en el que está empezando a tener y se prevé tendrá gran relevancia, es las sostenibilidad medioambiental.

Como ejemplo, se citan algunos proyectos e iniciativas que se están llevando a cabo en el ámbito de la ciudad, espacios públicos y hogar. En el proyecto PEACOX (peacox, 2014) se monitorizaba la calidad del aire con la idea de promover el uso de rutas alternativas con baja contaminación atmosférica para conductores, ciclistas y transeúntes. Cada vez más proyectos optan por el uso de IOT para gestionar el tráfico de forma más eficiente a través de sensores desplegados en la ciudad. En el campo de

los edificios públicos, uno de los objetivos del nuevo programa H2020 (Horizon 2020, 2016) apunta al diseño de sistemas de control de presencia para hacer un uso eficiente de la calefacción y alumbrado por zonificación. Por último en el ámbito del hogar la domótica copa la mayoría de los proyectos de IOT (lavadoras que ajustan su programa al momento del día en que la energía es más barata y proviene de fuentes renovables, termostatos inteligentes que aprenden las preferencias (nest, 2016) y horarios de los habitantes del hogar para realizar un uso eficiente de la calefacción sin perder confort, o electrodomésticos inteligentes que son capaces de aprender la forma y frecuencia en la que son utilizados con el fin de promover un uso eficiente de los mismos (Deusto Tech, 2016).

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA EN IOT

En el módulo de presión existente en el laboratorio de control de la Universidad Autónoma de Manizales UAM se puede realizar el monitoreo y control de este a través de una comunicación serial desde un computador hacia el módulo de PLC de marca NAIS modelo FP3/FP10S; teniendo esto claro, podemos enfocarnos en cómo interactúa MATLAB, internet y el transductor del módulo de presión. Para realizar esta interacción es necesario establecer unos pasos de comunicación los cuales son: primero el transductor con el computador, segundo el computador con un Arduino mega y el Arduino mega con el servidor de Thingspeak y por último del servidor de Thingspeak hacia y desde el Sistema desarrollo MATLAB.



- Primero, la comunicación desde el computador hacia el módulo de presión se realizó desde un código de programación en lenguaje ladder. En este lenguaje se definieron las variables de entrada respectivas con las conexiones de entradas físicas que van hacia un conversor análogo digital. Se definieron las funciones de lectura que monitorean la información del transductor y las funciones de escritura que realizan control hacia este mismo. La forma como el transductor interpreta los datos de comunicación del PLC es convirtiendo esta información en corrientes desde los 4 a los 20 mA y en voltajes desde los 5 a los 10V.



- Segundo, se utilizó un sistema de desarrollo Arduino mega 2560 el cual se comunica con el servidor de Thingspeak a través de un Shield de Ethernet, para la programación del Arduino mega, se realizó una programación desde

una interface del mismo nombre. En esta interface se declararon dos librerías que definen al Arduino mega como cliente y además habilitan la comunicación con el Shield de Ethernet. Luego se declararon los parámetros de configuración de la placa Shield, se definieron los parámetros de comunicación con el Thingspeak después se pasó a la etapa de verificación de la información recibida a través de la IP de Thingspeak, se llenó la información recibida en un vector de tres posiciones los cuales se almacenan en unas nuevas variables “a, b, c”. Con estas nuevas variables se pretendió diferenciar las unidades, las decenas y las centenas para así poder interpretar un dato entre 0 y 255. Por último se envió este dato a la salida del PWM que está conectado a la entrada del PLC a través de un acople RC que convierte la señal cuadrada en una aproximación de voltaje regulado.



- Por último el sistema de desarrollo MATLAB recibe los datos a través de una función de lectura que se conecta a la IP de Thingspeak y la almacena en un vector. MATLAB también puede enviar datos a través de una función de escritura a esta misma IP con los datos enteros que se quieren enviar; la diferencia entre la función de lectura y escritura es que van comunicados con dos campos diferentes en el servidor. La de lectura se comunica con el campo de visualización field1 y la de escritura se comunica con el campo de control field2.

```
readChannelID = 97247;  
fieldID1 = 1;  
thingSpeakWrite(97247, 'Fields', 2, 'Values', 500, 'WriteKey', '9BLQ8Y7PCAT1KB49');
```

Figura 6 Comandos de escritura MatLab

"**Thingspeak** es un código abierto de Internet de los objetos de aplicación (IO) y la API para almacenar y recuperar datos de las cosas utilizando el HTTP protocolo a través de Internet o a través de una red de área local. Thingspeak permite la creación de aplicaciones de registro de sensor, aplicaciones de localización de seguimiento, y una red social de las cosas con las actualizaciones de estados". (ThingSpeak, 2016)

