



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MINIESTACIÓN METEOROLÓGICA SUSTENTABLE USANDO TECNOLOGÍAS IoT EN LA REGIÓN PUNO

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Cambio climático y agricultura	Recursos Naturales y Medio Ambiente	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input checked="" type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Ivan Delgado Huayta
Escuela Profesional	Ingeniería Electrónica
Celular	959990991
Correo Electrónico	idelgado@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Karlos Alexander Ccantuta Chirapo
Escuela Profesional	Ingeniería Electrónica
Celular	992794447
Correo Electrónico	kccantuta@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	James Rolando Arredondo Mamani
Escuela Profesional	Ingeniería Electrónica
Celular	985005690
Correo Electrónico	jarredondo@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Alejandro Apaza Tarqui
Escuela Profesional	Ingeniería Estadística e Informática
Celular	951422201
Correo Electrónico	apazatarqui@unap.edu.pe



I. Título

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MINIESTACIÓN METEOROLÓGICA SUSTENTABLE USANDO TECNOLOGÍAS IoT EN LA REGIÓN PUNO

II. Resumen del Proyecto

Un prototipo de miniestación meteorológica usando tecnología IoT (MM-IoT) es un conjunto de equipos de medición, almacenamiento, seguimiento y visualización de variables meteorológicas. Su objetivo es ofrecer a los estudiantes de pregrado y postgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas, y otras Facultades de la Universidad de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, los recursos técnicos para adquirir conocimientos y destrezas de observación y análisis de fenómenos atmosféricos a escala real. Las mediciones generadas por la MM-IoT, también pueden ser empleadas en tesis y proyectos de titulación. Por ende, una MM-IoT se usa como herramienta con el fin de reforzar el proceso de aprendizaje de los estudiantes que involucran temáticas de inteligencia artificial y ciencias meteorológicas. Esto se puede lograr por medio de la experiencia didáctica que puede ofrecer una estación de trabajo implementada con equipos de última generación, que son capaces de obtener todas las señales y medidas de una estación meteorológica, la cual recopilará datos meteorológicos en tiempo real a través de una red de sensores especializados que en este caso son basados en la tecnología IoT. Como metodología de desarrollo se evalúan las condiciones operativas de los equipos principales de las diversas estaciones meteorológicas operadas por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) localizados a lo largo de la región y del país.

III. Palabras claves (Keywords)

Prototipo, Miniestación Meteorológica, IoT

IV. Justificación del proyecto

Las miniestaciones meteorológicas son importantes porque gracias a ellas se pueden realizar estudios del clima, el cual tiene implicaciones en las actividades de salud pública, gestión del riesgo, agricultura, pesca, gestión del agua, turismo, transporte y energía, además su estudio se realiza mediante el muestreo de variables meteorológicas tales como temperatura, humedad, precipitación, dirección velocidad del viento, entre otras.

En el presente trabajo proyecto se enfoca en el diseño e implementación de un prototipo de miniestación meteorológica con tecnología IoT que pueda utilizarse dentro de la Universidad Nacional del Altiplano para medir variables climatológicas, que puedan usarse para diversos trabajos académicos interdisciplinarios, además de integrar tecnologías IoT para mejorar la experiencia del usuario

Con la implementación del IoT la miniestación meteorológica tiene la capacidad de realizar un autodiagnóstico al comunicar su estado actual, mostrar la información de los sensores en tiempo relativamente cercano al real y enviar dicha información mediante una red inalámbrica.

V. Antecedentes del proyecto

En el 2013 fue presentado el prototipo de estación meteorológica para la medición de variables ambientales aplicando técnicas de diseño experimental y el uso de la plataforma embebida Arduino, Open Forecast, es un sistema cuya finalidad fue supervisar las alteraciones climáticas de las principales variables ambientales, específicamente temperatura, humedad y presión atmosférica, gracias a la implementación de completos análisis estadísticos sobre diseño de experimentos, aprovechando las ventajas intrínsecas



de las filosofías de software y hardware libre. El objetivo de este proyecto es el análisis, diseño y elaboración de un dispositivo electrónico de estación meteorológica que permita recoger las señales de los sensores y transductores para efectuar la medición de las variables ambientales (Carbonell, 2013).

En el trabajo de grado de Garzón Guzmán Brian Yesid, y de Rincón Cerón María Fernanda plantean el diseño e implementación de una estación meteorológica automática (EMA) para la medición de variables ambientales que se relacionan a la generación de la energía eólica y fotovoltaica. Para cumplir con el procesamiento de datos, en la estación se implementó la tarjeta Arduino DUE, lograron la visualización de los datos en tiempo real en el servidor creado en phpMyAdmin, la información es almacenada en dicho servidor de forma constante a través de conexión Wifi y finalmente cuenta con conexión correspondiente para el módulo SD, garantizando el almacenamiento continuo de respaldo y que es relacionado por día en un archivo .csv (Garzón & Rincón, 2017).

