**Propuesta de proyecto para tesis de grado.**

**Modalidad de práctica:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Trabajo de investigación aplicada |
|  | Diseño e implementación de un laboratorio virtual Con el ESP32 en el contexto de Internet de las cosas |

|  |  |
| --- | --- |
| Nombres y apellidos: | Omar Alberto Torres |
| Documento de identidad: | 91220873 |
| Teléfono: | 3043440112 |
| Semestre académico: | Noveno semestre |
| Correo electrónico: | Omara.torres@udea.edu.co |
| Fecha de inicio de actividades: | Pendiente |
| Fecha de entrega de la propuesta: | Pendiente |

**Título**

Laboratorio Virtual para Prácticas Académicas con IoT

**Abstract**

This project proposes the development of a virtual laboratory system based on the ESP32 chip, utilizing Internet of Things (IoT) principles to enable students to conduct educational practices in the control and monitoring of electronic systems. The system will integrate hardware and software modules, providing a web interface for the configuration and remote control of devices. The implementation of agile methodologies such as Scrum will ensure flexibility and adaptability during development, while the combination of hardware and software will optimize educational resources and prepare students for a digital and connected environment.

**1. Introducción**

**1.1. Contexto y Necesidad**

En el entorno académico, la formación práctica es fundamental para la comprensión y aplicación de conceptos teóricos. Los laboratorios tradicionales, aunque valiosos, tienen limitaciones en términos de flexibilidad y accesibilidad para la realización de prácticas en tiempo real. La creciente importancia de la tecnología y el Internet de las Cosas (IoT) en diversas disciplinas ha resaltado la necesidad de herramientas y sistemas que permitan a los estudiantes interactuar con hardware físico y software de manera remota y dinámica.

La IoT, por sus siglas en inglés "Internet of Things", se refiere a la interconexión de dispositivos a través de internet, permitiendo la recolección y el intercambio de datos en tiempo real. Esto abre nuevas oportunidades en la educación, facilitando la creación de laboratorios virtuales que permiten a los estudiantes acceder y controlar equipos y sensores desde cualquier lugar, a cualquier hora. Este enfoque no solo optimiza los recursos, sino que también prepara a los estudiantes para un mundo cada vez más digital y conectado.

**1.2. Beneficios del Sistema**

* **Flexibilidad:** Los estudiantes pueden realizar prácticas en cualquier momento y lugar, sin la necesidad de estar físicamente presentes en un laboratorio.
* **Accesibilidad:** Permite a un mayor número de estudiantes acceder a equipos y recursos que, de otro modo, podrían estar limitados por el espacio y la disponibilidad.
* **Actualización Constante:** Los laboratorios virtuales pueden actualizarse y mejorarse continuamente sin la necesidad de reemplazar equipos físicos.
* **Preparación para el Futuro:** Familiariza a los estudiantes con tecnologías emergentes y les brinda experiencia práctica en la gestión y análisis de datos en tiempo real.
* **Interactividad y Control**: Los estudiantes tendrán la capacidad de desarrollar y probar sus propias lógicas y configuraciones, promoviendo un aprendizaje más profundo y aplicado.
* **Evaluación y Seguimiento:** La capacidad de registrar y analizar las actividades de los estudiantes facilita una evaluación detallada del desempeño y el progreso durante las prácticas.
* **Flexibilidad en el Despliegue:** El sistema es versátil en su despliegue, pudiendo operar localmente a través de Wi-Fi o en la nube, lo que permite una amplia gama de aplicaciones en diferentes contextos educativos.

**1.3. Descripción del Proyecto**

Este proyecto propone el desarrollo de un sistema de laboratorio innovador basado en el chip ESP32, que integra principios de IoT para permitir a los estudiantes realizar prácticas educativas en control y monitoreo de sistemas electrónicos. El sistema estará compuesto por varios módulos de hardware y software que permitirán a los estudiantes configurar y controlar dispositivos electrónicos a través de una interfaz web.

**1.4. Objetivo General**

Desarrollar un sistema de laboratorio que combine hardware y software, utilizando el chip ESP32 y una interfaz web basada en Angular, para permitir a los estudiantes realizar prácticas educativas en control y monitoreo de sistemas electrónicos. Este sistema debe facilitar la configuración, control y evaluación remota de prácticas mediante el concepto de Internet de las Cosas (IoT).

