

SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL DATA
CENTER DE HALLIBURTON CALLE 113.

MANUEL ALEJANDRO DÍAZ BUENDÍA
2107025

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C.
2017

SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL DATA
CENTER DE HALLIBURTON CALLE 113.

PRESENTADO POR:
MANUEL ALEJANDRO DÍAZ BUENDÍA

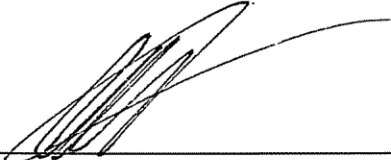
TRABAJO DE MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

PRESENTADO A:
COMITÉ DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

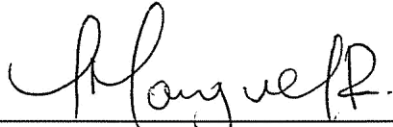
DIRECTOR DE PROYECTO
ING. MARCO ANTONIO VEGA TORRES

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C.
2017

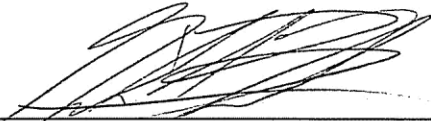
HOJA DE FIRMAS DE ACEPTACIÓN



ING. MARCO ANTONIO VEGA TORRES
Tutor Universidad Santo Tomás



ING. YISELA MARIA MAIGUEL
IT Desktop Tech Sr
Jefe Inmediato en Halliburton



MANUEL ALEJANDRO DIAZ BUENDIA
Practicante Universitario.

HOJA DE DEDICATORIA

A mis padres por darme todo su amor y brindarme todas las herramientas para ser la persona que soy hoy en día, apoyarme en cada paso que he dado, desde la educación que he recibido, tanto en lo académico, como de la vida y por sus enseñanzas sin importarte la situación.

Todos estos logros incluyendo este trabajo han sido posibles gracias a ellos.

HOJA DE AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a las personas que componen la facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás, porque de una u otra manera me han dado las herramientas académicas para poder llegar a donde estoy.

También deseo agradecer a los Ingenieros que se encargaron de encaminar el desarrollo de este trabajo, inicialmente al Ingeniero Eduard Galvis por toda su gestión para encontrar la convocatoria que me llevaría a Halliburton, también a mi tutor el Ingeniero Marco Vega por toda su paciencia y apoyo en cada paso, siguiendo sus recomendaciones en este largo proceso, adicionalmente a mis revisores Ing Calor Torres e Ing. Javier González, los cuales me proporcionaron otros puntos de vista para lograr el objetivo pensado con la mayor amabilidad del caso.

Igualmente quiero expresarle mi gratitud al docente del departamento de humanidades, Jeison Andrés Cardona, por su amabilidad, compromiso y sus muy acertadas recomendaciones para mi proyecto de grado.

Finalmente le agradezco a mi Jefa, la Ingeniera Yisela Maiguel, por darme la oportunidad de ser parte de este magnífico equipo, sus enseñanzas me abrieron los ojos frente al día a día de la vida laboral.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. ANTECEDENTES	14
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	16
4.1 OBJETIVO GENERAL	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1 SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	17
5.2 SERVIDORES WEB	18
6. DISEÑO METODOLÓGICO	19
7. EJECUCIÓN DEL PROYECTO	20
7.1 RECURSOS TÉCNICOS	20
7.2 LIMITACIONES	21
7.3 SISTEMA DE MONITOREO REMOTO	21

8. CONCLUSIONES	26
9. RECOMENDACIONES	27
10. BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	31

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Arduino Uno.	20
Figura 2. Modulo Ethernet Shield.	20
Figura 3. DHT22 Humidity & Temperature Sensor.	21
Figura 4. Visualización de las Lecturas del Monitor Serial de Arduino.	22
Figura 5. Página Web Diseñada para el Monitoreo Remoto.	22
Figura 6. Servidor Web Cayenne para la visualización Histórica.	23
Figura 7. Aplicación Móvil Cayenne.	23
Figura 8. Correo Electrónico de Alerta.	24
Figura 9. Diagrama de flujo del Algoritmo Implementado.	25

GLOSARIO

INTERNET DE LAS COSAS IoT: Se refiere a un concepto en el que objetos o dispositivos se conectan a la red o entre sí y de manera autónoma operan un determinado proceso.

SISTEMA DE MONITOREO REMOTO: Conjunto de dispositivos interconectados que permiten visualizar el estado de un determinado proceso mediante alguna aplicación.

ARDUINO: Dispositivo de la familia de sistemas embebidos reprogramables, ampliamente usado en procesos de censado, procesamiento digital de señales y domótica, dada su compatibilidad con una amplia gama de sensores y actuadores.

SHIELD: Son placas de circuitos electrónicos modulares que se acoplan a la tarjeta maestra y proporcionan funcionalidades extra para dispositivos como Arduino.

OPEN HARDWARE: Se le denomina de esta manera al hardware cuyos diagramas esquemáticos, diseños, licencias, entre otros factores son de libre acceso a la comunidad en general.

DATA CENTER: Es un centro de procesamiento de datos, en el que operan dispositivos comúnmente de telecomunicaciones, dispositivos de tecnologías de la información, sistemas de almacenamiento de datos, fuentes de alimentación y de respaldo, dentro de un ambiente controlado.

CAYENNE: Es un servidor dedicado a servicios de internet de las cosas, capaz de soportar diferentes dispositivos como Raspberry o Arduino, opciones de visualización de datos, tracking y servicios de almacenamiento en la nube.

RESUMEN

Este documento trata sobre un proyecto elaborado en la empresa Halliburton Bogotá como trabajo de grado para la facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás. Este proyecto consiste en el diseño e implementación un sistema de monitoreo remoto de condiciones ambientales tales como temperatura y humedad del centro de cómputo de los equipos de tecnologías de la información de la empresa.

Teniendo como fundamento los conceptos de internet de las cosas, sistema de monitoreo remoto, medición de condiciones ambientales para centros de cómputo, servidores web para instrumentación y control de condiciones ambientales para equipos de IT.

INTRODUCCIÓN

Halliburton es una empresa que presta servicios de diferentes tipos a la industria del Oil & Gas, para poder hacer esto necesita diferentes áreas de soporte que al interior de la compañía aseguren el correcto funcionamiento de los diferentes equipos y que sus trabajadores cuenten con las herramientas que requieran en todo momento.

Uno de estos equipos es el de Tecnologías de la Información o IT. Los cuales velan porque los usuarios tengan los dispositivos necesarios para comunicarse, desarrollar sus funciones con *software* especializado o ayudar en todos los problemas que un usuario desconoce en ámbitos de tecnología, con el mejor servicio técnico y de la maneja más ágil posible.

