


**Información General**

Facultad CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA			
Programa Académico: INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES		Grupo(s) de Investigación: GNET	
Nombre del semillero /Sigla: Semillero de Sistemas de Telecomunicaciones /SISTEL		Fecha creación: 12 de Febrero de 2015	
		Regional: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Comunicaciones inalámbricas - Protocolos de Transmisión y Recepción			
Áreas del saber (1)			
1. Ciencias Naturales	2. Ingeniería y Tecnologías		
3. Ciencias Médicas y de la Salud	4. Ciencias Agrícolas		
5. Ciencias sociales	6. Humanidades		

**Información del Director del Proyecto**

Nombre: JOHAN LEANDRO TELLEZ GARZON		No. de identificación y lugar de expedición:	
Nivel de Formación Académica: Doctorado en Ingeniería Eléctrica con énfasis en el Área de Redes y Telecomunicaciones; Maestría en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones; e Ingeniero en Telecomunicaciones			Asesor
		X	Líder de semillero
Celular:		Correo Electrónico: jtellez@correo.uts.edu.co	

**Información de los autores**

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición:	Celular	Correo Electrónico

**Proyecto**

1. Título del Proyecto: DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS IoT PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS INSTITUCIONALES Y DE LA CALIDAD DE VIDA DE LAS PERSONAS	Modalidad del Proyecto (2)				
	PA	PI	TG	RE	Otra. Cuál?
<p><b>2. Planteamiento de la Problemática:</b></p> <p>Como resultado de la reducción de costos de fabricación y la miniaturización de circuitos han surgido una amplia variedad de dispositivos electrónicos desarrollados para diversas aplicaciones (Ferdoush &amp; Xinrong, 2014), por ejemplo, desde entretenimiento personal hasta dispositivos de monitoreo y diagnóstico en entornos médicos. Eso sin contar otros usos de vital importancia relacionados a la automatización de procesos industriales, de transporte o domótica.</p> <p>Otro aspecto relevante es que las potencialidades de los dispositivos electrónicos pueden ser acentuadas para desarrollar nuevos servicios y aplicaciones si estos dispositivos son conectados a internet, permitiendo realizar lecturas de su estado o cambiar parámetros de su configuración en tiempo real. Este se conoce como internet de las cosas (IoT- Internet of things). Una definición un poco más formal de IoT es que los objetos cotidianos pueden ser equipados con capacidad de identificación, detección, redes y procesamiento. Eso les permitirá comunicarse entre sí y con otros dispositivos y servicios a través de Internet para lograr algún objetivo útil o mejorar alguno proceso específico (Whitmore, Agarwal, &amp; Da Xu,</p>					

2015). IoT se puede interpretar como una infraestructura global de la sociedad de la Información para el establecimiento de servicios mediante la interconexión de objetos físicos que pueden ser gestionados de forma virtual.

Adicionalmente, es importante promover una cultura investigativa relacionada a IoT que permita que los actores institucionales desarrollen nuevos prototipos o metodologías basadas en IoT que mejoren la calidad de vida de las personas o que optimicen procesos o procedimientos a nivel institucional en aras de tener una mayor sostenibilidad, mayor agilidad y reducción de costos. Ejemplos de que tipos de procesos institucionales pueden ser mejorados mediante la aplicación de IoT se resumen en (Rueda, Manrique, & Cabrera, 2017).

Por lo anterior, se plantea la necesidad de que los integrantes del semillero SISTEL planteen nuevas metodologías basadas en IoT para mejorar los procesos institucionales o mejorar la calidad de vida de las personas.

### 3. Antecedentes:

Es amplia la cantidad de tecnologías informáticas, de telecomunicaciones y de dispositivos electrónicos que pueden ser usados como herramientas para resolver un problema de IoT. Es importante resaltar que la tecnología IoT abarca la unión de diversas áreas o campos del conocimiento donde se destacan las tecnologías de telecomunicaciones, protocolos de red TCP/IP, programación orientada a objetos, métodos de implementación de servidores informáticos, instrumentación electrónica, sensores inalámbricos y otros dispositivos programables. A continuación se muestran desde diversos puntos de vista algunas propuestas interesantes y desarrollos tecnológicos en el área de IoT que pueden ser usados como base para desarrollos por parte de los integrantes del grupo de investigación.