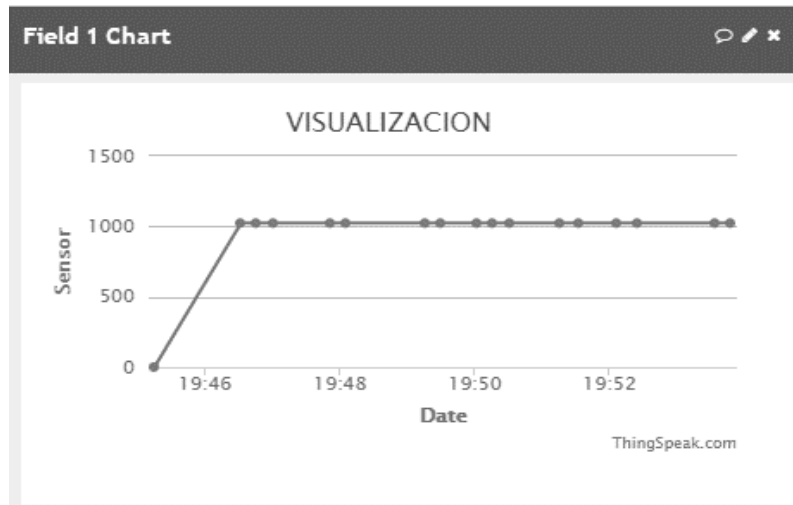


Figura 7 Campo de visualización lectura Thingspeak Field 1

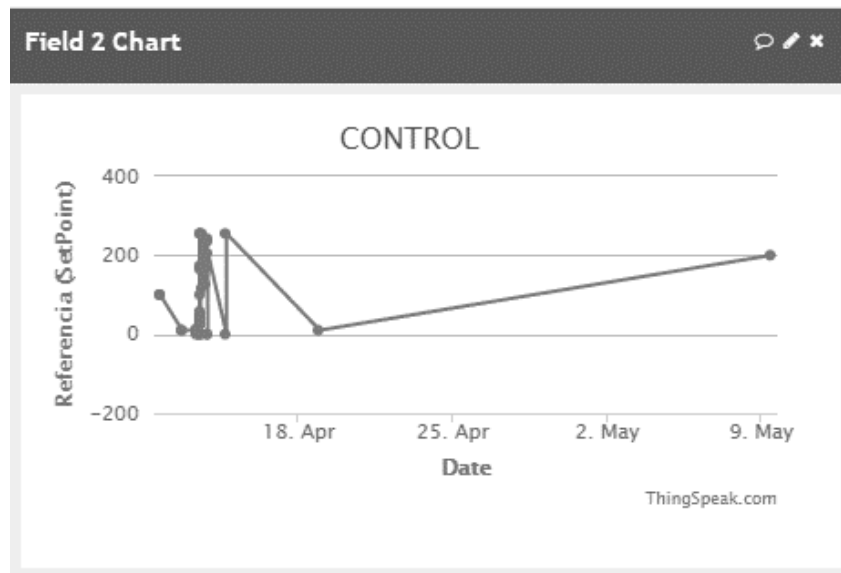


Figura 8 Campo de visualización de control Thingspeak Field 2

Se aplicaron dos maneras diferentes para el control del transductor de presión. La primera MatLab con librería de Thingspeak y segundo control por medio de HTML a través de la plataforma *Dreamweaver*.

En el primer método se utilizó la librería de Thingspeak en la cual se llamó la función de lectura para obtener los datos enviados desde el Arduino. En la línea de código de Matlab de escritura se utilizaron los parámetros: canal de conexión con el servidor de Thingspeak, nombre de identificación (campo), valor del nombre de identificación, tipo de código a enviar, valor a enviar y api key de escritura del servidor.

El canal de conexión almacena información enviada a este desde aplicaciones o dispositivos. Con la descripción de configuración en los canales se puede crear un

canal, luego enviar y recibir información hacia y desde el canal. Se puede configurar el canal como público para compartir información.

Cada canal incluye ocho campos que pueden retener cualquier tipo de información, además de tres campos para localización de información y una para información de estado.

El valor del nombre de identificación puede ir desde el 1 hasta el 8. El tipo de código a enviar es un valor entero. Este valor de tipo entero puede recibir cualquier número. En este desarrollo se requiere que el valor a enviar desde MatLab sea positivo y no supere 255, que es el número máximo que recibe la salida del PWM del Arduino.

Este Api key de Thingspeak habilita la escritura de información hacia un canal o leer información desde un canal privado. "9BLQ8Y7PCAT1KB49".

En el segundo método HTML se utilizó un "Input Type: range" el cual permite establecer el valor mínimo y máximo del slider. Este range tiene asociada una función llamada "showValue" utilizada para mostrar en un cuadro de texto el valor actual del slider.

Una función llamada "button onclick" crea un botón que tiene asociado un comando de java script, al ser presionado este botón se ejecuta una nueva función llamada "abrirVentana" esta contiene la URL del control de Thingspeak "http://api.thingspeak.com/update?api_key=9BLQ8Y7PCAT1KB49&field2=255" y automáticamente concatena el valor actual del slider con el valor actual de la URL.

El sistema puede ser controlado desde cualquier parte del mundo debido a que la programación HTML es ejecutada a través de un hosting gratuito http://comdigitaluam.comlu.com/tanques_de_presion.html (000webhost, 2016)



Figura 9 Interfaz HTML

DESCRIPCIÓN PASO A PASO DEL PROCESO

1 Encendido de máquinas y dispositivos

- A. Encendido del computador
- B. Encendido de PLC: se encienden los switches de fuente de corriente y de PLC como se muestran en la Figura 3.1 y Figura 3.2.
- C. Encendido del compresor (asistente de laboratorio).
- D. Encendido de fuente dual Protek con los voltajes en 23V.
- E. Energizar Arduino y conectarlo con el Shield de Ethernet teniendo en cuenta los pines de conexión ICSP.
- F. Conectar cable de red al Shield de Ethernet y a un conector RJ45.

- G. Conectar el pin 9 (digital / PWM) a la entrada del filtro como se muestra en la figura 5.
- H. Conectar salida del filtro a la entrada CH2 del módulo A/D del PLC.
- I. Interconectar las tierras del Arduino con el pin común (COM) del PLC.
- J. Conectar salida del módulo D/A CH0 al pin analógico del Arduino A0 (tener en cuenta que la entrada en voltaje y el módulo recibe corriente).



Figura 10 Conexiones filtro - Arduino - Ethernet

2 Configuración de parámetros

- A. Copiar la carpeta (Sistema de monitoreo y control IOT del regulador de presión) del CD en una carpeta en el PC.
- B. Inicie el acceso directo del programa de NAIS ubicado en el escritorio del computador y abrir el archivo que se encuentra dentro del carpeta PLC_LADDER.
- C. En el programa del PLC ejecutar el comando download to PLC y click en el botón SÍ de la ventana emergente (Figura 12).

