



# **Title: Architectural Design of a Cyber-Physical System (CPS) for Irrigation Automation in Ornamental Horticulture**

**Authors: SALTOS-PINEDA, Luis Manuel, FIGUEROA-MILLÁN, Patricia Elizabeth, AMEZCUA-VALDOVINOS, Ismael and CHÁVEZ-VALDEZ, Ramona Evelia**

**Editorial label ECORFAN: 607-8695**

**BECORFAN Control Number: 2023-03**

**BECORFAN Classification (2023): 111213-0301**

**Pages: 16**

**RNA: 03-2010-032610115700-14**

## **MARVID - Mexico**

Park Pedregal Business. 3580-  
Adolfo Ruiz Cortines Boulevard –  
CP.01900. San Jerónimo Aculco-  
Álvaro Obregón, Mexico City  
Skype: MARVID-México S.C.  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
E-mail: [contact@marvid.org](mailto:contact@marvid.org)  
Facebook: MARVID-México S. C.  
Twitter: @Marvid\_México

[www.marvid.org](http://www.marvid.org)

## **Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# ÍNDICE

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Anexos
5. Conclusiones
6. Referencias

# INTRODUCCIÓN

La horticultura afronta desafíos críticos como el control de plagas y la gestión ineficiente del agua, demandando soluciones innovadoras para mejorar la producción y conservar recursos esenciales.

La implementación del IoT se perfila como una solución prometedora. Integrada con tecnologías emergentes, ofrece soluciones revolucionarias para superar los desafíos agrícolas.

# INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Ciber Físicos desempeñan un rol crucial al proporcionar control y adaptabilidad en la agricultura, especialmente en la horticultura y la prevención de plagas.

Esta propuesta busca ofrecer mejoras notables en la automatización del riego y la gestión de plagas, aprovechando la flexibilidad y adaptabilidad de los CPS.

# INTRODUCCIÓN

La validación de este diseño arquitectural se basa en un caso de estudio específico en Colima, México. La sociedad "Ornamentales de Colima SPR de RL de CV" se enfoca en la comercialización de especies ornamentales, asociándose con el Consejo Estatal de Productores de Planta de Ornato de Colima (COEPPLANTS). Este caso servirá como base para demostrar la aplicabilidad de las soluciones propuestas.

# METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

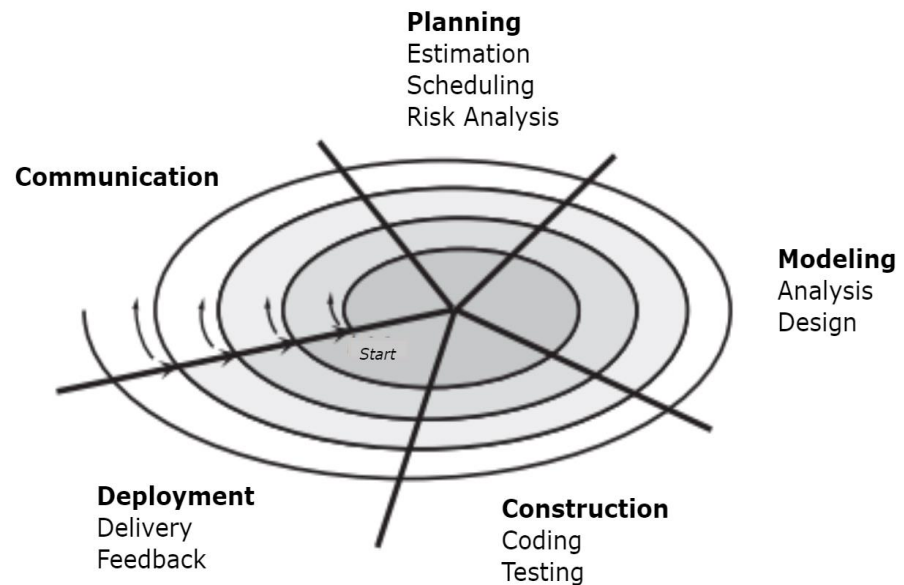
El diseño arquitectural del CPS propuesto se fundamenta en una investigación tecnológica presentada por De La Cruz Casaño (2016) en el ámbito de la ingeniería.