Esta labor debe ser ininterrumpida debido a que, a través de los equipos de IT constantemente se manejan flujos de datos que tienen un gran impacto sobre la operación de los diferentes equipos de pozo que se ejecutan labores las 24 horas del día.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Halliburton se rige por estándares que se diseñan en Houston, Estados Unidos, sede principal de la empresa a nivel global, por ello existen normas que rigen el control de equipos como los de IT, como por ejemplo el monitoreo de las condiciones ambientales. Actualmente el sistema con el que se toman estas mediciones en la sede principal de Bogotá es mediante un dispositivo que cuenta con una pantalla donde se muestran los datos, hecho que implica que para saber estas mediciones la persona debe estar físicamente en el lugar.

Debido a la problemática planteada, inicialmente es necesario tener en cuenta que la razón de ser de IT es la atención de servicios técnicos al interior de la compañía y que el correcto funcionamiento de sus equipos es de vital importancia para toda la actividad de la empresa.

Dicho esto, para poder realizar estas labores el equipo de IT maneja infraestructura dedicada a la gestión digital de datos, interconectada para comunicar correos, acceso a internet, telefonía fija y móvil, servidores de almacenamiento de datos, entre otros. Estos dispositivos por su delicada labor requieren una constante monitoría para asegurar que los servicios que presta IT operen las 24 horas del día.

En la actualidad el centro de cómputo o *data center* de la sede principal de Halliburton de la Calle 113, es donde se alojan estos equipos, ellos cuentan con un sistema de aire acondicionado, pero debido a su constante funcionamiento tienden a alcanzar temperaturas elevadas de hasta $\pm 30^{\circ}\text{C}$, pero sus especificaciones limitan sus condiciones de trabajo generalmente a máximo 40°C como es el caso del Router Cisco 3900¹ y el Router Cisco 3800², equipos esenciales para el funcionamiento de IT.

Por lo anterior resulta necesario y relevante plantearse la siguiente pregunta, con el fin de generar una propuesta que permita eliminar el riesgo actual: ¿Cuál es el sistema de medición que requiere Halliburton para monitorear remotamente el *data center* de su sede de la calle 113 de Bogotá?

¹ Cisco.com. (2016). Cisco 3900 Series Integrated Services Routers Data Sheet. [online] Available at: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/3900-series-integrated-services-routers-isr/data_sheet_c78_553924.html.

² Cisco.com. (2016). Guía Rápida para Routers de la Serie Cisco 3800. [online] Available at: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/routers/access/3800/hardware/quick/guide/38qsgesp.pdf>.

2. ANTECEDENTES

Los sistemas de monitoreo remoto han sido de una gran ayuda para situaciones en donde no se puede observar físicamente algún evento, las aplicaciones en donde pueden encontrarse estos tipos de desarrollos son muy variados, algunos de los más relevantes son los siguientes:

- Sistema Remoto de Monitoreo Aplicado a la Movilidad en Bogotá³:

Es un proyecto de grado realizado por Jose A. Súa Díaz para la Universidad Distrital Francisco José De Caldas en 2009, donde se planteó un sistema dotado de diferentes sensores y cámaras, capaces de visualizar la congestión en las mallas viales con el fin de gestionar mejor los permisos de los semáforos, al disminuir el tráfico.

- Sistema De Monitoreo Remoto De Pacientes En Estado Crítico Utilizando La Infraestructura De Telecomunicaciones Existente En Colombia⁴:

Es un proyecto realizado por C. Cifuentes, C. Vargas, C. Sanchez, J. León, F. Martinez y E. Romero para la Universidad Nacional de Colombia en 2012, donde se implementó un sistema de telemedicina para la atención remota de pacientes en estado crítico en tiempo real, con la utilización equipos de infraestructura de bajo costo, dichas señales biomédicas corresponden a las señales de ECG, SpO2 y NIPB.

- Monitor Remoto de Temperatura y Humedad⁵:

Es un proyecto de fin de carrera realizado por Javier Lluesma Juan para la Universidad Politécnica De Valencia en 2011, donde se implementó un sistema que, mediante un sensor, media continuamente las variables de humedad y temperatura ambiente de un invernadero y por medio de un microcontrolador dotado de una antena, trasmite de forma inalámbrica la información a un ordenador donde eran visualizados los datos obtenidos.

³ Página Web: <http://www.slideshare.net/gueste78474/sistema-remoto-monitoreo-2678186>

⁴ Página Web: http://www.academia.edu/4239213/Sistema_de_monitoreo_remoto_de_pacientes_en_estado_cr%C4%B1tico_utilizando_la_infraestructura_de_telecomunicaciones_existente_en_Colombia

⁵ Página Web: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10105/PFC%20--%20JAVIER%20LLUESMA%20JUAN%20--%20DISCA115.pdf>

3. JUSTIFICACIÓN

Al tener en cuenta lo anterior, se puede decir que en el mercado actual existen dispositivos diseñados para monitorear las condiciones ambientales como temperatura y humedad, pero sus costos son (del orden de) los € 200⁶. Estos equipos incluyen funciones de medición con diferentes tipos de sensores, tamaños, acoplamiento en *racks* y funciones como envío de correos, mensajes de texto o la visualización en línea mediante páginas web o aplicaciones web.

Esta propuesta consiste en instalar una red de sensores de temperatura y humedad analizando las ubicaciones críticas o junto a los equipos clave del *data center* y programar una tarjeta de adquisición de datos para que se comuniquen con los sensores y adquiera sus respectivas lecturas.

Posteriormente, se interpretarán y procesarán los datos adquiridos y se enviarán a una página web donde el equipo de IT podrá conocer desde sus monitores, en tiempo real el estado actual de las condiciones ambientales del *data center*. Por tal motivo, no habrá necesidad de ir al lugar, que es la manera cómo funciona actualmente el control de temperatura de esta zona, utilizando un reloj que muestra en su Display, la temperatura y humedad alrededor del reloj.

Dicha página web será diseñada y programada para recibir los datos de la tarjeta de adquisición y mostrarlos para que sean entendibles para el lector y que pueda tomar las correcciones respectivas.

La finalidad de este sistema es que se minimicen los riesgos a los Ingenieros de IT al desplazarse hasta el *Data Center*, ampliando la cobertura de la responsabilidad social de la empresa con los mismos⁷, a su vez, se podrán detectar fallas de funcionamiento que repercuten en gastos de energía y perjudican en última instancia al medio ambiente, todo esto, desde el lugar que se encuentren con cualquier computador o celular.

⁶ Ditecom.com. (2016). Control De Temperatura Y Humedad Por IP. [online] Available at: http://www.ditecom.com/monitorizacion_IP/control-temperatura-por-ip.shtml.

⁷ ISAZA, Olano. Estudio de la responsabilidad social empresarial en Colombia, un compromiso de todos. Trabajo de grado Administrador de Empresas. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Administración de Empresas, 2014.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo remoto de condiciones ambientales del *Data Center* de Halliburton Calle 113 en Bogotá.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1 Analizar la cantidad y ubicación de los sensores de temperatura y humedad que requiere el *Data Center* de Halliburton Calle 113.

4.2.2 Desarrollar el algoritmo de tratamiento digital de datos necesario para la lectura de los sensores de temperatura y humedad.