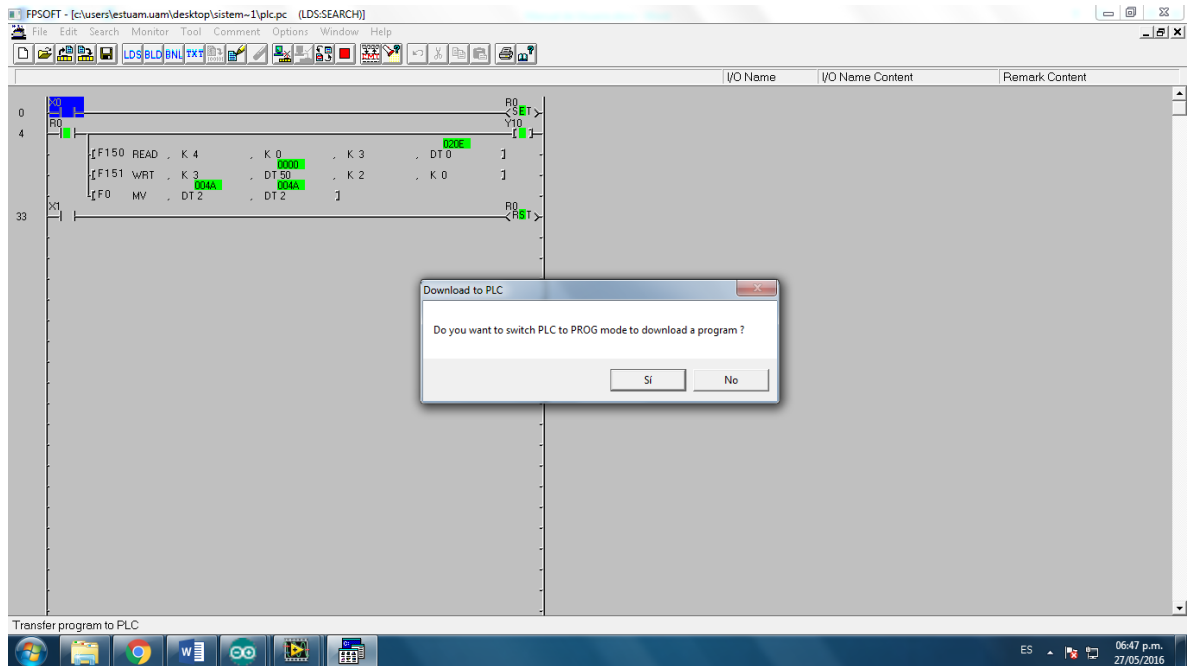


Figura 11 PLC_LADDER

- D. Luego cerrar el programa de NAIS para poder ejecutar el acceso directo del programa FP_DDE, ubicado en el escritorio.

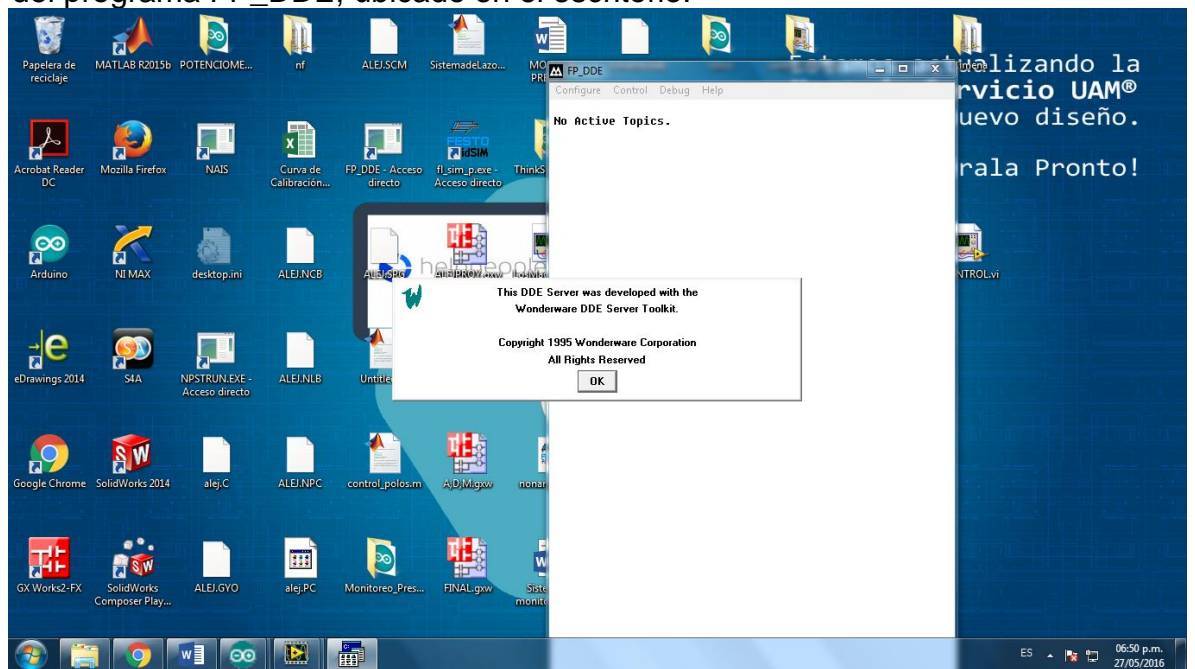


Figura 12 FP_DDE

- E. Click OK y Minimizar la ventana emergente.
 F. Iniciar el programa de Labview y abrir el archivo dentro de la carpeta de Labview (Visualizador y Control.vi) y ejecutar el botón de run continuously.