Esto con el objetivo de utilizar el conocimiento como base para transformar la realidad, ya sea a través de mejoras en lo existente o en la creación de nuevos elementos

# METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La construcción del CPS desde su diseño hasta su despliegue se fundamenta en la metodología de desarrollo de prototipos, también conocida como el modelo en espiral de Pressman (2022)

1. Comunicación
2. Planeación
3. Modelado
4. Construcción
5. Despliegue



# RESULTADOS

## 1. Diseño de la arquitectura de comunicación ([Anexo 1](#))

El modelo conceptual ofrece una visión abstracta y clara de cómo interactúan los componentes físicos y digitales en el sistema CPS. Es crucial para comprender y visualizar la estructura de comunicación en el proyecto, facilitando la planificación y ejecución del diseño.



# RESULTADOS

## 2. Diseño del algoritmo de toma de decisiones ([Anexo 2](#))

Para garantizar un proceso de toma de decisiones sobre la actuación del riego automatizado se emplea el algoritmo de Kalman. Este diagrama facilita la comprensión del proceso, permitiendo una implementación efectiva y una fácil identificación de cada etapa de reducción de ruido y toma de decisiones basadas en mediciones previas.

# RESULTADOS

## 3. Diseño del sistema de aspersión ([Anexo 3](#))

Este diagrama proporciona una representación visual clara de la interconexión entre los distintos componentes del sistema de riego. Facilita la comprensión global de la infraestructura, mejorando la planificación, identificación de fallos y el diseño efectivo de mejoras en el sistema.

# RESULTADOS

## 4. Diseño del dispositivo IoT ([Anexo 4](#))

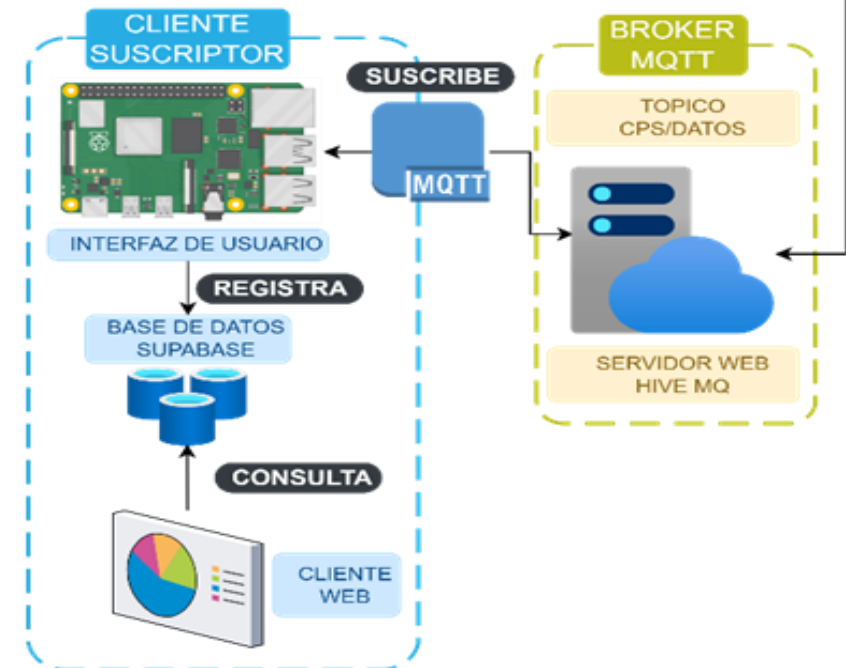
Este diagrama servirá como una guía fundamental para comprender la arquitectura y el flujo de datos en nuestro sistema, brindando una visión general de cómo se comunican e interactúan los diversos elementos para lograr un control eficiente del riego en entornos agrícolas.