4.2.3 Diseñar una página web con la utilización de HTML en la cual los usuarios puedan ver la información de las condiciones ambientales del *data center*.

4.2.4 Implementar el sistema de monitoreo remoto en Halliburton Calle 113.

5. MARCO TEÓRICO

En este apartado se presentarán, de manera general, los principios de funcionamiento de los sensores de temperatura y humedad, y el uso de servidores web, con el fin de mostrar su importancia y el impacto de sistemas que integran estos elementos en la industria.

5.1. SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Hoy en día, ante la complejidad progresiva de los procesos industriales y el aumento de la demanda de producción, resulta indispensable que esta sea lo más óptima posible. En ese sentido, al automatizar los procesos se deben usar toda clase de sensores que garanticen la calidad en cada etapa, por ello conocer cómo funcionan y poder llegar a implementarlos en determinado ambiente es fundamental como ingenieros electrónicos.

El uso de los sensores electrónicos de temperatura puede llegar a ser decisivo en la seguridad o confiabilidad en un determinado sistema automatizado, ya que por su versatilidad y facilidad de uso puede ayudar al control de un proceso industrial o para determinar la seguridad de las personas, hecho que contribuye a la responsabilidad social de la empresa con los trabajadores, ya que con estos sistemas se evitaría que haya alguna persona expuesta a altas o bajas temperaturas, donde en estos casos el peligro no es evidente dado que el calor o la humedad no son visibles.

Para la medición de condiciones ambientales, actualmente existen diferentes tipos sensores de humedad y temperatura, entre ellos, los capacitivos son los más utilizados en la industria, debido a su bajo costo de producción y a que resultan ser de alta confiabilidad. El principio físico en el cual se basa este tipo de sensores es mediante el cual, la variación de la capacitancia de un condensador interno cambia cuando se modifica la constante dieléctrica del mismo.

Al utilizar una mezcla gaseosa como dieléctrico, en este caso el aire del ambiente alrededor del sensor, el valor capacitivo del condensador va a cambiar su valor

proporcionalmente a la cantidad de moléculas de agua entre las placas del condensador. Por tal motivo, al tener en cuenta este cambio de capacitancia y medir una variable de más fácil manejo como es el voltaje del condensador es posible calcular el porcentaje de humedad de un determinado lugar⁸.

Adicionalmente este tipo de sensores comúnmente operan en el rango de temperatura establecido para centros de proceso de datos o CPD, cuya última actualización en 2011 de La Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción o ASHRAE, recomienda que dichos lugares estén en el rango máximo de entre 5 °C a 40 °C⁹.

5.2. SERVIDORES WEB

Los servidores web hacen parte del concepto denominado como internet de las cosas, término que hace referencia al creciente aumento de los dispositivos que se enlazan entre ellos o directamente a internet para algún determinado propósito.

Estos servidores son dispositivos de red que a su vez prestan servicios web a diferentes dispositivos, a los que se les conoce como clientes de ese determinado servidor. Generalmente se suele identificar un servidor como el equipo físico que realiza esta labor, pero de hecho los servidores también pueden ser desarrollados por *software*, en este caso la tarjeta Arduino con el módulo *Ethernet Shield* actuará como el servidor Web.

Para acceder a un determinado servidor web se utilizan los distintos navegadores que se pueden encontrar en internet como en el caso particular de Halliburton, el Internet Explorer. Dichos servidores almacenan aplicaciones o páginas web en las que los usuarios pueden acceder al contenido particular que ofrece: información del tráfico, portales de ventas, videos, entre otros. Para poder realizar esto los navegadores deben soportar protocolos de comunicación estandarizados, como lo

⁸ Ingeborda.com.ar. Automatización Industrial: Sensores De Humedad. [online] Available at: <http://ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Instalaciones%20Electricas%20Industriales/Sensores%20de%20Humedad.pdf>.

es por ejemplo el protocolo HTTP (*Hipertext Transfer Protocol*), encargado de intercambiar documentos HTML, archivos CSS, *Javascript*, entre otros¹⁰.

Por tal motivo los servidores web deben contener un intérprete HTTP, el cual espera las peticiones que realizan los clientes y el servidor responde con el contenido indicado, que posteriormente se le presenta al usuario.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del sistema de monitoreo remoto, se emplearán los principios de programación desarrollados en las materias de “Instrumentación Industrial”, “Automatización Industrial”, “Comunicaciones I” y “Transmisión de Datos”¹¹.

La herramienta que permite programar los dispositivos anteriormente presentados es el *software* homónimo a dichas tarjetas, Arduino, cuyo lenguaje de programación nativo es C.

Inicialmente la tarjeta de adquisición de datos Arduino deberá leer las mediciones de los sensores de temperatura y humedad mediante comunicación serial, dichos datos deben ser interpretados, clasificados y enviados al cliente del servidor web mediante el protocolo HTTP, al utilizar la tarjeta *Ethernet Shield* y las librerías de Arduino de este dispositivo para configurar y programar este tipo de servidor.

Estos datos una vez ya procesados con unidades de temperatura y porcentaje de humedad, serán comparados inicialmente respecto a las mediciones tomadas por el equipo de medición actual para validar su funcionamiento.

Luego, cuando los datos ya se encuentren en el servidor web, la información será presentada al usuario en una página web mediante la ip asignada para este propósito. Esta página será desarrollada con el lenguaje de etiquetas HTML, el cual soporta la tarjeta Arduino.

Luego se analizarán los posibles puntos clave para la ubicación de los sensores al interior del *Data Center* de Halliburton Calle 113 y se realizarán las modificaciones respectivas de *software* para la red de sensores diseñada.

¹⁰Sistemasacademico.uniandes.edu.co. Protocolo HTTP. [online] Available at: <https://sistemasacademico.uniandes.edu.co/~isis3710/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=temas:http-guia.pdf>.

¹¹ Estas son asignaturas cursadas y aprobadas durante la carrera de Ingeniería Electrónica.

Finalmente se realizarán pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo remoto en las que se pondrán a prueba eventos como un repentino aumento de temperatura y monitorear el tiempo de respuesta de las alertas.

7. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Las tarjetas de desarrollo de Arduino se caracterizan por su compatibilidad con múltiples sensores, actuadores y demás dispositivos que no sean de la misma empresa. Adicionalmente, una de las mayores ventajas en términos económicos es su bajo costo y su licencia gratuita; aspecto que no es fácilmente asequible con otros dispositivos lógicos programables como por ejemplo los PLC's. Otra de sus ventajas es el tiempo de desarrollo comparado con dispositivos tales como micro-controladores debido a que utilizan el lenguaje C, adicionalmente tanto la tarjeta como el ambiente de desarrollo soportan el lenguaje HTML para desarrollo de páginas web. Por lo anterior, la tarjeta Arduino es un dispositivo compatible con las necesidades del proyecto, por ello para la realización de este proyecto se utilizaron los siguientes recursos técnicos:

7.1 RECURSOS TÉCNICOS

- Tarjeta de desarrollo Arduino Mega 2560: encargada de la adquisición de datos de los sensores, procesamiento digital de los mismos y es el dispositivo sobre el cual se programa la página Web deseada utilizando el lenguaje HTML.