En el trabajo "Internet de las Cosas en las Instituciones de Educación Superior" de (Rueda, Manrique, & Cabrera, 2017)), se identifican e describen relaciones existentes y potenciales entre las tecnologías IoT y las Instituciones de Educación Superior (IES). Donde se analizan experiencias internacionales resultantes de un análisis bibliográfico para proponer una serie de temas en los cuales IoT puede añadir algún valor agregado a los procesos institucionales. Algunas relaciones interesantes entre las tecnologías IoT y la variedad de formas que pueden presentarse dentro de las IES son:

- IoT como herramienta pedagógica
- IoT como objeto de estudio o contenido de un programa
- Actividades de CTel relacionadas con IoT, con o sin cooperación nacional o internacional
- Emprendimiento de base tecnológica relacionado con IoT originado en IES
- Administración de instalaciones y recursos educativos de las IES; específicamente, la gestión de equipos, muebles, documentos, suministros y recursos bibliográficos; la gestión del campus o la infraestructura física de la IES; la difusión de contenidos e información institucional y la optimización de la infraestructura tecnológica pueden ser afrontados mediante esta relación.
- Administración académica de las IES.

En el trabajo "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications" de (Al-Fuqaha, 2015), es presentando un resumen de IoT haciendo énfasis en las tecnologías, protocolos y aplicaciones. Según los autores la premisa básica es tener sensores inteligentes que colaboren directamente sin intervención humana para entregar nuevas aplicaciones como se ejemplifica en la Figura 1.



Donde se ilustra el concepto general del IoT en el que cada aplicación específica o dominio está interactuando con otros dominios, mientras que en cada dominio los sensores/actuadores se comunican entre sí.

Figura 1. Los datos son alentadores, la expectativa a finales del 2020 es alcanzar 212 billones de objetos IoT desplegados globalmente. El instituto McKinsey Global reportó que el número de máquinas conectadas a internet ha crecido un 300% en los últimos 5 años y además se estima que todo el impacto económico anual causado por la IoT está en el rango de \$ 2.7 billones a \$ 6.2 billones para 2025. En (Al-Fuqaha, 2015), son mostrados los tamaños en potencial económico que

tendría IoT para las diversas aplicaciones. Además es realizado un análisis de los elementos que envuelve IoT (ver figura 2) desde diversos puntos de vista, por ejemplo en la parte de comunicaciones se analiza los protocolos posibles para este fin: WiFi, Bluetooth, IEEE 802.15.4, Z-wave, LTE-Advanced, RFID, NFC y UWB. Figura 2. Otros aspectos interesantes analizados en el artículo de (Al-Fuqaha, 2015) son: los principales esfuerzos de estandarización en las diversas capas del modelo OSI, análisis big data, y computación en la nube para soporte de IoT.



En (Whitmore, Agarwal, & Da Xu, 2015), es presentado “The Internet of Things—A survey of topics and trends”, un estudio de análisis del mundo IoT clasificándolo en varias categorías: tecnología, aplicaciones, desafíos, modelos de negocio, direcciones futuras y otras descripciones.

Con base en algunos de estos trabajos se puede concluir que es grande el potencial que tiene IoT a nivel económico y son variadas las aplicaciones y servicios que pueden surgir de esta área, así, es necesario que los estudiantes del programa de Telecomunicaciones de las UTS encuentren soluciones a varias de los elementos mostrados en la figura 2 enfocados al contexto institucional y regional.

#### 4. Justificación:

Con este proyecto, el semillero SISTEL, pretende establecer un mecanismo para motivar investigación en varias de estas nuevas aplicaciones IoT, enfocando en la búsqueda métodos o prototipos fundamentados en IoT para mejorar, optimizar o agilizar procesos institucionales en las UTS. Este proyecto ayudara al estudiante vinculado al semillero a aprender conceptos y tecnologías que permitan complementar los conocimientos adquiridos en sus estudios acerca del IoT.

Desde la perspectiva institucional pueden ser obtenidos varios beneficios ya que mediante la búsqueda de soluciones IoT a problemas concretos de las UTS se pueden agilizar y optimizar procesos y procedimientos además de la reducción de costos asociada.