Así mismo, en 2017 se propuso un sistema para la recolección de datos meteorológicos usando una Red de Sensores Inalámbricos (RSI), capaz de transmitir los datos en tiempo real. El sistema logró automatizar los procesos de obtención de datos de manera continua y a largo plazo, por medio de un módulo de abastecimiento de energía solar que permite autonomía para su funcionamiento. Para la viabilidad del diseño e implementación de prototipos se propone la construcción de dos sistemas basados en DigiMesh y Wi-Fi, los que se pueden aplicar a diferentes escenarios como zonas urbanas y rurales. Adicionalmente se evaluó la transmisión de información a plataformas de Internet de las Cosas (IoT), en donde se gestiona y visualiza los datos obtenidos por los puntos (Quiñones, González, Torres & Jumbo, 2017).

De acuerdo con las recomendaciones de Bueno y Lindo (2018) "Para el buen funcionamiento de la estación meteorológica se recomienda seguir a cabalidad los procedimientos y protocolos establecidos en el manual de funcionamiento" (Bueno, R. & Morales, C, 2018). Recalcando luego la necesidad de un manual de usuario con la adecuada documentación técnica, que garantice la correcta operación y, por tanto, el buen funcionamiento de la estación.

Para una mejor predicción del tiempo meteorológico se necesita contar con una gran cantidad de Estaciones Meteorológicas, sin embargo, estas tienen un costo muy elevado en el Ecuador, por lo que el autor Román (2018) realizó un diseño e implementación de una Estación Meteorológica basados en equipos de hardware libre como lo son Raspberry Pi B+ y Arduino Mega. Mediante la Telemetría a la estación se busca tener acceso a la información de todos los sensores meteorológicos desde cualquier parte del mundo a través de una página web. La estación cuenta con un sistema de alertas ante posibles cambios bruscos del tiempo meteorológico mediante un módulo GSM para el envío SMS de alarmas. Este sistema permitiría realizar un mejor estudio y análisis del tiempo meteorológico para poder así generar boletines meteorológicos para el beneficio del sector agrícola, turístico, transporte, entre otros (Román, 2018).

Otro desarrollo en el tema fue el de Barreno y Monga (2019), quienes desarrollaron un prototipo con gran versatilidad, que les permitió evaluar el recurso solar y eólico en el campus universitario, además de la toma de datos atmosféricos para corroborar los resultados obtenidos de los recursos energéticos. Los autores concluyeron: "La estación meteorológica implementada es un producto versátil y adaptable, ya que al ser de código abierto puede ser mejorado de acuerdo con las necesidades del usuario", lo que es de vital importancia para la implementación y mejoramiento de este tipo de estaciones.

La producción del cacao en la costa ecuatoriana en su gran mayoría no es tecnificada, esto significa que muchos de los agricultores que siembran cacao lo hacen artesanalmente y de la manera tradicional. Sin embargo, hay épocas o temporadas donde el clima no ayuda a un correcto desarrollo de las plantas de cacao, así mismo las plagas afectan en un gran porcentaje los cultivos produciendo pérdidas de inversión. La monitorización del clima es un



factor importante para el cultivo del cacao por tal motivo es importante que el agricultor esté bien informado de las condiciones climatológicas para poder hacer frente a cualquier eventualidad ambiental que pueda afectar a sus plantaciones y es por ello que López (2021) propone el diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica agrícola autosustentable para el monitoreo de parámetros ambientales en cultivos de cacao mediante Raspberry Pi.

López (2022) propone y desarrolla un prototipo de estación meteorológica portátil que permite la medición de variables físicas tales como: presión atmosférica, temperatura de ambiente, humedad relativa, cantidad de luz solar, humedad de suelo. Con el objetivo de proporcionar información que ayude a optimizar las condiciones necesarias para mejorar cultivos presentes en el rancho San Gabriel, desarrolló un prototipo el cual está potenciando por un Arduino Mega que en su núcleo se encuentra un microchip Atmega2560, que por medio de diferentes sensores y módulos transceptores permite la comunicación envío y recepción de datos en tiempo real, mediante la utilización de la banda ISM de 2.4Ghz.

VI. Hipótesis del trabajo

El diseño e implementación de un prototipo de miniestación meteorológica sustentable usando tecnologías IoT mejora la obtención de medidas del clima en áreas focalizadas en la región Puno.