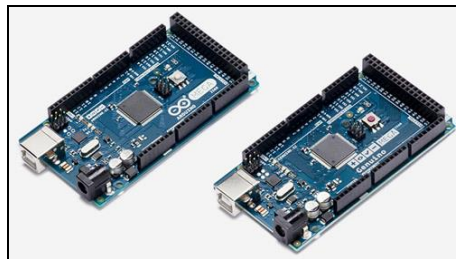


Fig.1. Arduino Uno - Imagen tomada de:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

- Arduino Ethernet: Encargada de comunicar los datos procesados vía RJ45 y enviarlos a la página web diseñada.

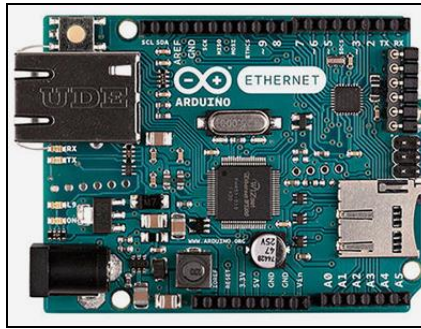


Fig.2. Modulo Ethernet Shield - Imagen tomada de:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>

- Sensor de Temperatura y Humedad DHT22: Encargado de capturar la variable física y traducirla a una trama de datos digitales, el cual cuenta con el rango de funcionamiento de entre 0% y 100% para Humedad y entre -40 y 80 grados Centígrados para Temperatura, valores necesarios para el proyecto planteado.

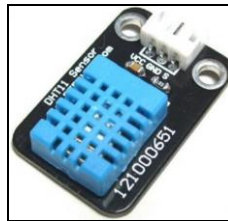


Fig.3. DHT22 Humidity & Temperature Sensor - Imagen tomada de:
<http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>

7.2 LIMITACIONES

El monitoreo remoto se puede realizar desde cualquier computador conectado por Red al dominio de Halliburton Bogotá Calle 113, o bien sea con un computador o celular, mediante una página web en la que se puedan leer los datos de temperatura y humedad al interior del *data center*, todo esto teniendo en cuenta que se realizaron pruebas de calibración del sensor y este respondió como se esperaba y cuenta con la capacidad de operar en tiempo real para ser visualizado en la plataforma.

Inicialmente se implementó este proyecto para la sede de Calle 113 pero de ser aprobado y requerido el alcance del proyecto se podrá extender a todas las bases de Halliburton.

7.3 SISTEMA DE MONITOREO REMOTO

Inicialmente se lee el sensor mediante comunicación serial y se clasifican las lecturas como datos de temperatura o humedad. Una vez con estas mediciones, se utiliza el monitor serial de Arduino para poderlas visualizar como se puede ver en la siguiente figura.

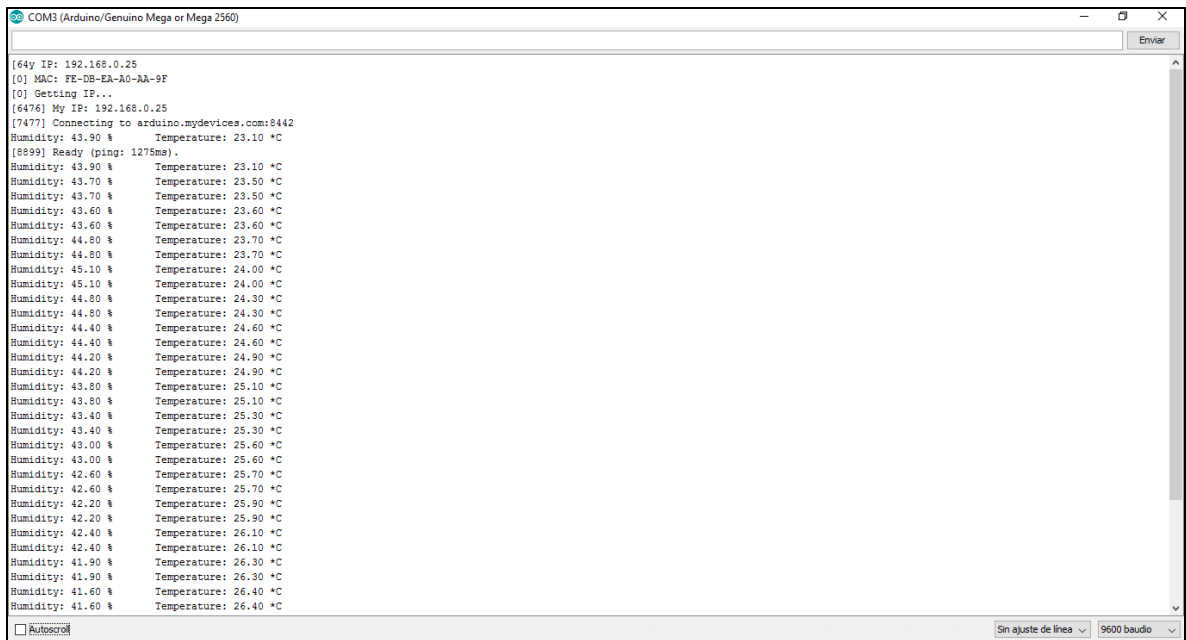


Fig.4. Visualización de las lecturas del monitor serial de Arduino.

Luego se diseñó la Pagina Web en HTML en donde se despliegan determinados textos informativos y los datos censados. Esta página fue diseñada para que se actualice cada 2 segundos automáticamente.



Fig.5. Página Web diseñada para el monitoreo remoto.

Adicionalmente se utilizó un servidor web que presta servicios para Internet de las Cosas el cual se llama *Cayenne*, en dicho portal se creó un canal de comunicación mediante la cuenta creada, para que recibiera los datos y los almacenara para poder tener un control histórico de temperaturas y humedades (Ver Anexos).

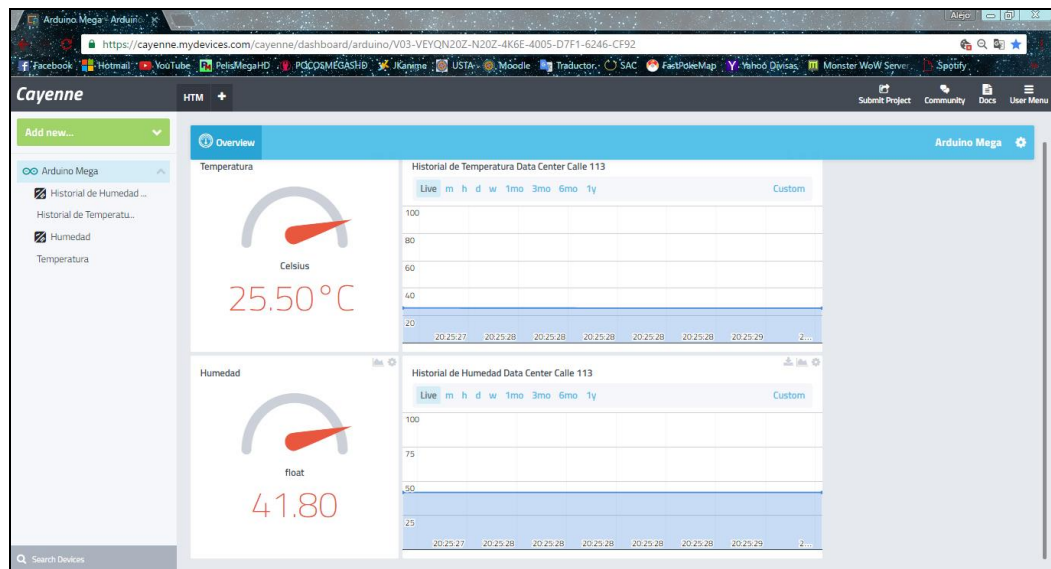


Fig.6. Servidor Web Cayenne para la visualización Histórica.

