**Título:** Diseño e implementación del hardware para la estación meteorológica vórtice.

**Autor:** Alex Manuel Rivera Rivera

**Ing.** Orestes Chávez Linares, ESPOLETA Tecnologías, Facultad de Física de la Universidad de la Habana, +5352622312, [contact@espoletatecnologias.com](mailto:contact@espoletatecnologias.com).

**Dra.** Ivón Oristela Benítez González, CUJAE, Calle 114 No. 11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, +5372663347, [novi@automatica.cujae.edu.cu](mailto:novi@automatica.cujae.edu.cu).

**Revisión bibliográfica:** El cambio climático, afecta a diferentes sectores de la economía, siendo el sector agrícola uno de los más afectados cada año. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y pestes. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura, amenazando la seguridad alimentaria mundial. Por estos motivos es necesario realizar estudios estadísticos y realizar análisis sobre las variables meteorológicas.

La Meteorología es la ciencia interdisciplinaria encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, los llamados meteoros. El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo. Mientras no hubo instrumentos, ni grandes conocimientos científicos, la magia y la religión sirvieron de explicación a la mayor parte de los fenómenos meteorológicos. Pero hoy día, la Meteorología es una ciencia tremendamente avanzada, basada en nuestro conocimiento de la Física y en el uso de las más modernas tecnologías. Los meteorólogos son capaces, incluso, de predecir el tiempo hasta con una semana de antelación sin apenas fallar. Existen distintos parámetros a medir en la atmósfera y existen dos formas de hacerlo. Una de ellas es a través de la apreciación sensorial, es decir, percibiéndolas a través de nuestros sentidos y otra a través de instrumentos. Los instrumentos nos dan un valor exacto, por tanto, estaríamos cuantificando dicho parámetro. Para que las observaciones realizadas en distintos lugares sean comparables, tanto el instrumental, como su ubicación e instalación, dentro de las estaciones meteorológicas, están estandarizados. [1]

Una estación meteorológica, es el lugar donde se realizan mediciones y observaciones puntuales de los diferentes pará- metros meteorológicos utilizando los instrumentos adecuados para así poder establecer el comportamiento atmosférico.

**Descripción del Proceso:** El proceso consiste en el diseño y la implementación del hardware de una estación meteorológica. Esto con contempla la conceptualización, diseño y fabricación del sistema electrónico necesario para medir y almacenas 8 variables meteorológicas: Temperatura, Humedad, Iluminación, Presión, dirección y velocidad del viento, precipitaciones y descargas eléctricas; los datos son extraíbles de la estación mediante micro sd y la comunicación se realizan vía wifi.

**Situación Problema:** La agricultura es un sector base de Cuba, la cual para lograr una producción estable necesita de recursos que son de difícil acceso en el mercado internacional y a precios elevados. Medir de forma automática el clima es una forma razonable de controlar la producción y tomar medias casi en tiempo real. Actualmente en el país no se encuentran generalizados este tipo de sistemas, y las que existen fueron obtenido mediante empresas extranjeras a elevado costo.

**Problema Científico:** La no existencia del hardware para la estación meteorológica vórtice.

**Objeto de estudio:** hardware para la estación meteorológica vórtice.

**Campo de Investigación:** Estaciones meteorológicas “low cost” (*bajo costo*).

**Objetivo General:** Diseñar e implementar el hardware de una estación meteorológica que se adapte a las condiciones y características del país con el objetivo de mejorar la producción agrícola.

**Objetivos Específicos:** Realizar una revisión bibliográfica de las estaciones meteorológicas que se ofrecen comercialmente, precios, principales requerimientos técnicos y empresas que las desarrollan. Analizar el software diseñado, así como el diseño industrial de la misma para que este trabajo sirva como su complemento, sin necesidad de realizar cambios una vez implementada la solución. Diseñar e implementar el hardware del equipo. Realizar un análisis técnico-económico de la propuesta.

**Tareas y gráfico de Gantt (Anexo1):** Realizar un estudio de las soluciones para estaciones meteorológicas que existen en Cuba y en el mundo a día de hoy. (marzo/2023). Definir los requerimientos de diseño impuestos el software, el diseño industrial y las condiciones del país, para así, llegar a una conceptualización del sistema propuesto(abril/2023). Realizar un inventario de la instrumentación necesaria para la elaboración del sistema. (abril/2023). Diseño e implementación del hardware del equipo (mayo/2023). Análisis y correcciones de los resultados obtenidos (junio/2021). Análisis e implicaciones económicas con la instalación del sistema en un campo de cultivos(junio/2023). Elaboración del documento de tesis(marzo-junio/2023).

**Hipótesis**: Es posible lograr el correcto diseño e implementación del hardware para una estación meteorológica que se ajuste a las necesidades del país.

**Métodos: Métodos teóricos:** Análisis y síntesis: tras el análisis de la situación problema y de la documentación existente vinculada a las estaciones meteorológicas, se determinará las diferentes variantes de solución y así desarrollar el sistema más adecuado. Hipotético deductivo: partiendo de la hipótesis planteada se elaborarán conclusiones sobre la factibilidad del sistema de integral diseñado. Inducción – deducción: con el estudio de las características y requerimientos de la estación meteorológica diseñada se tomarán decisiones para declarar que se necesita para su diseño y puesta en marcha. Histórico- lógico: se tendrá en cuenta en todo el proceso el análisis de la bibliografía, así como los antecedentes de las estaciones meteorológicas que se hayan desarrollado con anterioridad.