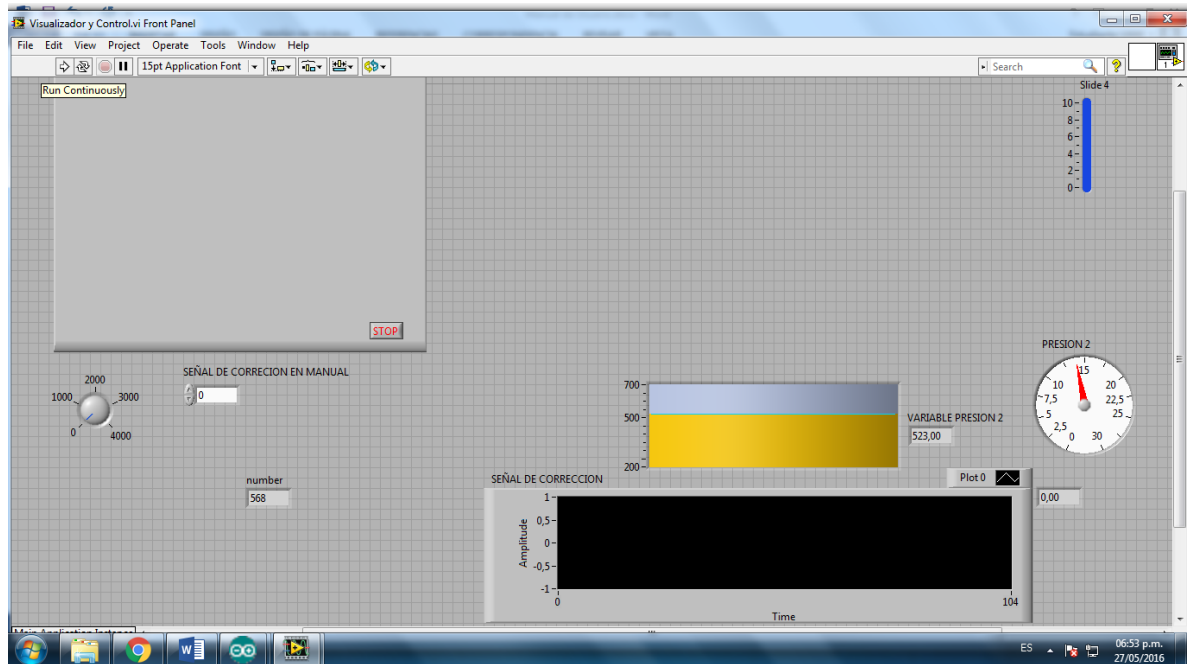


Figura 13 Labview

- G. Iniciar la idle de Arduino y abrir el archivo (InterfazArduino.ino).
- H. Configurar el puerto Serial en el menú herramientas y escoger correctamente la placa del Arduino (Arduino Mega 2650).
- I. Subir el código de Arduino como en la Figura 15 a la placa.

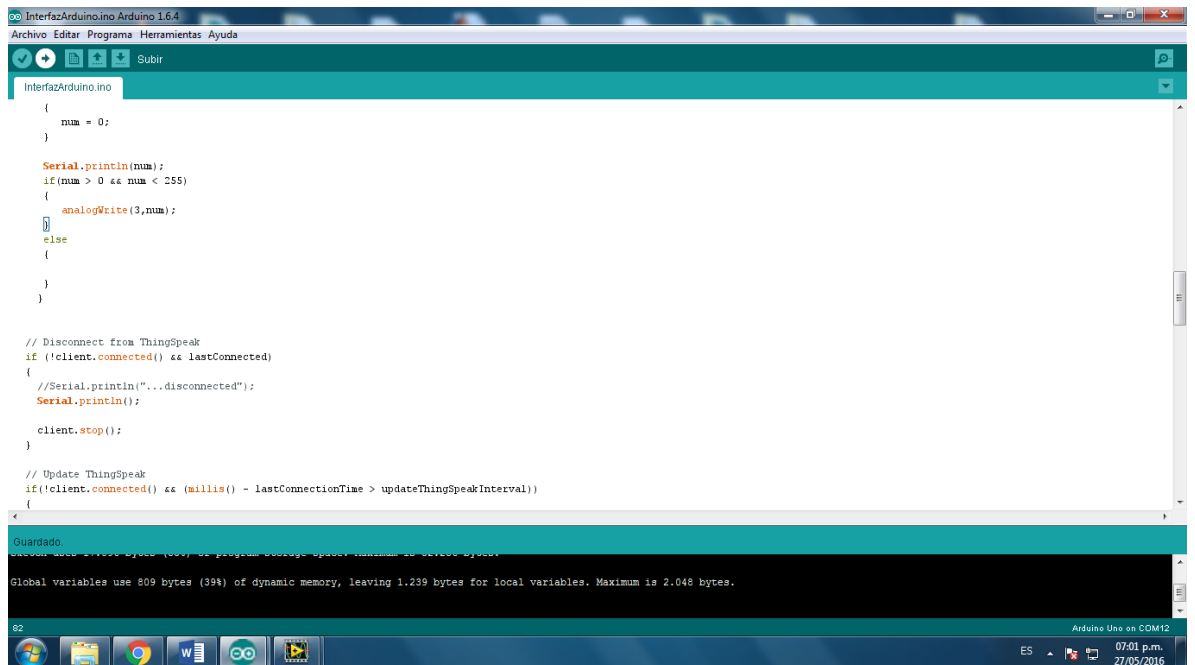


Figura 14 Interfaz Arduino

J. Abrir el monitor serial para visualizar la información de entrada.

3. Rutinas de monitoreo y control.

- A. Abrir el navegador de internet a ir a la dirección <https://thingspeak.com/channels/97247>
- B. Visualizar los datos consignados en la gráfica Field 1 que corresponde a los datos de los transductores del sistema de presión Figura 7.