Dicho servidor web también puede ser visualizado mediante la aplicación móvil Cayenne, la cual es como se puede ver a continuación.

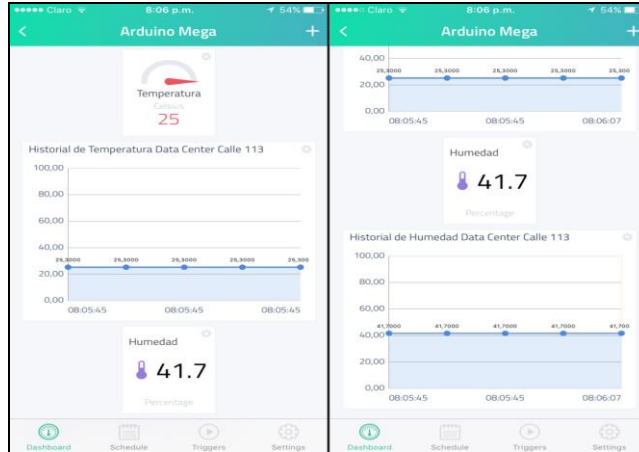


Fig.7. Aplicación Móvil Cayenne.

Además, se estableció una alarma la cual consiste en que si la temperatura supera el umbral establecido de 30°C, se envía un correo electrónico mediante un servicio de este servidor web, a todos los ingenieros de IT Colombia.

El correo recibido es como el siguiente ejemplo.

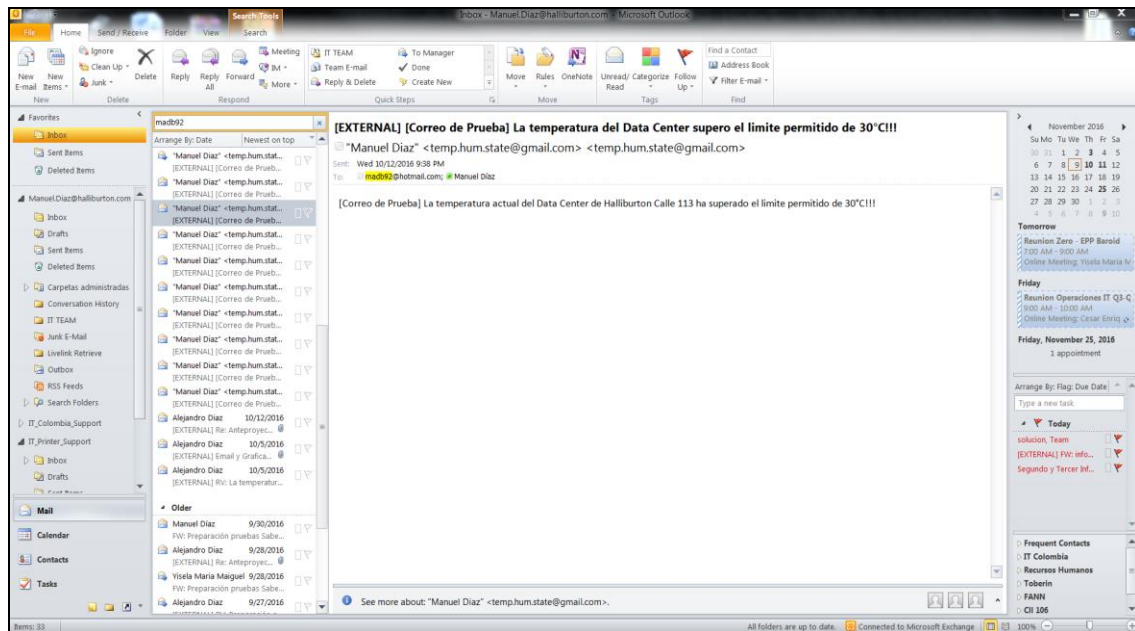


Fig.8. Correo electrónico de alerta.

Para poder visualizar mejor estos procesos y la lógica del mismo se presenta el siguiente diagrama de flujo:

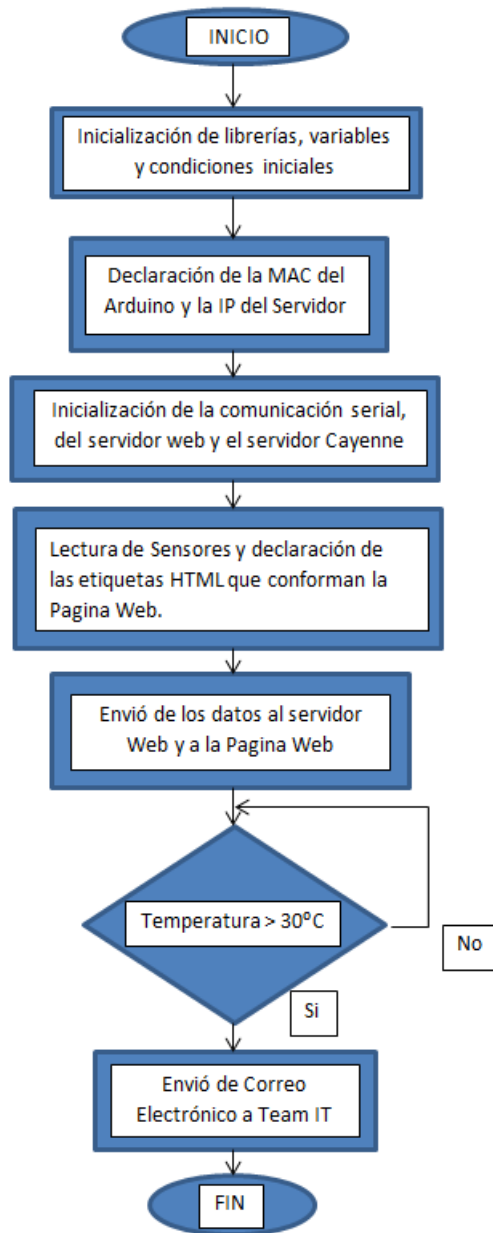


Fig.9. Diagrama de flujo del algoritmo implementado.