# ANEXO 1

## Diseño de la arquitectura de comunicación.

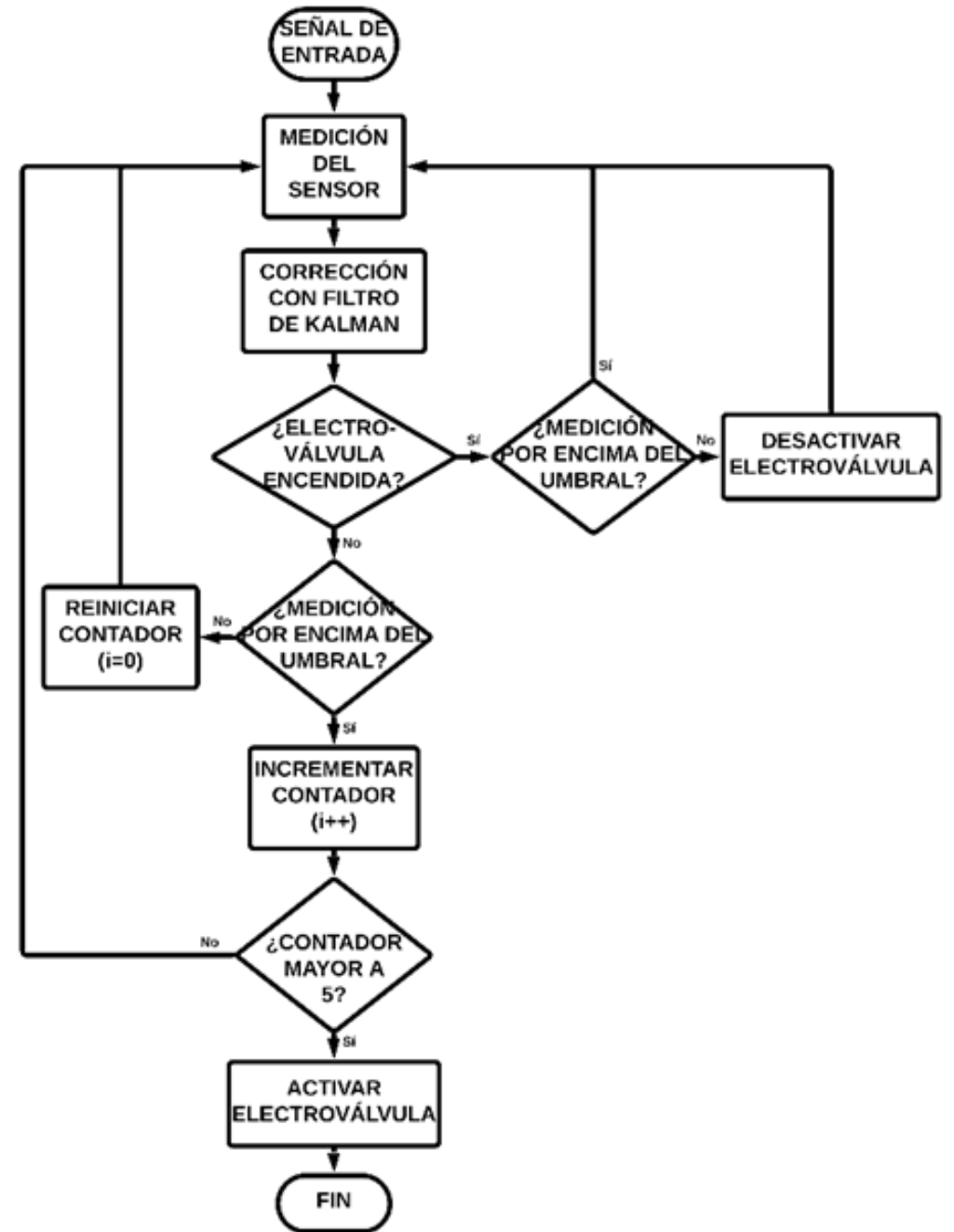


```
{
  "timestamp": 1631527512,
  "id_node": 30:AE:A4:07:0D:64,
  "measurements": {
    "temperature": {
      "value": 25.5,
      "unit": "°C"
    },
    "humidity": {
      "value": 60.2,
      "unit": "%"
    },
    "flow": {
      "value": 3.2,
      "unit": "l/s"
    },
    "solenoid_valve": true
  }
}
```