Desde la perspectiva de sostenibilidad que es uno de los objetivos de la institución, es importante resaltar que varias soluciones IoT desarrolladas en el contexto del presente proyecto pueden contribuir a mejorar la sostenibilidad a través de la optimización del consumo recursos vitales como el agua y la energía eléctrica.

#### 5. Marcos Referenciales:

Los temas de este proyecto son multidisciplinarios, porque abarcan varias áreas como la instrumentación electrónica, las telecomunicaciones y la programación de computadores. Así se describen resumidamente algunos temas que servirán de punto de partida para los desarrollos IoT que se pretenden realizar desde el semillero.

##### Internet de las Cosas (IoT)

Es una ideología que se refiere a que todos los objetos imaginables de la vida cotidiana pueden estar interconectados a internet para visualizar sus variables asociadas o incluso modificar en tiempo real parámetros de su funcionamiento. Además, el concepto IoT implica que estos objetos tienen algún grado de cognición y pueden establecer interconexiones mutuas para resolver problemas específicos o crear servicios adicionales.

Según (Al-Fuqaha, 2015), existen 6 elementos esenciales que son cruciales para el desarrollo de IoT y que pueden ser vistos desde diversas áreas del conocimiento. La interacción de todos estos elementos puede ayudar a solucionar un problema que envuelva el concepto IoT.

##### Identificación

La identificación de los objetos es crucial en IoT, estos deben ser nombrados y enlazados con los servicios que ofrecen y sus demandantes, ejemplos de métodos de identificación son código electrónico de producto (EPC) o códigos ubicuos (uicode). En IoT es importante diferenciar entre la dirección (que es la usada por la red de comunicaciones) o el identificador (ID) de un objeto que se refiere a un nombre específico, ejemplo, “sensor\_temperatura\_10”. Los protocolos IPv4 e IPv6 son métodos de direccionamiento para objetos IoT.

##### Sensado

Es la recopilación de datos de objetos IoT distribuidos para enviarlos a un almacén de datos, base de datos o la nube. Estos datos colectados se convierten en información de análisis para tomar acciones para el servicio específico que se requiere. Los sensores IoT pueden ser sensores inteligentes, actuadores o dispositivos wearable (vestimenta).

##### Comunicaciones

Las tecnologías de comunicación permiten conectar objetos diversos para el desarrollo de servicios IoT. Se espera que estas tecnologías de comunicación, generalmente inalámbricas, permitan a los objetos operan normalmente a bajo consumo energético aun si los enlaces de comunicación presentan ruido o pérdidas. Las tecnologías de comunicación más usadas para estos fines son:

- WiFi
- Bluetooth,

- IEEE 802.15.4,
- Z-wave
- LTE-Advanced
- RFID
- NFC (Near Field Communication)
- UWB (ultra-wide bandwidth)

El tipo de tecnología de acceso seleccionada depende de los requerimientos de alcance, consumo energético y costo asociados al servicio IoT que se pretende desarrollar.

#### Computación

Este elemento puede ser analizado desde dos puntos de vista, hardware y software. Unidades de procesamiento (micro controladores, SoCs, FPGAs) y aplicaciones de software representan la habilidad computacional de IoT. Entre las plataformas más interesantes de hardware que permiten correr aplicaciones IoT: Arduino, UDOO, FriendlyARM, Intel Galileo, Raspberry PI, Gadgeteer, BeagleBone, Cubieboard, Z1, WiSense, Mulle, and T-Mote Sky.

En cuanto al software, existen múltiples plataformas para el desarrollo de IoT. Por ejemplo, Contiki RTOS ha sido utilizado ampliamente en escenarios de IoT, contiki tiene un simulador llamado Cooja que permite a los investigadores y desarrolladores simular y emular aplicaciones IoT y redes de sensores inalámbricos (WSN). Otro aspecto interesante de IoT es el procesamiento computacional en la nube que permite el análisis de grandes volúmenes de datos (big data).

#### Servicios

Desde la visión de IoT, el potencial de nuevos servicios es grande, estos se pueden clasificar en cuatro categorías: de identificación, de agregación de información, de colaboración y ubicuos. Algunos ejemplo relevantes que se encajan en una o varias de estas categorías de servicios son: hogares inteligentes (smart home), sistemas de automatización de edificios (building automation systems – BAS), sistemas inteligentes de transporte (Intelligent transportation systems – ITS), automatización industrial, salud inteligente (Smart healthcare), red eléctrica inteligente (Smart grid) y ciudades inteligentes (smart city).