CONCLUSIONES

- La instrumentación y medición juegan un papel fundamental en la responsabilidad social en una empresa debido a que cumplen labores de revisión y control. Estos procesos resultan de gran impacto para las labores y tareas de la misma. Para este caso fue específicamente el censado de los equipos de comunicación, ya que al tener en cuenta su importancia, esta labor debe ser ininterrumpida debido a que a través de los equipos de IT, constantemente se manejan flujos de datos e información que tienen un gran impacto sobre la operación de los diferentes equipos de base y de pozo que ejecutan labores durante las 24 horas del día.
- El concepto de internet de las cosas o IoT, fue la base fundamental de la implementación de este proyecto debido a que en la actualidad existen diversas maneras de prestar servicios web con la utilización dispositivos electrónicos, hecho que hace algunos años presentaba limitaciones debido a la complejidad de enlazar dichos dispositivos de instrumentación, control, entre otros, con aplicaciones u otro tipo de servidores web en exploradores de internet como los que hoy día utilizamos, y que a su vez fueran compatibles con todo tipo de sistemas operativos, lo que es fácilmente superado al utilizar un servidor web que sea independiente del intérprete web en donde sea utilizado, al hacer del servicio programado un sistema más flexible.

RECOMENDACIONES

Principalmente se recomienda continuar con este proyecto para añadir la funcionalidad de controlar de manera directa las condiciones que producen cambios de temperatura, es decir que se pudiera manipular o variar la temperatura de los aires acondicionados con el fin de corregir un aumento descontrolado de la misma.

Adicionalmente se recomienda que, al detectar un aumento de la temperatura, superior al umbral permitido, se corte la alimentación de las UPS que energizan los equipos, para así evitar daños a los mismos.

Finalmente, el uso de sistemas embebidos, especialmente de open hardware y open software repercuten positivamente en factores como el costo de implementación de un determinado proyecto, la funcionalidad y compatibilidad con otros sistemas, siendo una ventaja que se puede tomar en cuenta a la hora de realizar una propuesta de investigación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cisco.com. (2016). Cisco 3900 Series Integrated Services Routers Data Sheet. [online] Available at: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/3900-series-integrated-services-routers-isr/data_sheet_c78_553924.html
- [2] Cisco.com. (2016). Guía Rápida para Routers de la Serie Cisco 3800. [online] Available at: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/routers/access/3800/hardware/quick/guide/38qsgesp.pdf>
- [3] slideshare.net. (2009). Sistema Remoto de Monitoreo Aplicado a la Movilidad en Bogotá. [online] Available at: <http://www.slideshare.net/gueste78474/sistema-remoto-monitoreo-2678186>
- [4] Academia.edu. (2011). Sistema De Monitoreo Remoto De Pacientes En estado Crítico Utilizando La Infraestructura De Telecomunicaciones Existente En Colombia. [online] Available at: http://www.academia.edu/4239213/Sistema_de_monitoreo_remoto_de_pacientes_en_estado_cr%C4%B1tico_utilizando_la_infraestructura_de_telecomunicaciones_existente_en_Colombia
- [5] Riunet.upv.es. (2012). Monitor Remoto de Temperatura y Humedad. [online] Available at: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10105/PFC%20--%20JAVIER%20LLUESMA%20JUAN%20--%20DISCA115.pdf>
- [6] Ditecom.com. (2016). Control De Temperatura Y Humedad Por IP. [online] Available at: http://www.ditecom.com/monitorizacion_IP/control-temperatura-por-ip.shtml.
- [7] ISAZA, Olano. Estudio de la responsabilidad social empresarial en Colombia, un compromiso de todos. Trabajo de grado Administrador de Empresas. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Administración de Empresas, 2014.
- [8] Ingeborda.com.ar. Automatización Industrial: Sensores De Humedad. [online] Available at: <http://ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Instalaciones%20Electricas%20Industriales/Sensores%20de%20Humedad.pdf>.
- [9] Friclima.org. Rangos de temperatura y humedad recomendados en CPDs. [online] Available at: <http://www.friclima.org/rangos-de-temperatura-y-humedad-recomendados-en-cpds/>
- [10] Sistemasacademico.uniandes.edu.co. Protocolo HTTP. [online] Available at: <https://sistemasacademico.uniandes.edu.co/~isis3710/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=temas:http-guia.pdf>.

[11] Estas son asignaturas cursadas y aprobadas durante la carrera de Ingeniería Electrónica.

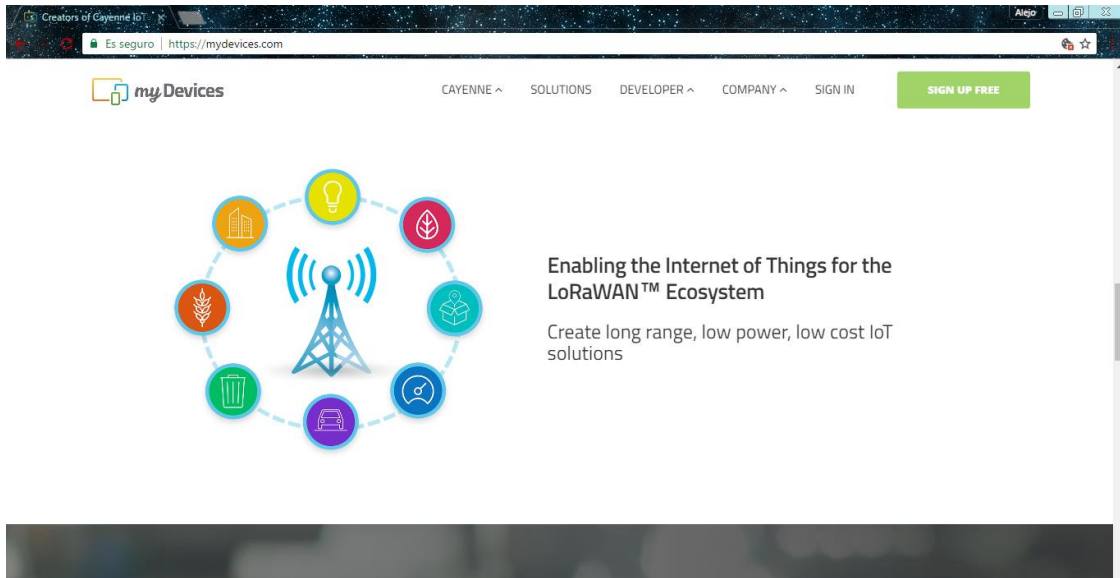
[12] IEEE Access. Green Internet of Things for Smart World. Noviembre, 2015, vol. 3, Online ISSN: 2169-3536.

[13] IEEE. Sensing and Actuation in IoT: An Autonomous Rule Based Approach. Enero, 2017, Electronic ISSN: 2155-6814.

