



Herramienta de Automatización, Monitoreo y Análisis de Componentes y Artefactos basados en el Internet de las Cosas

Presentado por:

Br. Pedro Boll

CI: 20.173.376

Tutor:

Prof. Antonio Russoniello

Agenda

- Introducción.
- Planteamiento del Problema
 - Análisis del Problema.
 - Objetivos del Trabajo Especial de Grado.
 - Alcance.
- Marco Teórico
 - Internet de las Cosas.
 - Herramientas de Visualización, Monitoreo y Control.
 - Placas Programables.



Agenda

- Marco Metodológico y Aplicativo
 - Metodología Scrum.
 - Cronograma de actividades.
 - Herramientas de Desarrollo.
 - Diseño e implementación.
- Demostración de software HAMACA.
- Resultados.
- Conclusiones.
- Trabajos Futuros.
- Referencias.



Introducción



Introducción

- Dia tras día, la cantidad de dispositivos que se conectan a internet se incrementa en cantidad y en variedad. Los artefactos que ahora poseen capacidades extendidas mas allá de su especificación original gracias a la presencia de sensores, actuadores.
- El volumen de datos que se generan a partir de ellos crea dificultades para analizarlos u observarlos en tiempo real.
- La capacidad de controlar múltiples dispositivos y de generar procesos automatizados con ellos también se ha vuelto una tarea compleja.
- Se ha diseñado y creado una alternativa de software que permite centralizar la observación de datos y el control de dispositivos, utilizando un escenario realista con prototipos funcionales.



Planteamiento del Problema



Planteamiento del Problema

Análisis del Problema

- La cantidad de dispositivos que se conectan entre ellos y servicios se incrementan rápidamente, así como también lo hacen los datos generados.
- La posibilidad de medir variables contextuales gracias a sensores o de actuar sobre el ambiente con actuadores, junto con la capacidad de conectarse a internet hacen que dichos dispositivos denominados “inteligentes” puedan llevar a cabo tareas de manera muy eficiente.
- Sin embargo la masificación de este tipo de tecnología ha traído retos en lo que respecta a la observabilidad de las operaciones y la información asociada a dichos dispositivos.



Planteamiento del Problema

Objetivo del Trabajo Especial de Grado

Desarrollar un software que ofrezca la capacidad de observación de datos de sensores de dispositivos inteligentes así como también la posibilidad de controlar y automatizar tareas de manera centralizada y flexible y contando con un escenario realista haciendo uso de prototipos funcionales de dispositivos basados en el concepto del internet de las cosas para validar el funcionamiento.



Planteamiento del Problema

Objetivos Específicos del Trabajo Especial de Grado

- Construir prototipos funcionales de dispositivos IoT para la captura de datos y que sean capaces de modificar su ambiente.
- Establecer una arquitectura adecuada para un sistema visualización de datos además de monitoreo y control de los dispositivos.
- Seleccionar y utilizar herramientas de código libre.
- Crear una interfaz donde se puedan acceder de manera centralizada las herramientas seleccionadas cuya integración permita explotar las ventajas de cada una.
- Validar con los prototipos el funcionamiento transversal de la solución.



Planteamiento del Problema

Alcance (Prototipos de Dispositivos IoT)

Por el lado de los prototipos de dispositivos, estos deben cumplir lo siguiente:

- Poder obtener datos reales sobre variables ambientales a través del uso de sensores.
- Realizar tareas que pueda alterar de alguna forma el ambiente haciendo uso de actuadores.
- Posibilitar la capacidad de despliegue de los dispositivos en diferentes ambientes o distintas tareas.
- Conectarse entre ellos usando algún protocolo/estándar libre de comunicación.



Planteamiento del Problema

Alcance (Software de Visualización, Monitoreo y Control)

El sistema planteado debe tener la capacidad de:

- Permitir la observación de datos en tiempo real e históricos de dispositivos.
- Posibilitar el monitoreo del estado actual de los sensores/actuadores presentes.
- Realizar el control (manual o automatizado) de tareas de los dispositivos conectados.
- Tener acceso a dichas capacidades de forma centralizada.



Marco Teórico



El termino “Internet de las Cosas” (IoT por sus siglas en ingles) engloba tanto a los dispositivos embebidos que utilizan servicios de comunicación ofrecidos por los protocolos de internet [1] como al marco de desarrollo en el que todas las cosas tienen una representación y una presencia en internet [2].

Aquellos dispositivos y objetos cotidianos con capacidad de comunicarse entre si y con otras plataformas, con un poder de computo en crecimiento continuo y dotados de sensores y actuadores forman ya parte una revolución en cuanto al uso de la tecnología.



Herramientas de Visualización, Monitoreo y Control

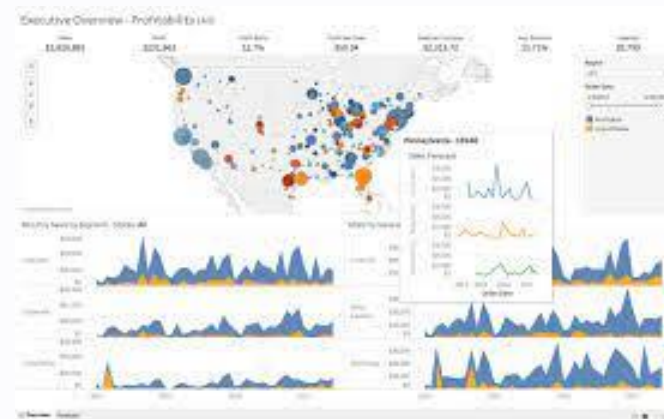
Herramientas de Visualización

Los seres humanos podemos comprender mucho más rápidamente la información si somos capaces de visualizarla. Las herramientas que ofrecen esa capacidad de organizarla son llamadas herramientas de visualización.