4. Control por MatLab

- A. Control de la referencia de los datos enviados desde MatLab: Abrir MatLab y ejecutar el script denominado EnvioComandos.m ubicado en la carpeta.
- B. En la línea del script correspondiente a

```
thingSpeakWrite(97247, 'Fields', 2, 'Values', 255, 'WriteKey', '9BLQ8Y7PCAT1KB49');
```

Editar el campo de referencia deseado entre 0 y 255 (en la línea aparece el número 255).
- C. Visualizar en servidor de Thingspeak en la gráfica Field 2 los datos enviados desde MatLab Figura 8.

5. Control por HTML

- A. Iniciar el navegador de internet y copiar la siguiente dirección http://comdigitaluam.comlu.com/tanques_de_presion.html.
- B. Modificar manualmente el Slider y presionar el botón (Ir al enlace) Figura 9.
- C. Visualizar en servidor de Thingspeak en la gráfica Field 2 los datos enviados desde HTML Figura 8.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con algunas pruebas desarrolladas en el laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados, teniendo en cuenta parámetros como:

- Api Key
- FP DDE activo
- Lavbiew corriendo programa Visualizador y Control.vi
- Arduino Uno
- Interfaz de Arduino con el programa InterfazArduino.ino
- Programa de Matlab
- Página de HTML con slider de control

En el desarrollo del sistema se pudo obtener dos graficas de visualización y control con un tiempo de muestre de 15s, con el fin de asegurar un flujo constante de la información en el servidor, sin inconvenientes de tráfico. Este muestreo limita el envío de datos a una velocidad alta, por lo que no es recomendable realizar aplicaciones donde se necesite monitorear variables con cambios rápidos en el tiempo.

A medida que se envían datos desde la interfaz de MatLab se pudo observar los cambios que estos generaron en el campo de control del servidor de Thingspeak y este a su vez almacena la información que puede ser nombrada desde Arduino para realizar la manipulación remota de la planta de presión.

El Shield de Ethernet jugó un papel importante en la comunicación entre la placa del Arduino y el servidor de Thinkspeak porque permitió establecer una comunicación bidireccional. La cual permite el intercambio de conocimiento, la evolución tecnológica, el fortalecimiento de ideas y la optimización de nuevos procesos en el desarrollo de la interacción con los dispositivos electrónicos de la actualidad.

Uno de los requerimientos para el envío de datos desde MatLab hacia Thingspeak es tener una versión superior a la r2014b, debido a que su librerías no son compatibles con versiones anteriores.

El internet de las cosas tiene una gran versatilidad y una amplia gama de posibilidades en el desarrollo de aplicaciones desde el monitoreo de cámaras de vigilancia, hasta el control de los hogares como la domótica y la automatización de las industrias desde cualquier lugar del mundo, esta cambia la forma como las personas interactúan con su entorno.

A. Control en 0

Se envía una variable Setpoint de control 0, puede ser en el slider Figura 15 o en la línea de comandos de MatLab.

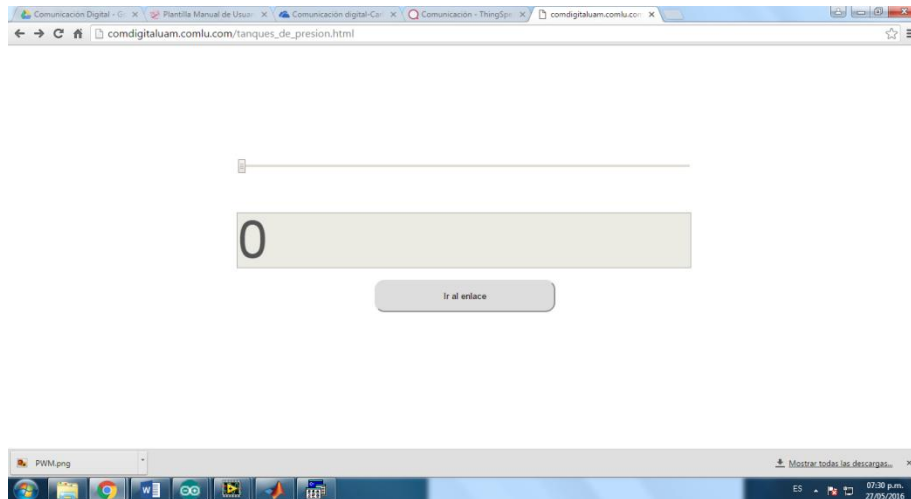


Figura 15 Variable de control HTML

```
thingSpeakWrite(97247, 'Fields', 2, 'Values', 0, 'WriteKey', '9BLQ8Y7PCAT  
1KB49');
```

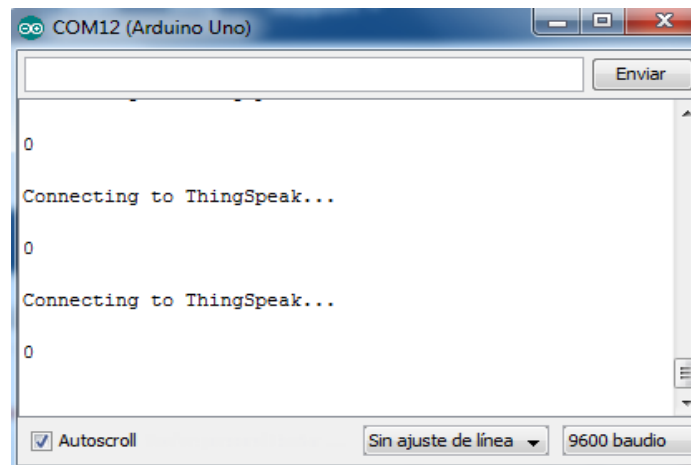


Figura 16 Respuesta de Setpoint 0 desde MatLab o desde HTML en el Puerto serial Arduino