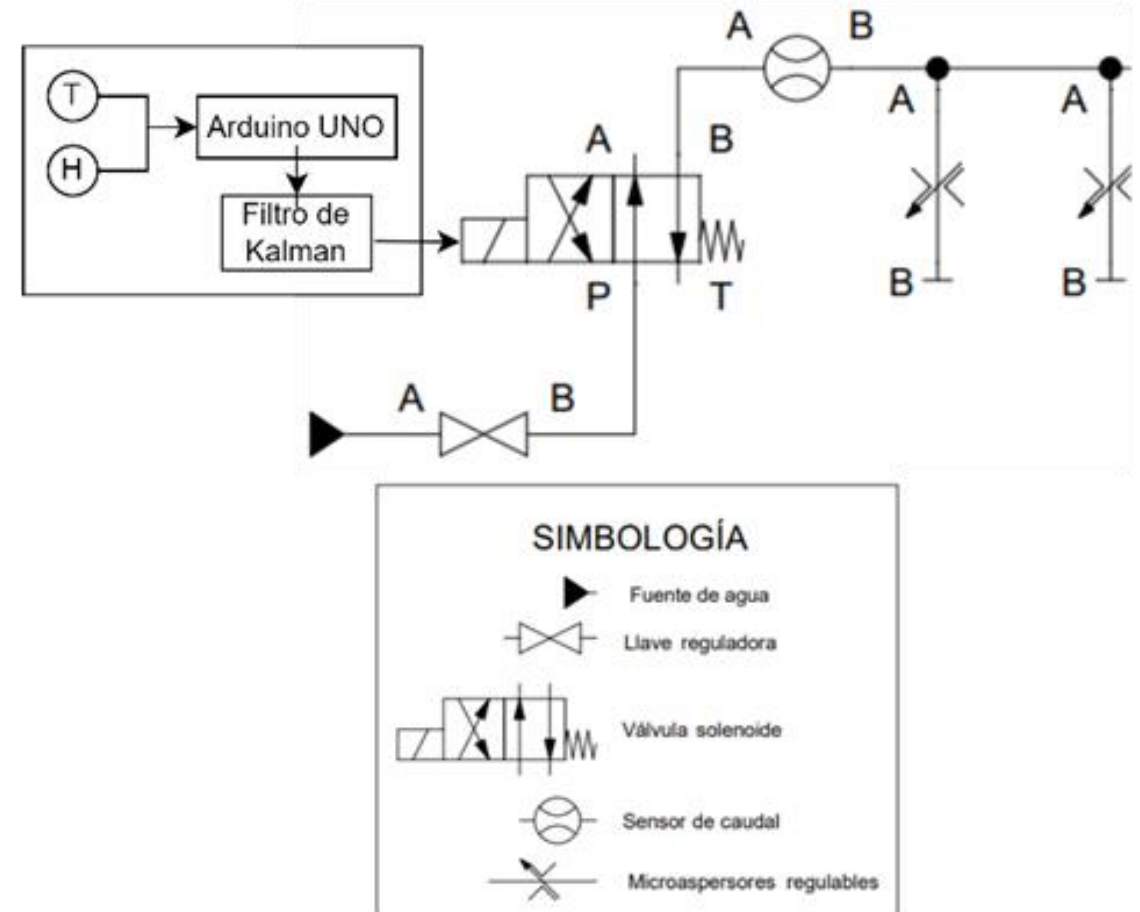
# ANEXO 2

## Diseño del algoritmo de toma de decisiones



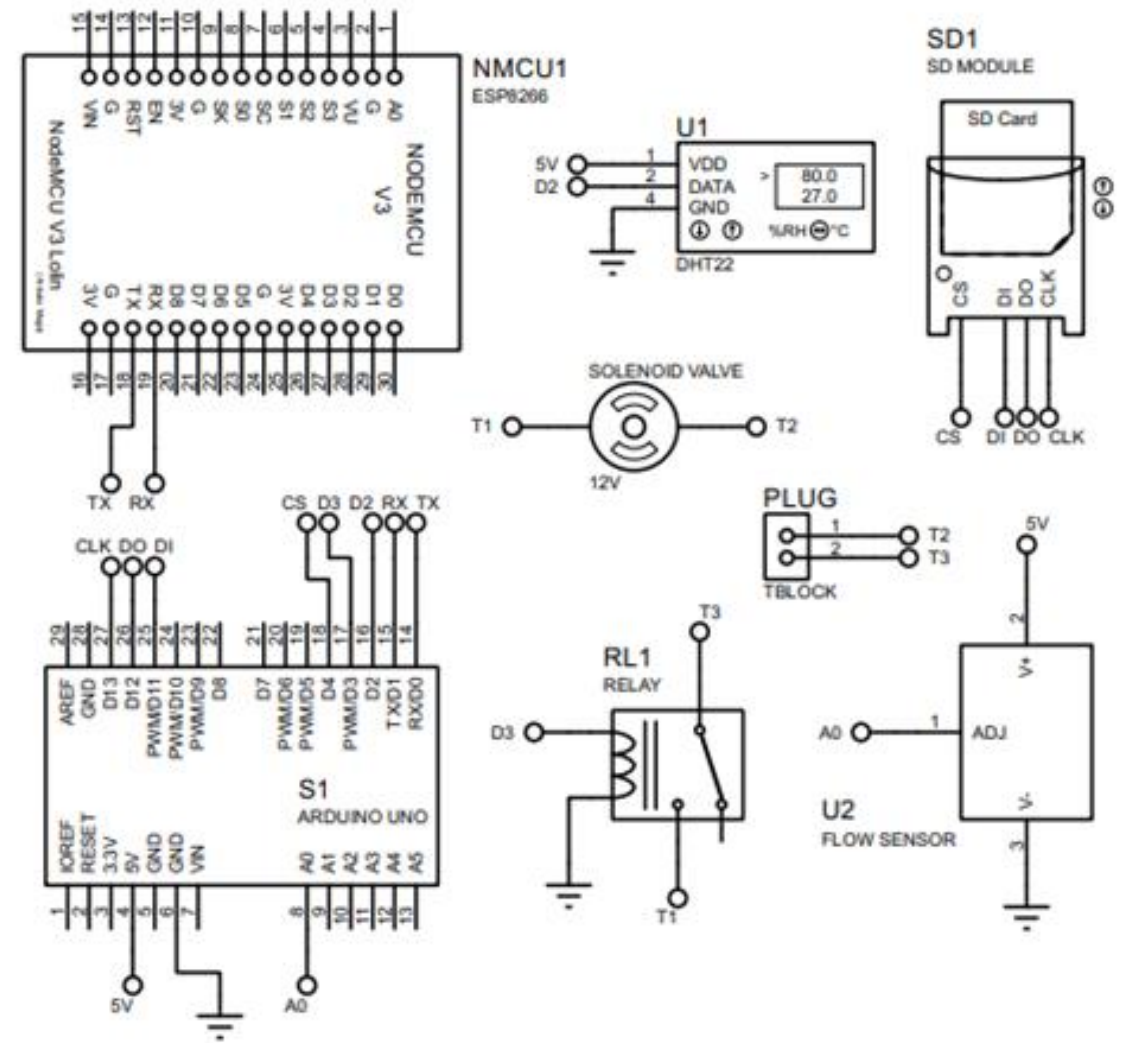
# ANEXO 3

## Diseño del sistema de aspersión



# ANEXO 4

## Diseño del dispositivo IoT



# CONCLUSIONES

Con el diseño de este sistema, se destaca la relevancia de soluciones en el desarrollo agrícola, determinando así:

- Diseño arquitectural integral
- Flexibilidad de adaptación.
- Soluciones personalizadas
- Implementación de filtros estadísticos
- Contribución al medio



# REFERENCIAS

An, W. et al. (2017) "Agriculture Cyber-Physical Systems," *Cyber-Physical Systems*, pp. 399–417. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128038017000250?via%3Dihub>. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803801-7.00025-0>.

Bulgari, R., Petrini, A., Cocetta, G., Nicoletto, C., Ertani, A., Sambo, P., Ferrante, A., & Nicola, S. (2021). The Impact of COVID-19 on Horticulture: Critical Issues and Opportunities Derived from an Unexpected Occurrence. *Horticulturae*, 7(6), 124. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2311-7524/7/6/124>. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7060124>

Cachago Llamatumbi, E. R. (2019). Efecto de la aplicación de dos ingredientes activos en dos dosis, para el control químico de araña roja (*Tetranychus urticae* K.), en diez variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.), en invernadero. Retrieved from: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/14115>

Chiquito Guale, R. D., & Paguay Totoy, C. A. (2020). "Diseño de un prototipo de sistema de riego automatizado mediante una red de sensores que mida la humedad del suelo en los campos agrícolas y permita controlar el consumo de agua". Retrieved from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48816>

Cortés V, Marco C & García F. (2020). "Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IoT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin". Facultad de Ingeniería: Ingeniería electrónica y telecomunicaciones Bogotá. Retrieved from: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5dbe9100-e30b-4c32-a627-a0492baa7f56/content>

De La Cruz, C. (2016). Metodología de la Investigación Tecnológica en Ingeniería. *Ingenium*, 01(01). doi: <http://dx.doi.org/10.18259/ing.2016007>

Dumitrache, I. et al. (2017) "A cyber physical systems approach for Agricultural Enterprise and Sustainable Agriculture," 2017 21st International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS) [Preprint]. Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7968602>. <https://doi.org/10.1109/cscs.2017.74>.