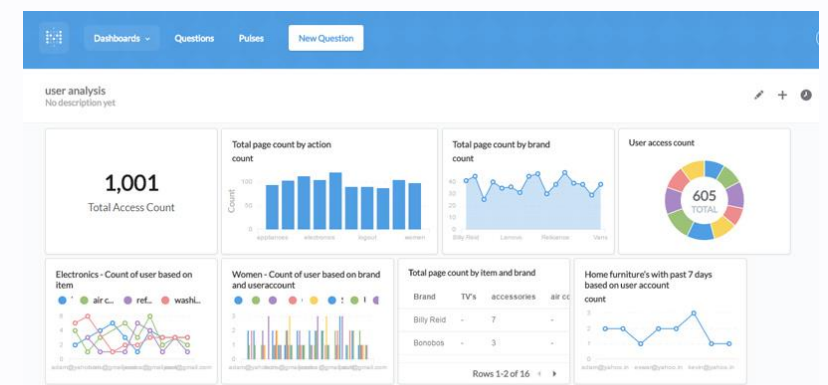
Ofrecen amplia gama de modos de presentar datos, dependiendo del tipo y el objetivo que se busca al mostrarlos.



Grafana



Tableau



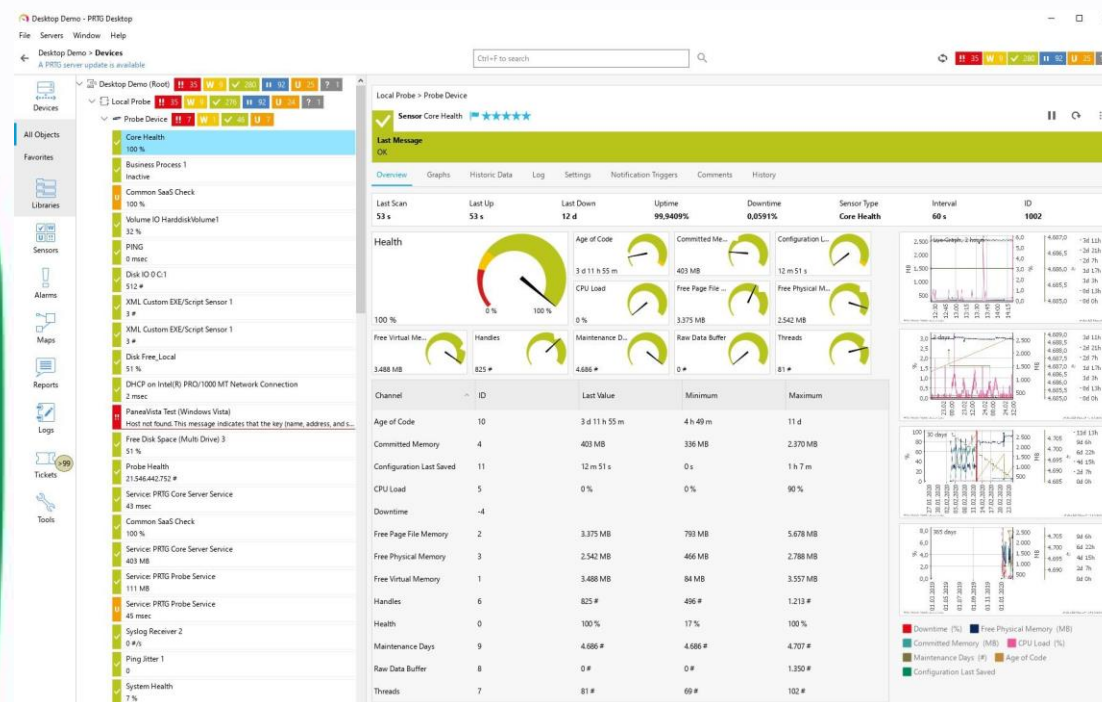
Metabase



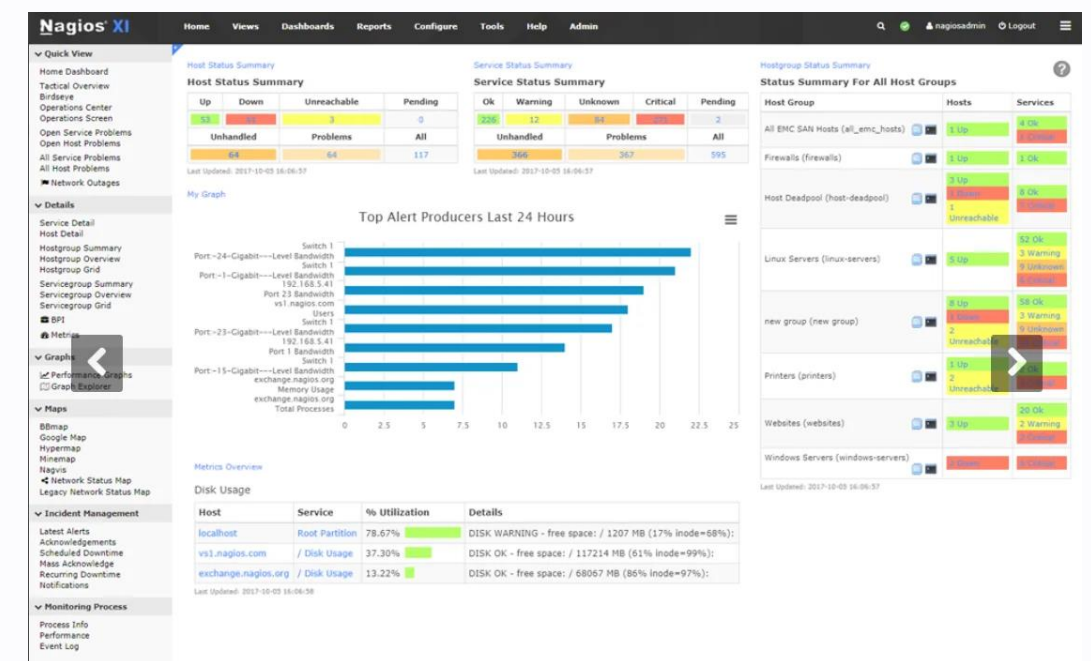
Herramientas de Visualización, Monitoreo y Control

Herramientas de Monitoreo