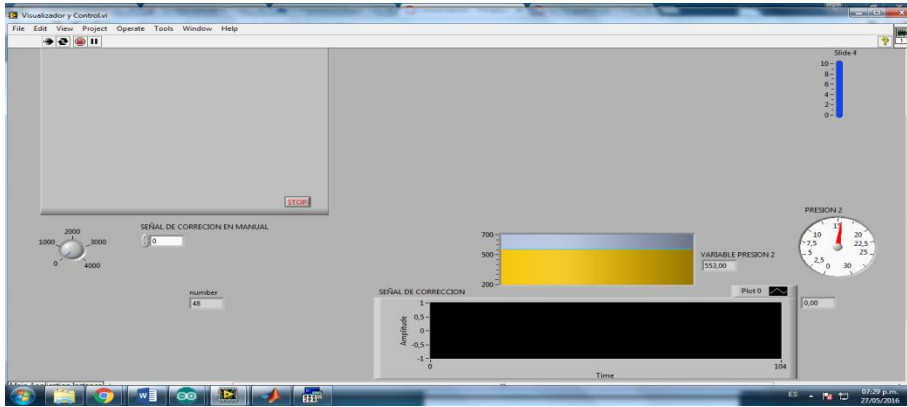


Figura 17 Respuesta de Setpoint 0 en Labview

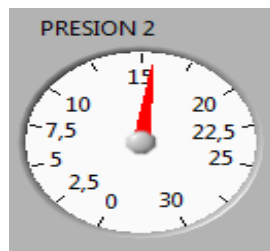


Figura 18 Visualizador Labview



Figura 19 Indicador de presión con Setpoint a 0

En las figura 16 muestra la información que recibe el Arduino en el puerto serial.

EL visualizador de la Figura 18 y el indicador de la Figura 19 muestran una respuesta muy similar de 15 psi.

B. Control en 128

De la misma manera como en el caso anterior, la variación de control de Setpoint a 128 se puede enviar desde HTML Figura 21 o desde Matlab.

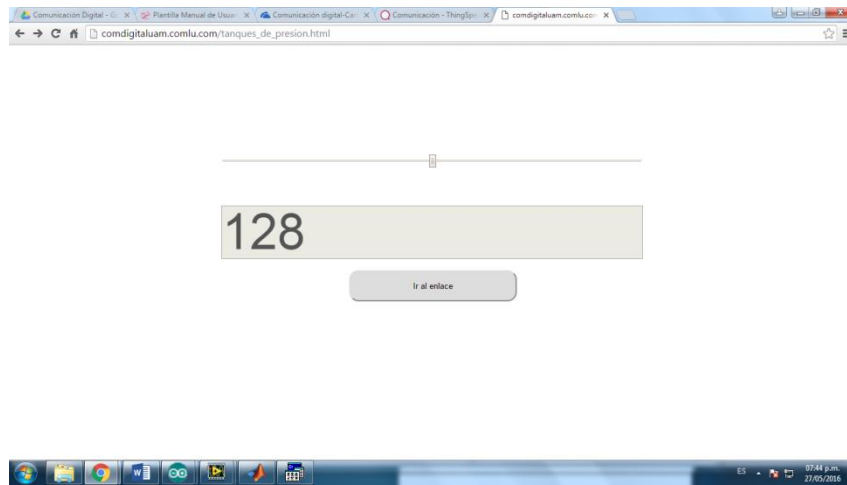


Figura 20 Variable de control HTML Setpoint 128

```
thingSpeakWrite(97247, 'Fields', 2, 'Values', 128, 'WriteKey', '9BLQ8Y7PC  
AT1KB49');
```

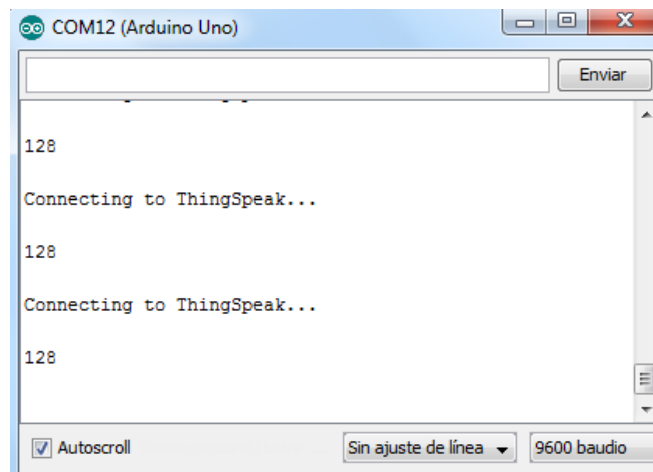


Figura 21 Respuesta de Setpoint 128 desde MatLab o desde HTML en el Puerto serial Arduino