VII. Objetivo general

Desarrollar e implementar un prototipo de miniestación meteorológica sustentable usando tecnología IoT para diversas aplicaciones climatológicas en la Región Puno.

VIII. Objetivos específicos

- Identificar los requerimientos técnicos para el diseño de la miniestación meteorológica sustentable.
- Diseñar los subsistemas de suministro de energía y respaldo de información para las condiciones de baja temperatura, alta humedad y precipitación constante.
- Implementar la miniestación meteorológica sustentable con la integración de sistemas IoT.
- Verificar el funcionamiento por medio del análisis de los datos obtenidos experimentalmente.

IX. Metodología de investigación

La presente investigación pertenece al tipo de investigación de carácter EXPERIMENTAL, ya que en la investigación se diseña e implementa el objetivo de investigación con su implementación.

X. Referencias

- Barreno Vallejo, C. V., & Monga Rojas, J. F. (2019). Construcción de una estación meteorológica y desarrollo de un programa computacional para la evaluación del recurso eólico y solar en el Campus José Rubén Orellana.
- Bueno Solano, R. J., & Lindo Morales, C. D. J. (2019). Diseño de una estación meteorológica para el laboratorio de simulación UDES.
- Carbonell Polo, N. (2013). Prototipo de estación meteorológica para la medición de variables ambientales aplicando técnicas de diseño experimental y el uso de la plataforma embebida Arduino.



Garzón Guzmán, B. Y., & Rincón Cerón, M. F. (2017) Diseño e Implementación de un Prototipo de Estación Meteorológica para la Medición de Variables Ambientales.
López Llerena, M. J. (2022). Diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica portátil para el monitoreo de variables ambientales en el rancho san Gabriel utilizando tecnología RFID (Bachelor's thesis).
López Vargas, D. F., & Balladares Feijoo, C. L. (2021). Diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica agrícola autosustentable para el monitoreo de parámetros ambientales en cultivos de cacao mediante Raspberry Pi (Bachelor's thesis).
Roman Anchundia, J. M. (2018). Telemetría de Estación Meteorológica.
Quiñones-Cuenca, M., González-Jaramillo, V., Torres, R., & Jumbo, M. (2017). Sistema de monitoreo de variables medioambientales usando una red de sensores inalámbricos y plataformas de Internet de las Cosas. Enfoque UTE, 8, 329-343.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados del presente proyecto servirán para posteriormente realizar una interconexión entre miniestaciones meteorológicas y de esta manera mejorar los estudios de predicción del clima en zonas determinadas, y las medidas puedan ser usadas para mejorar los procesos que se encuentren en esas áreas.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Uso de tecnologías de vanguardia, que facilitarán el desarrollo futuro de nuevos modelos para la predicción del microclima en zonas determinadas.

ii. Impactos económicos

El proyecto pretende desarrollar e implementar un equipo de bajo costo, y que puede ser comercializado para aplicaciones tales como la agricultura, ganadería entre otros.

iii. Impactos sociales

Con la medición de las variables climáticas se puede mejorar la predicción del microclima en zonas focalizadas y de esta manera mejorar las condiciones del cultivo, predicción de desastres naturales, entre otros que beneficiarán a la sociedad.

iv. Impactos ambientales

Con el desarrollo e implementación de la miniestación meteorológica se pretende mejorar la predicción del microclima y por ende también sirve para hacer estudios en los cuales el medio ambiente, y los desastres naturales puedan ser pronosticados a tiempo.

XIII. Recursos necesarios

- Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.
- Hardware IoT.
- Software para la programación y depuración.
- Red de sensores de variables climatológicas.
- Equipos embebidos (microcontroladores de alto desempeño)



XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica – UNA Puno

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Meses											
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
1. Capacitaciones y Revisión Bibliográfica.	X	X	X	X	X							
2. Consultorías sobre hardware IoT y sensores.				X	X	X						
3. Simulación y propuestas de plataformas para desarrollo con IoT.					X	X	X					
4. Diseño del prototipo y pruebas de hardware.							X	X				
5. Implementación del prototipo y pruebas experimentales.									X	X		
6. Elaboración del artículo e informe final.										X	X	X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Impresora 3D	Unidad	6 000	01	6 000
CNC para la elaboración de placas	Unidad	14 000	01	14 000
Laptop	Unidad	3 500	01	3 500
Consultoría	Unidad	2 800	03	8 400
Hardware IoT	Kit	380	03	1 140
Sensores	Kit	400	03	1 200
Filamentos para impresora 3D	Unidad	100	06	600
Capacitaciones	Unidad	600	04	2400
			TOTAL	37 240