El monitoreo de procesos, componentes, artefactos o dispositivos no es algo nuevo. Dependiendo del área podemos encontrar gran cantidad de herramientas que permiten conocer el estatus de los mismos.



PRTG



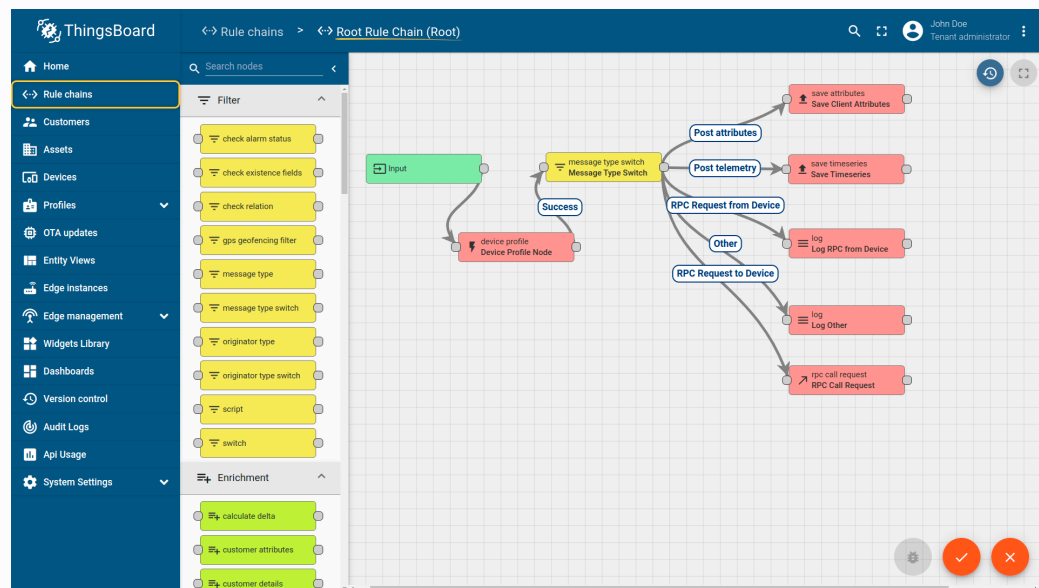
Nagios



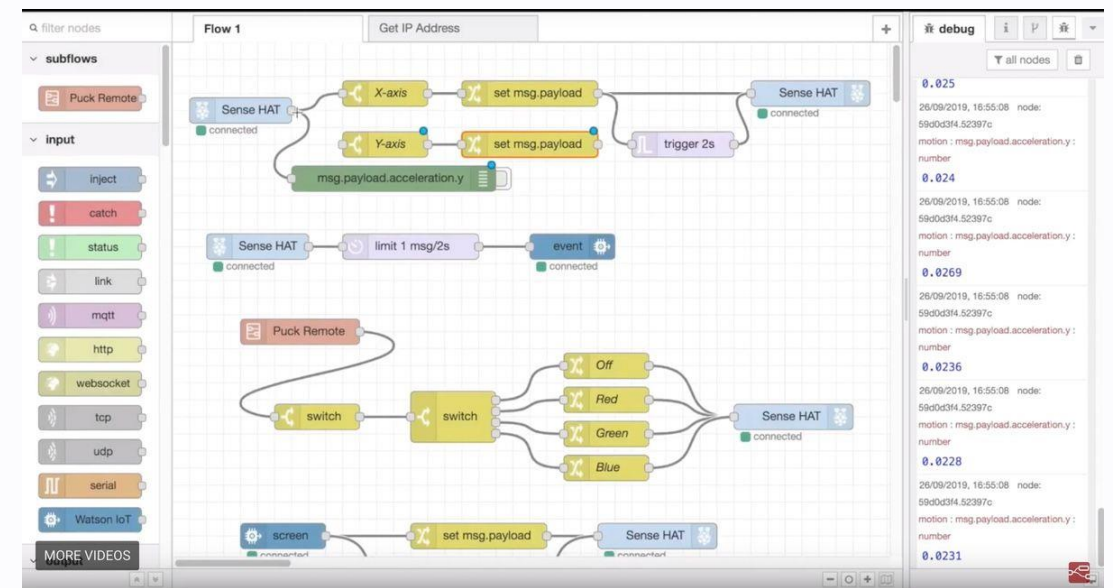
Herramientas de Visualización, Monitoreo y Control