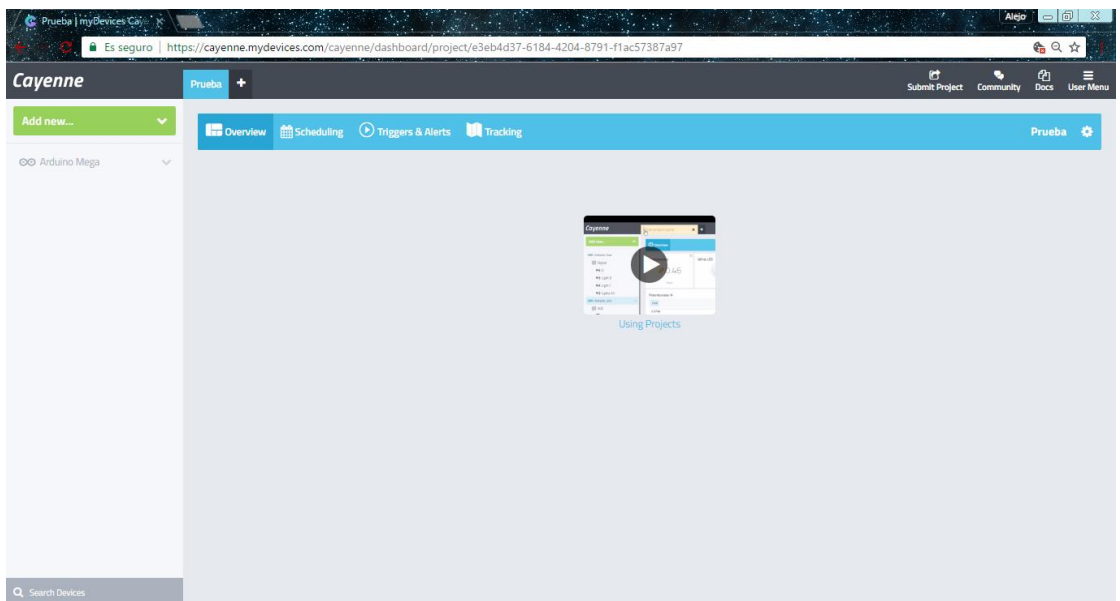
[14] Computer Networks. Green data center with IoT sensing and cloud-assisted smart temperature control system. Junio, 2016.

ANEXOS

A modo de ejemplo se explicará a continuación el proceso para enlazar y programar el Arduino al servidor Cayenne¹². Inicialmente se busca la página del servidor y se crea una cuenta con la cual se realizará el proyecto.

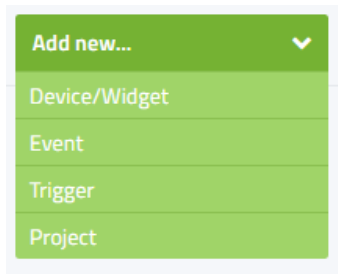


Una vez dentro de la cuenta creada, se crea un nuevo proyecto, en este caso "Prueba".

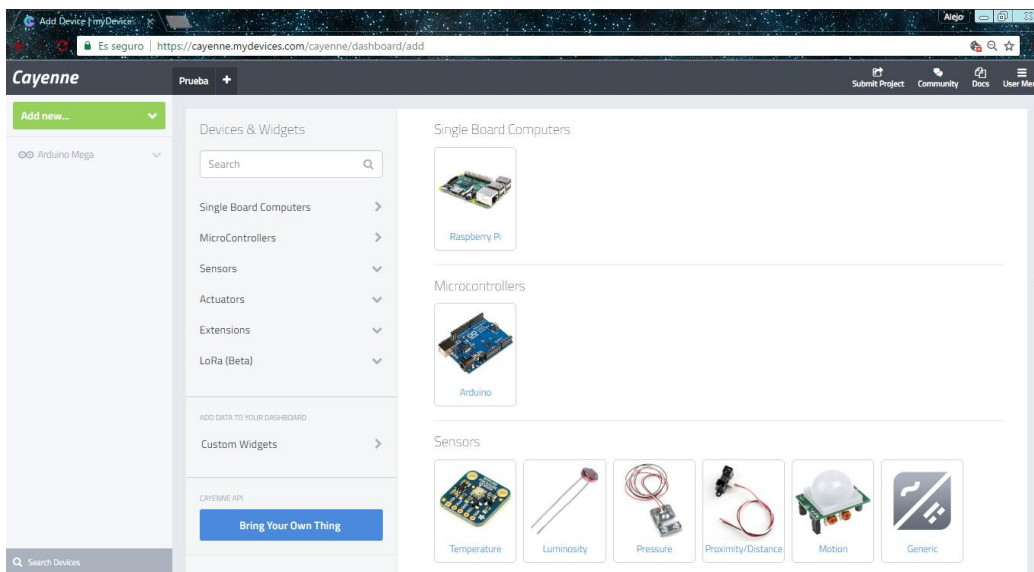


¹² Mydevices. Creators of Cayenne IoT Project Builder. [online] Available at: <https://mydevices.com/>.

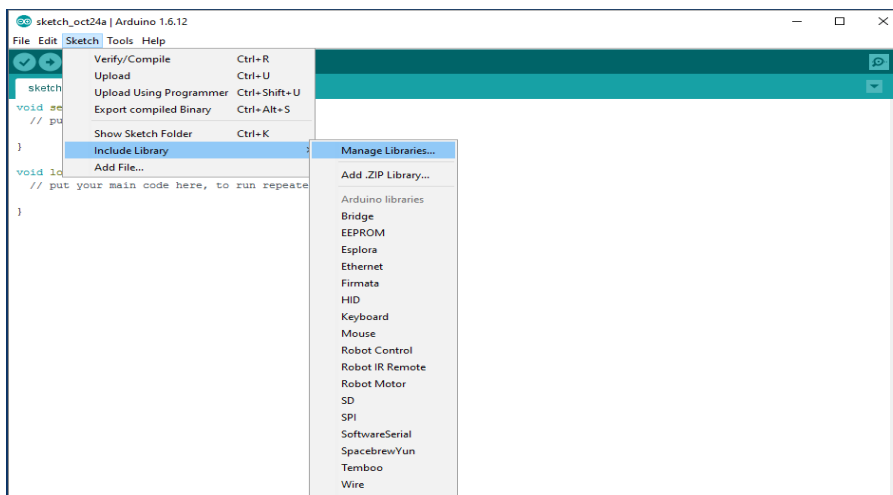
Luego se agrega un nuevo dispositivo.