#### Estándares asociados a IoT

Varios esfuerzos para producir protocolos asociados a IoT han sido desarrollados por diversos grupos como el IEEE, W3C, IETF, EPCglobal o el ETSI. En la figura 3 siguiente se pueden ver los principales protocolos producidos en cuatro capas diferentes (Al-Fuqaha, 2015).

Application Protocol		DDS	CoAP	AMQP	MQTT	MQTT-SN	XMPP	HTTP	REST
Service Discovery		mDNS				DNS-SD			
Infrastructure Protocols	Routing Protocol	RPL							
	Network Layer	6LoWPAN				IPv4/IPv6			
	Link Layer	IEEE 802.15.4							
	Physical/ Device Layer	LTE-A	EPCglobal	IEEE 802.15.4	Z-Wave				
Influential Protocols		IEEE 1888.3, IPSec					IEEE 1905.1		

En aplicación se tienen CoAP (Shelby, 2014) que define un protocolo de transferencia web basado en la transferencia de estado de representación (REpresentational State Transfer – REST). REST representa una forma simple de intercambiar datos entre clientes y servidores HTTP. REST permite a clientes y servidores exponer y consumir servicios web con un protocolo de acceso a objetos (Simple Object Access Protocol – SOAP) que es simple porque usa URIs como nombres y los métodos HTTP get, post, put, y delete, como verbos. La diferencia entre CoAP y REST es que el primero está enlazado a UDP y el segundo a TCP, lo que implica que CoAP sea más adecuado en IoT. CoAP modifica algunas funcionalidades HTTP para considerar algunos requerimientos de IoT como el consumo de energía y la presencia de ruido y pérdida en el enlace.

#### 6. Objetivo General y Objetivos específicos:

Desarrollar metodologías o prototipos IoT mediante dispositivos programables y tecnologías de programación informática para optimizar procesos institucionales o mejorar la calidad de vida de las personas.

#### Objetivos Específicos

- Identificar tecnologías actuales que permitan su uso como dispositivos programables o sensores inalámbricos para conectar a redes de datos inalámbricas o cableadas.
- Implementar tecnologías informáticas que permitan conectar los dispositivos programables o sensores inalámbricos a internet para establecimiento de servidores WEB o de bases de datos.

- Identificar procesos o procedimientos relacionados con los ejes misionales de las Unidades Tecnológicas de Santander donde puedan ser implementados desarrollos IoT con la finalidad de optimizar y agilizar dichos temas.
- Identificar actividades relacionadas al quehacer diario de las personas para desarrollar metodologías o prototipos IoT que mejoren aspectos de la calidad de vida relacionados al deporte, al hogar y a la salud.

### **7. Metodología:**

La metodología de este proyecto tiene el objetivo de incentivar las habilidades investigativas de los alumnos del programa de Telecomunicaciones y además permitir desarrollos en el área de IoT que ayuden a mejorar los procesos institucionales y el estilo de vida de las personas, es por eso, que se definen las etapas mostradas en la figura 4.

En cuanto a los recursos de hardware y software usados para el desarrollo del proyecto se requieren, las estaciones de cómputo pertenecientes al laboratorio de Radiocomunicaciones, un servidor del laboratorio de Cisco y el software necesario para implementación de servicios web y bases de datos. Además, se requieren dispositivos programables que se detallan a continuación:

- módulos ESP8266 (Grokhotkov, 2019)
- módulos raspberry pi (Perles, 2017)
- un módulo de TV digital raspberry pi tv hat
- actuadores y sensores diversos que dependen de tipo de tema investigado.
- demás elementos necesarios

### **8. Avances realizados:**

Se han realizado dos trabajos investigativos con la finalidad de buscar ideas que relacionen IoT y las instituciones de educación superior (IES), esto ha producido una serie de ideas para implementar sistemas IoT que mejoren algunos procesos críticos de la institución.