Herramientas de Control

En el caso del control de dispositivos y la automatización de tareas, una herramienta que sea capaz de ser flexible ante las diferentes arquitecturas, protocolos y estándares que pueden presentar los artefactos es indispensable. A su vez las tienden a ser más complejas de uso.



ThinkBoard



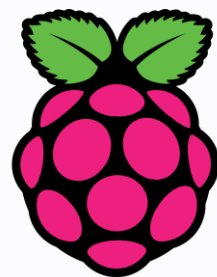
Node-Red



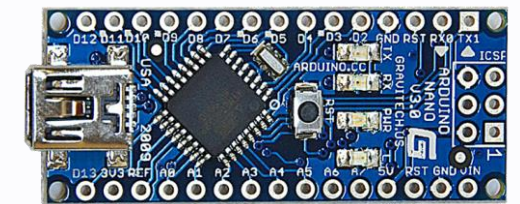
Placas Programables

¿Qué son las placas programables?

Las placas programables son microcontroladores y microcomputadores utilizados para realizar prototipos de estos dispositivos a un bajo costo más conocidas son placas Arduino y o SoC como los Raspberry Pi, creados bajo la idea de ser hardware abierto y con los cuales se puede probar la electrónica básica, sensores y actuadores necesarios para automatizar procesos.