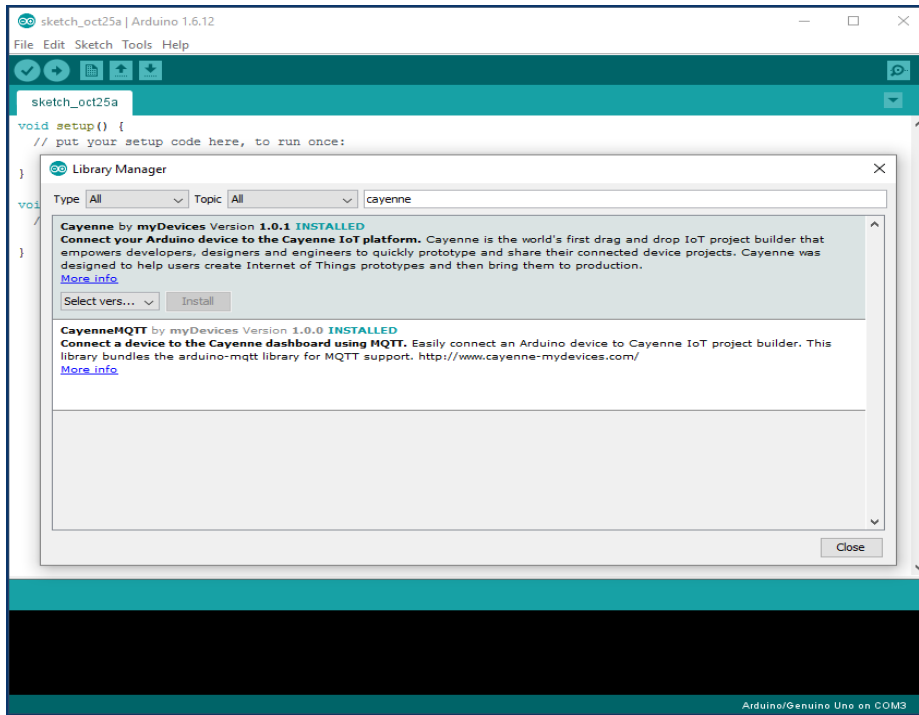


En las opciones que aparecen, se selecciona el dispositivo, sensor o actuador que se va a utilizar, en este caso un Arduino Mega.

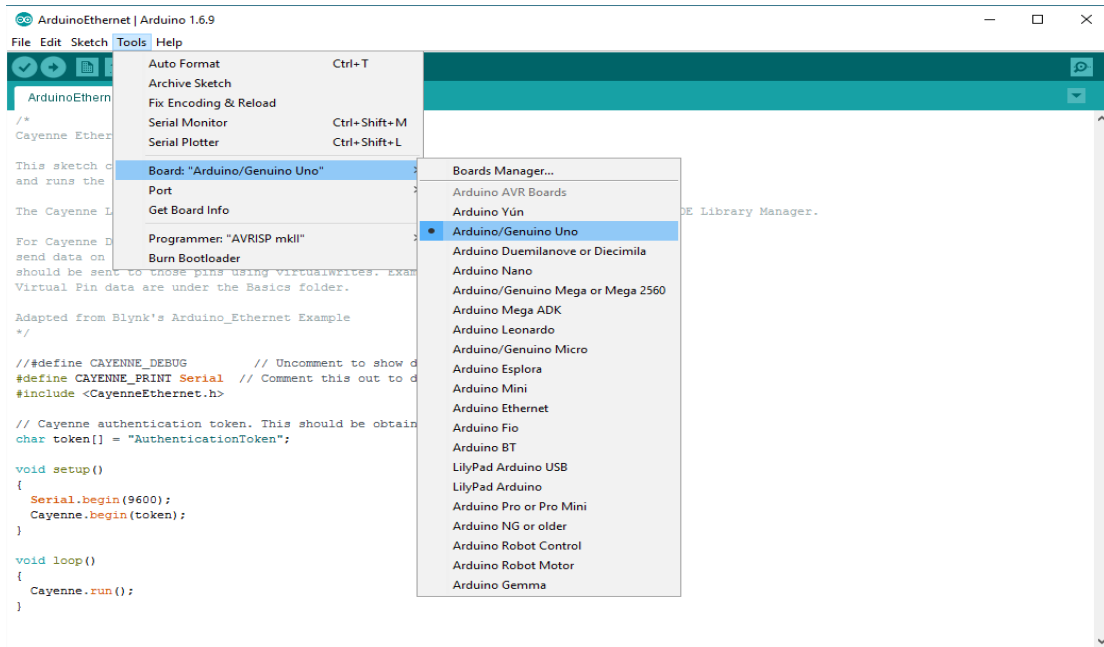


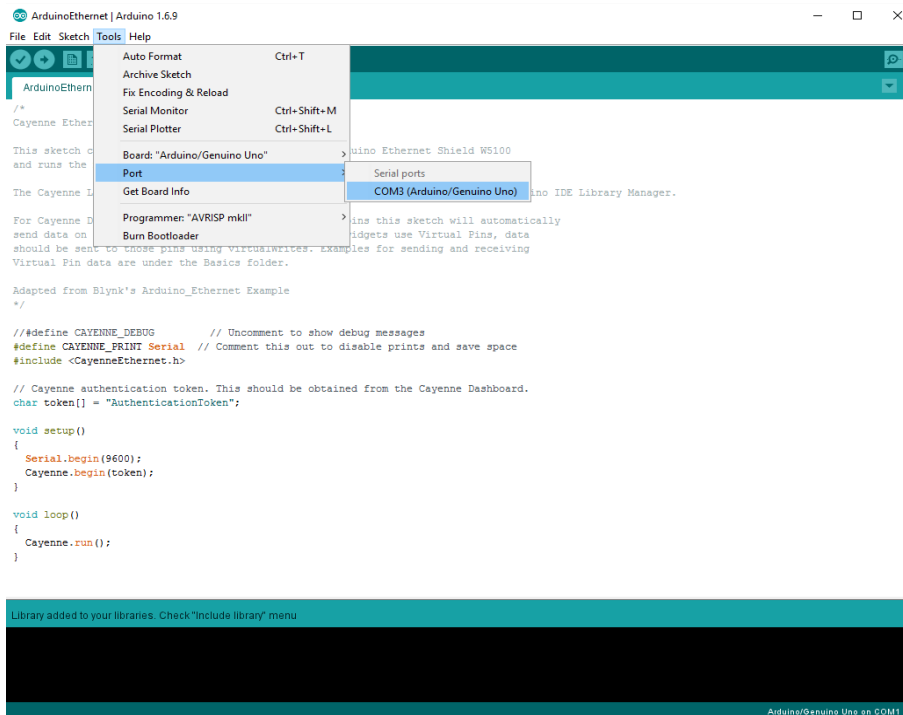
Luego el servidor esperara establecer por primera vez conexión con la tarjeta por lo cual, se agrega la librería de Cayenne al ambiente de desarrollo de Arduino.





Posteriormente, se elige el tipo de tarjeta Arduino a utilizar y el puerto de comunicaciones por medio del cual programaremos la tarjeta.





Finalmente, luego de establecer comunicación por primera vez con el servidor, este nos arroja un código de autenticación único el cual se programa al inicializar el código, para transmitir información desde el Arduino hacia la cuenta creada.

AUTH TOKEN FOR THIS DEVICE:

5pl6rjs8kk

Copy sketch file and Auth Token in Arduino IDE to upload

⚙️ Waiting for board to connect...



De esta manera se puede ampliar el uso del Arduino añadiéndole funcionalidades de Internet de las Cosas, siendo esta una ventaja que ofrece un valor agragado o que complementa potencialmente cualquier tipo de proyecto de ingeniería.