#### **Trabajos finalizados**

Es importante resaltar que este F-IN-02 describe una agrupación de proyectos o trabajos de investigación que realizan varios estudiantes o grupos de estudiantes. Cada vez que se termine uno de estos trabajos se generara un F-IN-03 para describirlo. A seguir se enumeran describen algunos trabajos ya finalizados que serán descritos más detalladamente es sus respectivos F-IN-03 y se relacionan con IoT:

- Diseño e implementación de una nube privada segura con herramientas open source para gestión de archivos de la empresa Fiber Group SAS
- Identificación y registro de estudiantes mediante RF ID para préstamo de elementos de laboratorio

#### **Trabajos en desarrollo**

Además, algunos proyectos de investigación que se encuentran en curso son:

- Sistema WEB de inventariado para Inder Santander enlazado a códigos QR para gestión en línea de elementos mediante aplicativo móvil
- Desarrollo de un ambiente virtual de aprendizaje en Moodle para brindar una capacitación en ofimática a los trabajadores de Inder Santander
- Aplicación móvil para presentación y fomentación del área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en estudiantes del último grado de secundaria de instituciones educativas del área metropolitana de Bucaramanga
- Sistema de monitoreo de frecuencia cardiaca en deportistas de alto rendimiento
- Sistema WEB de inventariado para Inder Santander enlazado a códigos QR para gestión en línea de elementos mediante aplicativo móvil
- Diseño de herramienta WEB piloto para la administración y gestión de los documentos relacionados con los proyectos de grado del programa de Telecomunicaciones
- Control de riego automático en la nube de Google Cloud a partir un sensor IoT de temperatura y humedad
- 

### **9. Resultados esperados:**

Los resultados que se esperan con este proyecto son: prototipos o metodologías para mejorar la calidad de vida y optimizar la calidad institucional desde el punto de vista logístico, administrativo y de sostenibilidad. Los resultados que se pretenden conseguir con el desarrollo del proyecto son los siguientes:

- Un buen desarrollo en la gestión, ejecución y evaluación general del proyecto a través del cumplimiento de los objetivos planteados.
- Proponer un banco de ideas para futuros desarrollos en temáticas que relacionen IoT con los procesos de Instituciones de Educación Superior (IES).
- Mejorar los conocimientos y las habilidades investigativas de los estudiantes del área de Telecomunicaciones de los estudiantes para que tengan herramientas que les permitan desarrollarse mejor como profesionales e incluso convertirse en futuros emprendedores en el área de IoT.
- Mejorar los procesos o procedimientos institucionales mediante la aplicación de trabajos desarrollados en el contexto del semillero SISTEL, enfocando en los temas de sostenibilidad ambiental.
- Exploración de nuevas tecnologías que permitan el desarrollo de sistemas IoT mas eficientes y económicos.

## 10. Cronograma:

A seguir se presentan los cronogramas asociados a este proyecto, el primero tiene que ver con las actividades generales para llevar a cabo el proyecto y el segundo se relaciona a los trabajos individuales que deben realizar los estudiantes, es posible que el tiempo sea extendido dependiendo de la complejidad del tema asignado y del compromiso de los involucrados en el desarrollo del tema asignado. Figuras 5 y 6.

Actividades semillero	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
Reuniones docentes y alumnos	■	■	■	■						
Reuniones semillero	■	■	■	■						
Trabajos de análisis de rendimiento de sistemas inalámbricos										
Análisis bibliográfico de tecnologías										
Definición de temáticas de trabajo										
Redacción del informe de resultados									■	■

Actividades trabajo específico	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Reuniones semillero	■	■	■	■
Investigación bibliográfica del tema asignado	■			
Desarrollo de los temas específicos asignados		■	■	■
Implementación del prototipo o metodología			■	■
Redacción del producto investigativo				■

## 12. Bibliografía:

Al-Fuqaha, A. G. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE communications surveys & tutorials, 2347-2376.

Ferdoush, S., & Xinrong, L. (2014). Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications. Procedia Computer Science, 34, (págs. 103-110).

Grokhotkov, I. (2019). ESP8266 Arduino Core Documentation.

Perles, À. (2017). Empezar con la Raspberry Pi (RPI).

Rueda, J. S., Manrique, J. A., & Cabrera, J. D. (2017). Internet de las Cosas en las Instituciones de Educación Superior. ISSN 2500-8609 Contenido.

Shelby, Z. H. (2014). The constrained application protocol (CoAP). RFC 7252.

Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The Internet of Things - A survey of topics and trends. Information Systems Frontiers, 261-274.

(1) Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

(2) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE: Reda