RaspberryPi



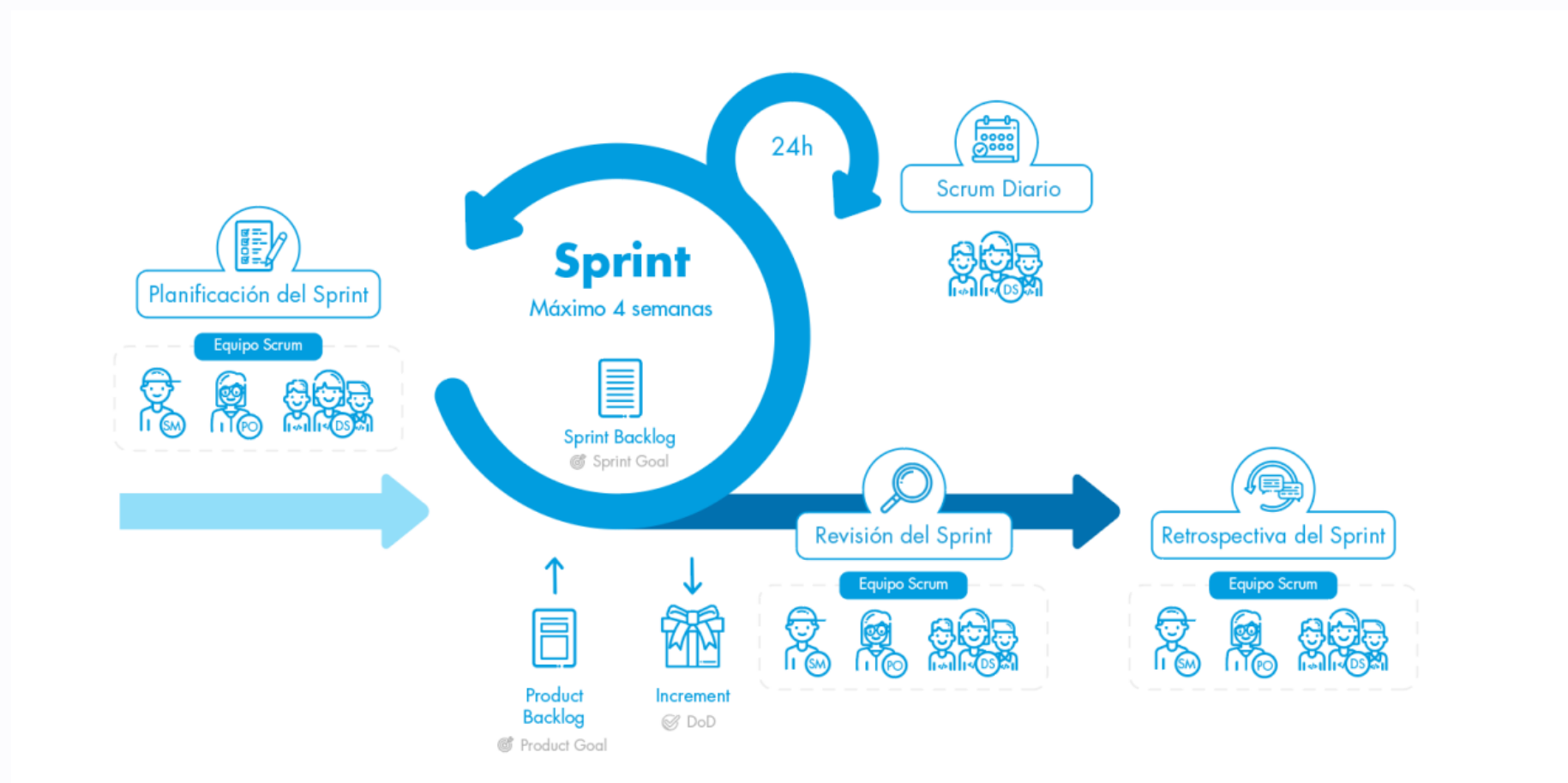
Marco Metodológico y Aplicativo



Metodología Scrum

Precisiones de la metodología de desarrollo

Para el desarrollo se uso la metodología ágil Scrum adaptada al proyecto. Se plantearon un conjunto de tareas dentro de sprints de dos semanas de duración donde se buscó realizar entregables incrementales, tanto en dispositivos como en la aplicación web.



Cronograma de actividades

Actividades establecidas para el trabajo de investigación

Actividad	Tiempo Estimado	Sprint
Levantamiento de requerimientos	Una semana	Sprint 1
Instalación y despliegue de Infraestructura	Una semana	Sprint 1
Diseño y prototipado de dispositivos	Una semana	Sprint 2
Desarrollo de scripts para sensores, actuadores y comunicación de datos	Dos semanas	Sprint 2 y sprint 3
Desarrollo de back-end del proceso de obtención de datos	Una semana	Sprint 3
Captura de datos de dispositivos	Doce semanas	Sprint 4 a sprint 10
Documentación de proceso de obtención de datos	Una semana	Sprint 4



Cronograma de actividades

Actividades establecidas para el trabajo de investigación

Actividad	Tiempo Estimado	Sprint
Implementación base de aplicación web	Una semana	Sprint 5
Desarrollo de módulo de gestión de aplicación	Una semana	Sprint 5
Desarrollo de módulo de visualización de datos	Una semana	Sprint 6
Desarrollo de módulo de control y automatización de dispositivos	Una semana	Sprint 6
Desarrollo de módulo de redes y comunicación de datos	Una semana	Sprint 7
Documentación de desarrollo de aplicación web	Dos semanas	Sprint 7 y Sprint 8
Pruebas de end to end de todos los flujos	Tres semanas	Sprint 8 y sprint 9
Recolección de resultados del proyecto de investigación	Dos semanas	Sprint 10

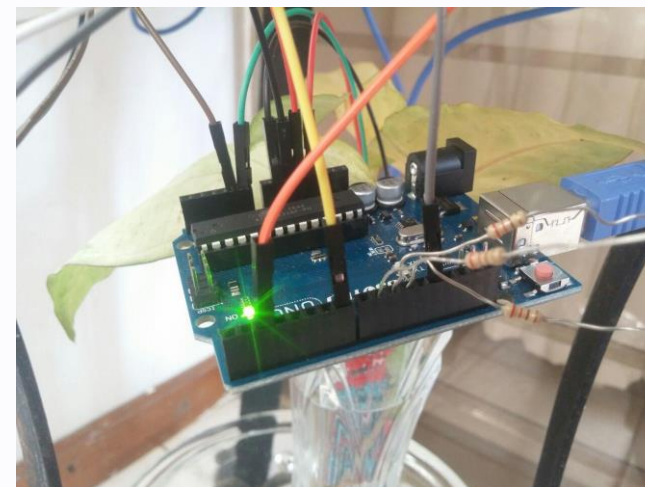
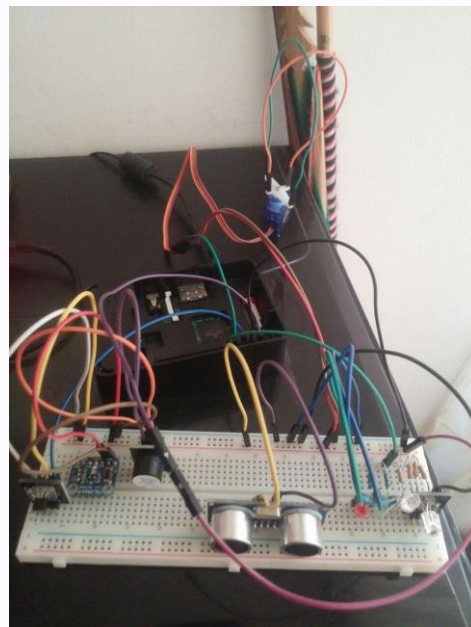


Herramientas de Desarrollo

Herramientas de Hardware

Para el caso de las herramientas de hardware se conto con un microcontrolador Arduino Uno.

En el resto de los dispositivos se hizo uso de microcomputadores Raspberry Pi: dos del tipo modelo 3B y dos del tipo Zero. Al ser computadores estos usaron un derivado del sistema operativo Debian llamado Raspberry Pi OS.



Herramientas de Desarrollo

Herramientas de Software

La aplicación web se desarrollo en el lenguaje de programación Python bajo el framework Django. La base de datos para administración del sistema web escogido fue Postgresql, por su facilidad de uso y robustez. Para los datos provenientes de sensores y actuadores se opto por utilizar la base de datos NoSQL InfluxDB basada en series de tiempo.

Con respecto a las aplicaciones integradas al sistema, éstas fueron desplegadas haciendo uso de contenedores Docker orquestados a través de Docker Compose.