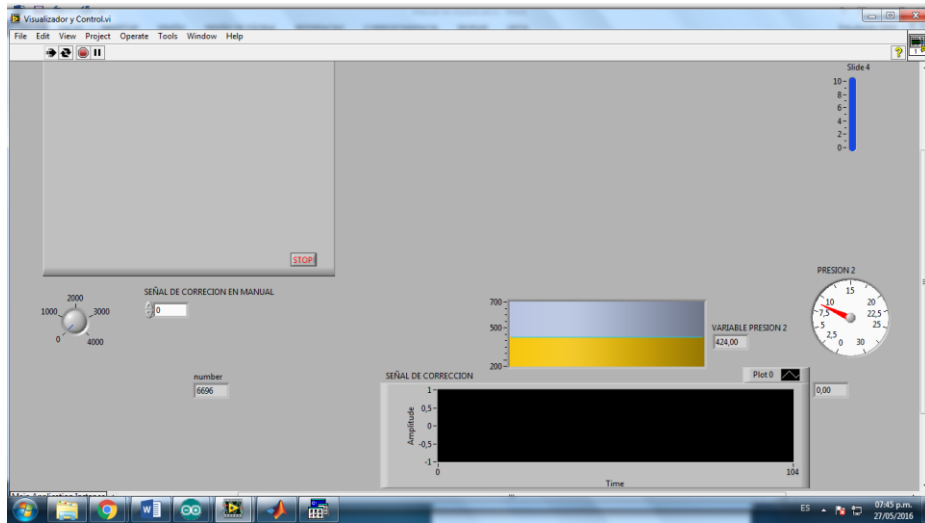


Figura 22 Respuesta de Setpoint 128 en Labview

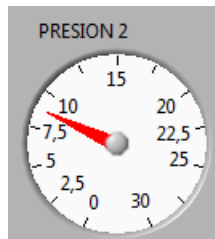


Figura 23 Visualizador Labview

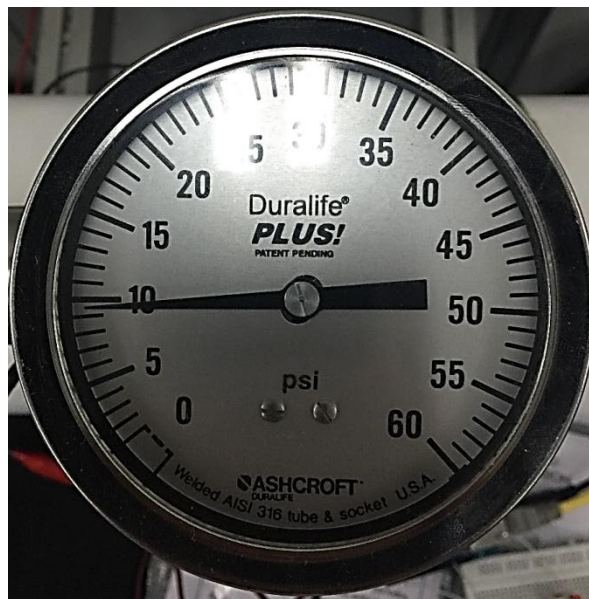


Figura 24 Indicador de presión con Setpoint a 128

En este caso el indicador y el visualizador muestran una presión de 10 psi aproximadamente.

C. Control en 255

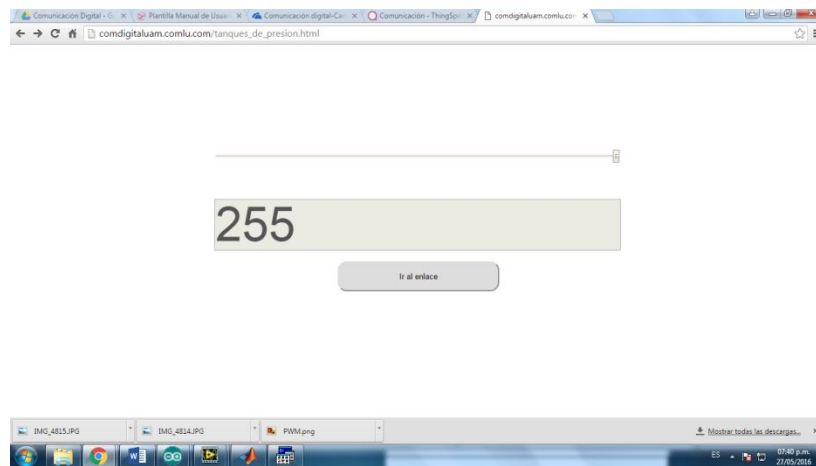


Figura 25 Variable de control HTML Setpoint 255

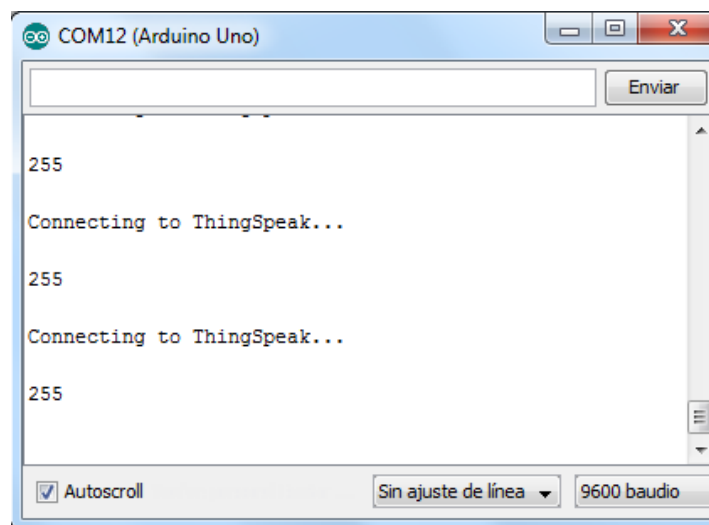


Figura 26 Respuesta de Setpoint 255 desde MatLab o desde HTML en el Puerto serial Arduino