**1.5. Objetivos Específicos**

**Diseñar e implementar el hardware necesario:**

* Configurar el ESP32 como controlador principal.
* Integrar sensores y actuadores adecuados para las prácticas educativas.
* Desarrollar un tablero de conexiones para la manipulación física del sistema.
* Crear una API que permita la comunicación eficiente entre el frontend, el ESP32 y la base de datos.
* Asegurar, que la API soporte las operaciones necesarias para el control y monitoreo de los dispositivos.
* Crear una interfaz de usuario intuitiva y funcional:
* Desarrollar una interfaz web utilizando que permita a los estudiantes interactuar con el sistema de manera sencilla y efectiva.
* Incluir funcionalidades que faciliten la configuración de sensores, actuadores y algoritmos de control.
* Implementar algoritmos de control en el ESP32:
* Programar el ESP32 para soportar salidas digitales, entradas digitales, entradas analógicas, y salidas analógicas.
* Desarrollar algoritmos de control PID y lógica difusa que los estudiantes puedan utilizar y ajustar durante las prácticas.
* Garantizar la seguridad y privacidad de los datos:
* Implementar medidas de autenticación y autorización para los usuarios.
* Asegurar la encriptación de datos tanto en tránsito como en reposo.
* Asegurar la escalabilidad del sistema:
* Diseñar la arquitectura del sistema para permitir la adición de nuevos módulos y sensores.
* Facilitar la expansión tanto en hardware como en software según las necesidades educativas.
* Desarrollar herramientas de evaluación y seguimiento:
* Incluir funcionalidades que permitan registrar y analizar las actividades de los estudiantes.
* Proveer métricas detalladas para evaluar el desempeño y progreso de los estudiantes.

**2. Estado del Arte**

**2.1. Avances en Tecnologías de IoT**

En los últimos años, el Internet de las Cosas (IoT) ha evolucionado significativamente, con aplicaciones que abarcan desde el hogar inteligente hasta la industria 4.0. Los avances en sensores, conectividad y procesamiento han permitido una integración más eficiente y accesible de dispositivos en redes inteligentes.

**2.2. Herramientas y Plataformas para Laboratorios Virtuales**

Existen diversas plataformas y herramientas que facilitan la creación de laboratorios virtuales. Estas herramientas permiten la simulación y el control de sistemas electrónicos de manera remota, utilizando interfaces web o aplicaciones móviles. Entre estas se encuentran sistemas basados en FPGA, plataformas de simulación en línea y entornos de desarrollo integrados (IDE) para programación de microcontroladores.

**2.3. Metodologías para la Gestión de Proyectos Educativos**

La gestión de proyectos educativos ha adoptado metodologías ágiles como Scrum, que permiten una mayor flexibilidad y adaptación durante el desarrollo de proyectos. Estas metodologías favorecen la colaboración continua y la entrega incremental de valor, lo que resulta especialmente beneficioso en el desarrollo de herramientas educativas y sistemas de laboratorio.

**3. Alcance**

El alcance de este proyecto incluye el diseño, desarrollo e implementación de un laboratorio virtual basado en el chip ESP32. Los objetivos específicos abarcan:

* Configuración y programación del hardware ESP32.
* Desarrollo de una API, backend y una interfaz web, frontend.
* Diseño e implementación de una consola de hardware.
* Implementación de algoritmos de control y gestión de datos.
* Pruebas y ajustes para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
* Elaboración de manuales de usuario.
* Planos de los circuitos implementados.
* Descripción de las funciones y o algoritmos desarrollados.
* Capacitación y soporte para usuarios finales.

El proyecto se enfocará en proporcionar una solución accesible y flexible para prácticas académicas a nivel de laboratorio, mediate el uso del concepto de internet de las cosas.

**4. Metodología**

La metodología adoptada para este proyecto será Scrum, una metodología ágil que facilita el desarrollo iterativo y adaptativo. La implementación de Scrum permitirá:

* Definir y priorizar los requisitos del sistema de manera continua.
* Realizar desarrollos incrementales en ciclos cortos (sprints).
* Revisar y ajustar el progreso y los requisitos en función de los comentarios y cambios emergentes.

El equipo de desarrollo trabajará en sprints para entregar incrementos funcionales del sistema, revisando y ajustando el proceso al final de cada sprint para asegurar que el proyecto cumpla con los objetivos establecidos.

**5. Requerimientos del Sistema**

**5.1. Requerimientos de Hardware**

* Chip ESP32 WROOM-32: Controlador principal para manejo de entradas y salidas digitales y analógicas.
* Tablero de Conexiones: Para evidenciar el funcionamiento del sistema de control con salidas y entradas cableadas.
* Sensores y Actuadores: Incluye sensores analógicos (como termocuplas) y actuadores para realizar las prácticas.