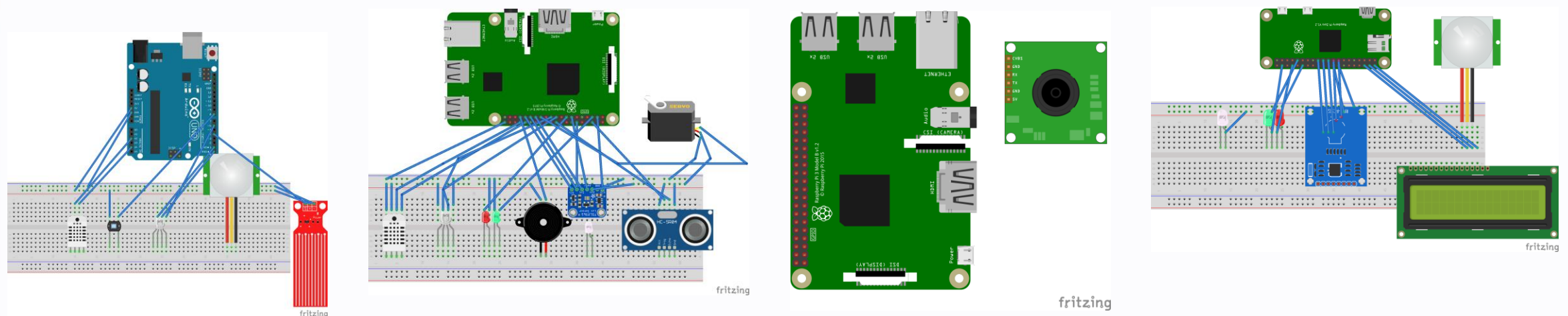
Por último, la comunicación fue datos estuvo a cargo de la implementación Mosquitto del protocolo MQTT.



Diseño e Implementación

Etapa de Diseño de Dispositivos

El diseño de se comenzó por los prototipos funcionales de dispositivos IoT. Se busco establecer el uso de diferentes enfoques tecnológicos (microcontroladores y microcomputadores) y sus componentes (sensores diferentes para medir las mismas variables, actuadores para cambiar el ambiente).



Diseño e Implementación

Etapa de Diseño de Dispositivos

Para poder mantener estandarizada la comunicación de datos, se estableció que los mensajes entre los dispositivos deberían tener la siguiente estructura:

```
1  {
2    "value": <"Valor de la medicion">,
3    "sensor": <"Nombre del sensor">,
4    "host_device": <"Nombre del dispositivo">,
5    "measurement_type": <"Nombre del tipo de lectura realizada">,
6    "location": <"Ubicacion">,
7    "date": <"Fecha en formato YYYY-MM-DDTHH:MM:SS:FZ">
8  }
```


Diseño e Implementación

Etapa de Implementación de Dispositivos

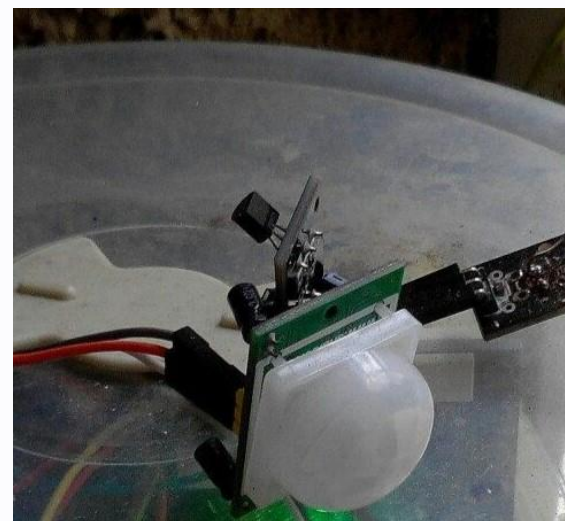
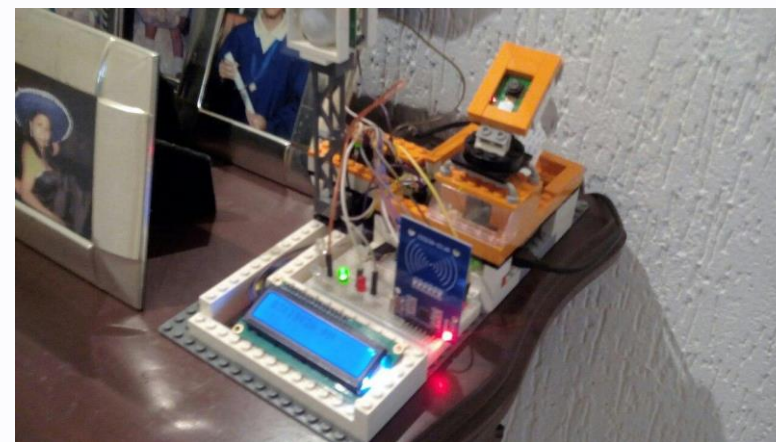
Se crearon cuatro prototipos de dispositivos, dos de ellos con tipo de sensores espejo para poder medir la diferencias en los datos reportados por sensores en dos ubicaciones distintas y dos sensores dedicados a la seguridad, uno dedicado a sensores y actuadores para acceso y uno para hacer de cámara de seguridad inteligente.