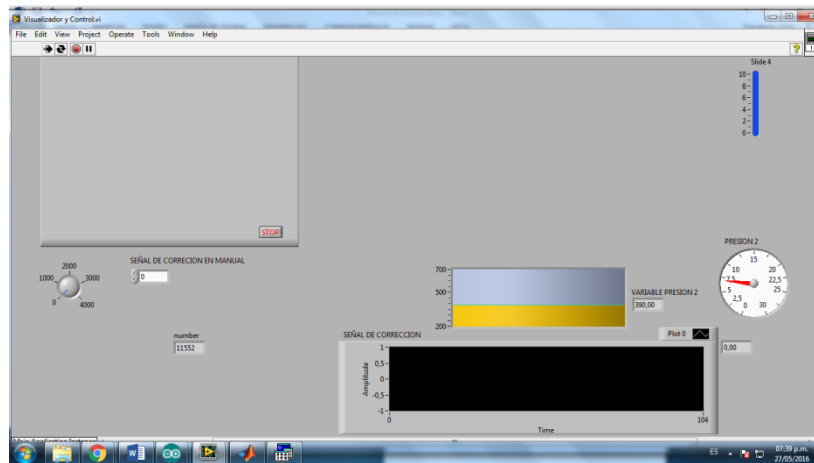


Figura 27 Respuesta de Setpoint 255 en Labview

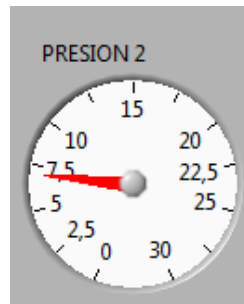


Figura 28 Visualizador Labview



Figura 29 Indicador de presión con Setpoint a 255

```
thingSpeakWrite(97247, 'Fields', 2, 'Values', 255, 'WriteKey', '9BLQ8Y7PC  
AT1KB49');
```

En los casos de control de 0, 128 y 255, la variación de control es muy similar respectivamente con 15, 10 y 5 PSI. Esto muestra que su comportamiento es lineal con pocas variaciones en el tiempo y se mantiene de forma continua.

El visualizador de Labview y el indicador de presión muestran pocas diferencias entre uno y el otro. Sus variaciones pueden ser afectadas por el tipo de planta de segundo orden, para el cual es necesario un tiempo de estabilización. Estas variaciones también pueden ser afectadas por los tiempos de cuantización en datos digitales.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una comunicación bidireccional entre el servidor de ThingSpeak y la interfaz de MATLAB con el sistema Regulador de Presión, monitoreando los transductores de presión y controlando la referencia del sistema.
- Se implementó un código para el sistema de desarrollo Arduino con la capacidad de enviar datos al servidor de ThingSpeak cada 15 segundos (tasa máxima permitida).
- Se recomienda el uso de MATLAB para el proceso de conexión con el servidor de Thingspeak ya que la plataforma IOT interactúa de forma específica con dicho lenguaje, aumentando así la posibilidad de crear comandos complejos.
- Se monitoreó y controló el módulo de presión desde un dispositivo móvil de forma remota por programación HTML, aunque existen servidores de pago que pueden usarse para este desarrollo, se utilizó un servicio gratuito dado que el alcance es netamente académico.

Bibliografía

- 000webhost. (09 de Mayo de 2016). Obtenido de <https://www.000webhost.com/>.
- (22 de 03 de 2016). Obtenido de ThingSpeak: <https://en.wikipedia.org/wiki/ThingSpeak>
- ACOSTA AMAYA, G. A. (2010). Ambiente Multi-agente robotico para la navegacion colaborativa en escenarios estructurados. Medellin.
- adafruit. (26 de abril de 2016). *adafruit*. Obtenido de <https://www.adafruit.com/>
- Anonimo. (19 de Julio de 1982). *Revista Semana*. Obtenido de <http://www.semana.com/especiales/articulo/historia-de-un-imperio/425-3>
- Arduino Mega 2560 R3*. (s.f.). Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Ashton. (2009). Esa cosa del "Internet de las cosas". *RFID*.
- Connor, M. (2010). Sensors empower the "Internet of Things". *edn*, 32-38.
- Deusto Tech. (2016). *SMART EVERYDAY OBJECTS PROMOTING A MORE SUSTAINABLE ICT ECOSYSTEM*. Obtenido de <http://socialcoffee.morelab.deusto.es/>
- developer. (26 de abril de 2016). *Android Studio 2.1*. Obtenido de <http://developer.android.com/sdk/index.html>
- equipo de buscabiografias.com . (diciembre de 1999). *Mark Zuckerberg* . Obtenido de <http://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/9995/Mark%20Zuckerberg>
- erra, c. (s.f.). *HENRI FAYOL*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos7/hefa/hefa.shtml>
- Horizon 2020. (2016). *European comission*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
- Max Weber*. (22 de Septiembre de 2015). Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Max_Weber
- nest. (2016). Obtenido de <https://nest.com/>

peacock. (2014). *project peacock*. Obtenido de <http://www.project-peacock.eu/project-overview/>

Revista Semana. (23 de Noviembre de 2013). Obtenido de El genio discreto de Jony Ive:
<http://www.semana.com/gente/articulo/jony-ive-vicepresidente-de-mac/365591-3>

Universidad De Pamplona - Udp. (2015). LOW-COST METEOROLOGICAL PLATFORM BASED ON ZIGBEE TECHNOLOGY. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGÍAS DE AVANZADA*.

Universidad Icesi. (2015). Sistemas & Telemática. *Revista de la facultad de ingeniería ICESI*.

Universidad Tecnológica De Pereira - Utp. (2015). SISTEMA PARA EL MONITOREO REMOTO DE LA TEMPERATURA EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. *Scientia et Technica*.

wikipedia. (24 de abril de 2016). Obtenido de Internet de las cosas:
https://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_cosas

WIZnet Co. (2008). W5100 Datasheet . Obtenido de
https://www.sparkfun.com/datasheets/DevTools/Arduino/W5100_Datasheet_v1_1_6.pdf