ETC2. (s.f.). DHT22 Datasheet. Retrieved from: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132459/ETC2/DHT22.html>.

Hamzah, M., Islam, M. M., Hassan, S., Akhtar, M. N., Ferdous, M. J., Jasser, M. B., & Mohamed, A. W. (2023). Distributed Control of Cyber Physical System on Various Domains: A Critical Review. *Systems*, 11(4), 208. <https://doi.org/10.3390/systems11040208>

HiveMQ. (s.f.). HiveMQ. Retrieved from: <https://www.hivemq.com/>

Hurtado et al. (2023). "Vista de diseño de un sistema de riego automatizado para huertas caseras con IoT". *Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Sena.edu.co. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/view/5365/5447>

Jiménez Lara, A. D. (2022). Alternativas de manejo para la araña roja (*Tetranychus urticae*), en el cultivo de cáñamo (*Cannabis sativa*). Retrieved from: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11331/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000183.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Karpagam, J., et al. (2020). "Smart Irrigation System Using IoT." 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), Mar. 2020, Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/icaccs48705.2020.9074201>.

López Amaya, J. A., & Montero Flores, N. A. (2018). Propuesta de un sistema de riego por aspersión de agroquímicos para montarse en un vehículo aéreo no tripulado para el sector agrario. Retrieved from: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/27741>

López, A., & Contreras, M. (2020). Alternativas a un sistema domótico basado en IoT [Review of Alternativas a un sistema domótico basado en IoT]. Retrieved from: [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/33048/TFG\\_Alfonso\\_Lopez-Contreras\\_Martin.pdf?sequence=1](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/33048/TFG_Alfonso_Lopez-Contreras_Martin.pdf?sequence=1)

Meena, H., Nandanwar, H., Pahl, D., & Chauhan, A. (2020, July 1). IoT based perceptive monitoring and controlling an automated irrigation system. Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9225455>. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225455>

Morales Lugo, H. A., Figueroa Millán, P. E., Farias Mendoza, N., & Chávez Valdéz, R. E. (2020). Sistema de inteligencia de negocios para soporte de decisiones en la comercialización de plantas ornamentales. *3c Tecnología: Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 9(3), 17–45. Retrieved from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7601038>

Ñamo Martínez, S.A. (2019). Desarrollo de un prototipo para la automatización de un sistema de riego de agua y control remoto mediante la plataforma Zolertia RE-mote [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. Retrieved from: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20343>

Parra L (2020). Diseño y desarrollo de un sistema de monitorización y control del riego en una explotación agrícola. Retrieved from: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/43737/TFG-G4565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Shah, V., & Singh, R. (2023). (ISSN-2455-6602)ONLINE Anveshana's International Journal of Research in Regional Studies, Law, Social Sciences, Journalism and Management Practices Anveshana's. International Journal of Research in Regional Studies, 8(3). <https://publications.anveshanaindia.com/wp-content/uploads/2023/07/CYBER-PHYSICAL-SYSTEMS-PRINCIPLES-AND-ARCHITECTURES-A-REVIEW.pdf>

R. Pressman. *Software Engineering: A practitioner's approach*. McGraw Hill, 2022

Tovar Soto, J. P., Solórzano Suárez, J. de los S., Badillo Rodríguez, A., & Rodríguez Cainaba, G. O. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpasakos*, 22 (Julio-Diciembre), 86–105. Retrieved from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7210369>

Tushar, W., Yuen, C., Saha, T. K., Nizami, S., Alam, M. R., Smith, D. B., & Poor, H. V. (2023). A Survey of Cyber-Physical Systems From a Game-Theoretic Perspective. *IEEE Access*, 11, 9799–9834. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3239834>

Vitela Garcia, M. S. (2019). Universidad Autónoma Del Estado De Morelos Evaluación De Aceites Vegetales Como Alternativa De Control Para Araña Roja (*Tetranychus Urticae* Koch, 1836) En Cactáceas Ornamentales Retrieved from: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3332/VIGMIRN00.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



© MARVID-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of MARVID-Mexico., E: 94-443.F: 008- ([www.marvid.org/booklets](http://www.marvid.org/booklets))