Diseño e Implementación

Etapa de Implementación de Dispositivos

Los dispositivos fueron probados y desplegados en los ambientes siguiendo el diseño establecido y estuvieron en operaciones durante todo el resto del desarrollo.

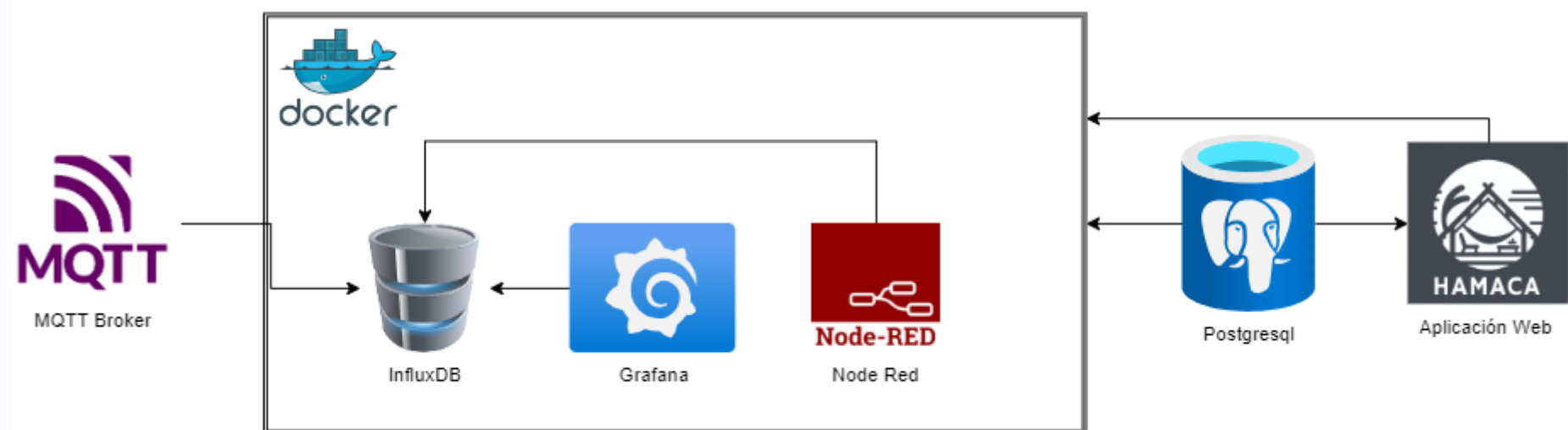


Diseño e Implementación

Etapa de Diseño de la Aplicación Web

En el caso de la aplicación web, la meta consistió en ser capaz de centralizar las herramientas de visualización de datos y de monitoreo y control de dispositivos de forma embebida.

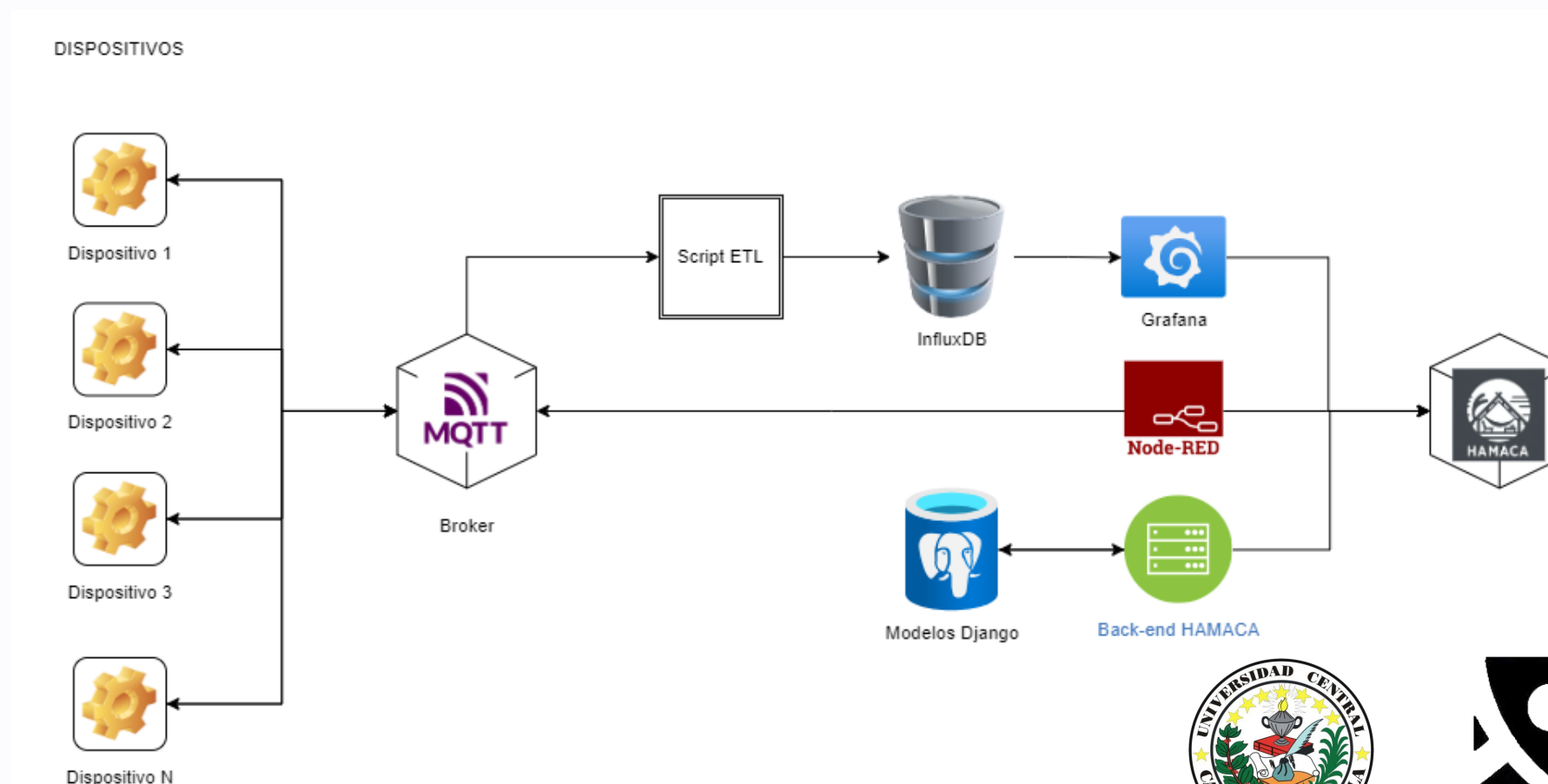
También se tuvo en cuenta una estructura monolítica basada en módulos de manera que pueda crecer de manera orgánica en términos de tecnologías y protocolos a implementar.