**5.2. Requerimientos de Software**

* + Backend API: Para gestionar la comunicación entre el frontend, el ESP32 y la base de datos. Implementado en un framework como Spring Boot.
  + Frontend: Interfaz de usuario desarrollada en Angular para la interacción remota con el ESP32.
  + Configuración del ESP32: Módulos de programación y control para manejar salidas digitales, entradas digitales, entradas analógicas, salidas analógicas, y algoritmos de control PID y lógica difusa.

**6. Componentes del Sistema**

**6.1. Hardware**

* + ESP32 W32-32: Procesador con capacidades de Wi-Fi para conexión remota y control de hardware.
  + Tablero de Conexiones: Para visualizar y manipular las conexiones físicas, el tablero deberá facilitar la conexión de salidas digitales a módulos tipo relé que permita el manejo de cargas que requieren de altas corrientes. Cableado de entradas y salidas analógicas con el estándar de 4-20 ma.
  + Sensores y Actuadores: Componentes para medir y controlar el entorno físico, como medidores de temperatura y nivel.

**6.2. Software**

* + Módulo de Programación de Salidas Digitales: Funciones que permitan configurar las GPIO del ESP32 como salidas digitales.
  + Módulo de Programación de Entradas Digitales: Funciones que permitan configurar GPIO del ESP32 como entradas digitales.
  + Módulo de Programación de Entradas Analógicas: Funciones que permitan configurar y escalizar las entradas analógicas del ESP32.
  + Módulo de Programación de Salidas Analógicas: Funciones que permitan configurar y manejar las salidas analógicas del ESP32.
  + Algoritmos de Control PID y Lógica Difusa: Para permitir a los estudiantes experimentar con técnicas avanzadas de control en sus prácticas.
  + Modulo supervisor de control

**7. Funcionalidades del Sistema**

**El sistema tendrá las siguientes funcionalidades:**

* Control Remoto: Los usuarios podrán controlar y configurar dispositivos a través de la interfaz web.
* Monitoreo en Tiempo Real: La interfaz permitirá la visualización de datos en tiempo real provenientes de sensores.
* Configuración de Sensores y Actuadores: Los usuarios podrán ajustar parámetros de funcionamiento de los sensores y actuadores.
* Análisis de Datos: El sistema permitirá el análisis y visualización de datos recolectados durante las prácticas.
* Registro de Actividades: Los estudiantes podrán guardar y revisar datos históricos de sus prácticas.

8. **Cronograma de Desarrollo e Implementación (Provisional)**



**9. Conclusiones**

El desarrollo del laboratorio virtual propuesto permitirá a los estudiantes interactuar de manera innovadora con sistemas electrónicos a través de una plataforma remota. La combinación de hardware y software proporcionará una experiencia educativa rica y dinámica, preparándolos para enfrentar desafíos en un entorno digital y conectado. El proyecto contribuirá significativamente a la modernización de las prácticas académicas y al fortalecimiento de las competencias en tecnologías emergentes.

**10. Bibliografía**

* Internet of Things: Principles and Paradigms, by Rajkumar Buyya and Amir Vahid Dastjerdi.
* Mastering ESP32, by Teodorico Jimenez.
* Angular for Enterprise-Ready Web Applications, by Doguhan Uluca.
* El gran libro de Angular:

<https://www.academia.edu/42671049/El_gran_libro_de_Angular_compress>.

* Spring Boot en Acción

<https://github.com/Innsmounth/JavaEBooks/blob/master/Spring%20Boot%20in%20Action.pd>

* FreeRTOS Version 9: <https://www.freertos.org/FreeRTOS-V9.html>
* Ciencias Internet de las cosas: [Arduino y el Internet de las cosas - 3Ciencias](https://3ciencias.com/libros/libro/arduino-y-el-internet-de-las-cosas/)
* Historia Internet de la cosas: [Breve historia de Internet de las cosas (IoT) | TIC, TAC, TEP: Aprender en el siglo XXI (wordpress.com)](https://palomarecuero.wordpress.com/2021/07/30/breve-historia-de-internet-de-las-cosas-iot/).
* El lenguaje de programación C.

<https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/13741/mod_resource/content/0/El-lenguaje-de-programacion-C-2-ed-kernighan-amp-ritchie.pdf>