**Métodos empíricos:** Criterio de experto: se realizarán entrevistas al personal del Instituto de Meteorología y al Instituto de investigaciones de ingeniería agrícola para determinar los factores necesarios para el correcto diseño y funcionamiento del equipo. Simulación: se realizará una simulación mediante ordenador del sistema propuesto para demostrar el correcto funcionamiento de la solución. Experimentación: se comprobará si el sistema creado responde correctamente a lo que ocurre en los sistemas aislados de forma independiente y si se logra la correcta integración de los mismos.

**Materiales o recursos necesarios y disponibles:** Sensores: GY-30, BMP180, DHT20, sensor de efecto de hall A3144. Esp32. Arduino Nano. TinyRTC, lector de Arduino de tarjeta sd. Baterías. Resistencias, capacitores, diodos.

**Recursos que dispone:** Sensores: Sensores: GY-30, BMP180, DHT20, sensor de efecto de hall A3144. Esp32. Arduino Nano. TinyRTC, lector de Arduino de tarjeta sd. Baterías. Resistencias, capacitores, diodos.

**Normas Técnicas:**  Se utilizan las normas ISA en los diagramas y las normas Vancouver para las referencias bibliográficas.

**Estructuración del contenido por capítulos:** Capítulo 1: Se realiza un estudio de los conceptos más relevantes. Revisión bibliográfica de soluciones actualmente utilizados en equipos semejantes, además se describen modelos utilizados en el mundo y se analiza el impacto de las estaciones meteorológicas en la agricultura. Capítulo 2: Se propone la instrumentación necesaria y se diseña el hardware del sistema cumpliendo con los requisitos trazados tanto por el diseño industrial como por el software. Y se comprueba la efectividad del mismo mediante los simuladores antes de su montaje. Capítulo 3: Fabricación e implementación del sistema. Se valora los resultados de pruebas de funcionamiento realizadas al sistema. Capítulo 4: Se incluye un análisis económico y medioambiental de la propuesta.

**Aportes Prácticos esperados:** Diseño e Implementación de los canales de medición de las variables a monitorear. Diseño e implementación del hardware capaz de monitorear, almacenar, procesar y transmitir la información meteorológica. Programación del microcontrolador.

**Viabilidad e impacto de los resultados:** El proyecto es rentable económicamente ya que la empresa ESPOLETA Tecnologías posee todos los recursos financieros necesarios para llevarlo a cabo. El proceso en cuestión no ocasiona afectaciones sobre el medio ambiente. Un buen monitoreo de las variables medio ambientales es una los factores a tener en cuneta para obtener la máxima eficiencia en las plantaciones, contribuyendo a la política de fomento agrícola del país.

**Bibliografía**

1. Stuchi, Fabricio (2016). Diseño, construcción y ensayo de una estación meteorológica con fines didácticos, Córdoba.
2. “Thomas Jefferson and the telegraph: highlights of the U.S. weather observer program | NOAA Climate.gov,” <http://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-> data/thomas-jefferson-and-telegraph-highlights-us- weather-observer.
3. L. F. Richardson, *Weather Prediction by Numerical* *Process*. Cambridge, The University press, 1922.
4. G. F. L. R. Bernardes, R. Ishibashi, A. A. S. Ivo,
5. V. Rosset, and B. Y. L. Kimura, “Prototyping low-cost automatic weather stations for natural disaster monitoring *Digital Communications and Networks*, May 2022.
6. *M. J. Ahmad, G.-h. Cho, and K. S. Choi, “Historical climate change impacts on the water balance and storagecapacity of agricultural reservoirs in small ungauged watersheds,” Journal of Hydrology: Regional Studies,* *vol. 41, p. 101114, Jun. 2022.*
7. Sandy E. Abasolo e at. “Evaluación de modelo de referencia “Internet of Things” (IoT), mediante la implementación de arquitecturas basadas en plataformas comerciales, open hardware y conectividad IPv6” AC-ET-ESPE-047621
8. Quiñones Cuenca, M. *et al.* (2017) «Sistema De Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y *Plataformas De Internet De Las Cosas», Enfoque UTE. Loja, Ecuador, pp. 329-343. Disponible en:* [*http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute*](http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute)
9. *Katsikeas, S. et al. (2017) «2017 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)», en Lightweight & Secure Industrial IoT Communications via the MQ Telemetry Transport Protocol. IEEE.*
10. *F. Tao, L. Zhang, Z. Zhang, and Y. Chen, “Climate warming outweighed agricultural managements in affec- ting wheat phenology across China during 1981–2018,” Agricultural and Forest Meteorology, vol. 316, p.* *108865, Apr. 2022.*

**Anexos**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tareas** | **marzo** | **abril** | **mayo** | **junio** |
| **Tarea1** |  |  |  |  |
| **Tarea2** |  |  |  |  |
| **Tarea3** |  |  |  |  |
| **Tarea4** |  |  |  |  |
| **Tarea5** |  |  |  |  |
| **Tarea6** |  |  |  |  |

Anexo1. Gráfico de Gantt.