Diseño e Implementación

Etapa de Implementación

Para la visualización de datos la herramienta seleccionada fue Grafana un software capaz de crear cuadros de mando con gráficos. En el caso de la herramienta de control se escogió la herramienta de automatización de tareas Node-Red. Para la comunicación de los dispositivos y el sistema web se escogió el protocolo MQTT.





Demostración de la Aplicación Web HAMACA



Resultados

Resultados Obtenidos de los Prototipos

- Se desarrollaron scripts para 18 sensores y actuadores distintos. Durante la operación de los prototipos de dispositivos IoT llevó a la obtención de 2.6 GB de datos no estructurados, 3.1 GB en formato de imágenes y de 1.7 GB en formato de video. El desarrollo llevo 4 sprints equivalentes a 2 meses.
- La elección de las herramientas de visualización, monitoreo y control fueron influenciadas por las características de los datos y la forma de comunicación de los prototipos.
- La captura de información se realizó durante 8 meses.



Resultados

Resultados Obtenidos en la Aplicación Web

- La aplicación web fue construida haciendo uso de la metodología ágil Scrum, en un periodo de 6 sprints de 2 semanas para un total de tiempo de 3 meses de desarrollo, prueba y despliegue continuo en entregables incrementales.
- Se separó la aplicación web del back-end de ingesta de los datos provenientes de los dispositivos de forma que solo la base de datos basadas en serie de tiempo fuese el elemento base común a ellos.
- Se utilizó contenedores exitosamente para poder brindar portabilidad e independencia al sistema.



Resultados

Resultados Obtenidos en la Aplicación Web

- Se creó un cuadro de mando donde se podía visualizar el estatus de los 18 sensores y actuadores en los dispositivos, un panel de control para los actuadores así como también y 12 flujos de automatización basados en comportamiento de los dispositivos y sus datos.
- Se gestionaron 2 usuarios para la gestión de la aplicación para validar los roles y privilegios sobre los datos e información dentro del sistema.



Conclusiones



Conclusiones

- Este trabajo de investigación permitió demostrar la factibilidad del desarrollo de una herramienta centralizada de visualización de datos, monitoreo y gestión de procesos concernientes a dispositivos IoT.
- El desarrollo de prototipos de dispositivos IoT permitió identificar las fortalezas y debilidades de los enfoques utilizados para medir y controlar estos artefactos.
- Por el lado del desarrollo de la aplicación web se demostró que es posible integrar en un software que pueda orquestar e integrar herramientas existentes para tareas específicas como visualización de datos, automatización de procesos, monitoreo y control de dispositivos.



Conclusiones

- HAMACA puede ser una alternativa viable para poder centralizar las operaciones inherentes a dispositivos IoT y dentro de un esquema flexible en términos de las herramientas a integrar y módulos presentes.
- Finalmente se puede aprovechar las funcionalidades desarrolladas anteriormente dentro del ámbito académico, investigativo, industrial o uso personal.



Trabajos Futuros



Trabajos Futuros

Trabajos futuros para investigar y desarrollar

Entre los trabajos futuros que esta investigación abre la oportunidad de desarrollar se sugieren los siguientes:

- Desarrollar nuevas interfaces que permitan y conectarse a dispositivos que utilicen otros protocolos y estándares distintos a MQTT.
- Simplificar y mejorar la interfaz grafica de la aplicación web.
- Desarrollar e integrar nuevas funcionalidades que ayuden a mitigar vulnerabilidades inherentes al uso de un sistema web.
- Nuevos módulos de procesamiento que aprovechen los datos generados.



Referencias


[1] H. Tschofenig & others. Architectural Considerations in Smart Object Networking. Technical report, Internet Architecture Board, Marzo 2015.

[2] Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT. Descripción general de Internet de los objetos. Technical report, Union Internacional de Telecomunicaciones, Junio 2012.



Preguntas





Muchas gracias
por su atención

