



Implementación de un Sistema de Control de para un Huerto Escolar en una Comunidad Rural del Estado de Yucatán

Janet Guadalupe Pech de la Portilla¹

janet.pd@conkal.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1035-5054>

Tecnológico Nacional de México,
Campus Conkal.
México

Mario Rodolfo Chan Chi

mario.cc@conkal.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0006-4301-1406>

Tecnológico Nacional de México,
Campus Conkal.
México

Carlos Humberto López May

carlos.lm@conkal.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0005-8777-992X>

Tecnológico Nacional de México,
Campus Conkal.
México

Javier Antonio Martín Vela

javier.mv@conkal.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9478-2343>

Tecnológico Nacional de México,
Campus Conkal.
México

RESUMEN

En algunos municipios del estado de Yucatán, el servicio del agua no es constante durante todo el día, llegando incluso a recibir este servicio por las mañanas o tardes durante un tiempo estimado, por lo que los pobladores recolectan el agua en diversos recipientes para su posterior uso, priorizando según sus necesidades donde utilizarlo. Es aquí donde surge la necesidad de dosificar el agua por aquellas familias o escuelas rurales que cuenten con huertos familiares en sus patios o instalaciones, ya que muchas personas o asociaciones utilizan estos cultivos para apoyarse en su economía familiar. Este documento contiene el desarrollo de un prototipo que servirá de apoyo en el riego de pequeños huertos localizados en la escuela Secundaria Técnica N° 45 en la comunidad de Homún, Yucatán en colaboración con la fundación Educar para producir A.C., con la finalidad de lograr una mejor optimización y uso de este líquido vital que influye de manera importante en la calidad de vida de la población. El prototipo desarrollado consiste en un microcontrolador, que actúa como control de un temporizador y un par de relevadores en conjunto con el sistema de arranque de la bomba para asegurar el suministro y la dosificación de agua para mantener hidratados los huertos. Este prototipo implementado está basado en un Arduino UNO, donde se integran y procesan señales analógicas recibidas de un temporalizador que conforman el sistema automatizado.

Palabras clave: *Automatización; Control; Huertos; Arduino; Temporizador.*

¹ Autor principal.

Correspondencia: carlos.lm@conkal.tecnm.mx

Implementation Of a Control System for A School Garden in A Rural Community in The State Of Yucatan

ABSTRACT

In certain municipalities of the state of Yucatan, water service is not constant throughout the day. Even when residents receive this service in the mornings or afternoons for an estimated period, they still collect water in various containers for later use. They prioritize where to use it based on their needs. This is especially crucial in areas where families or rural schools have family gardens on their premises. Many people or associations rely on these crops to support their family's economy. This document outlines the development of a prototype designed to support the irrigation of small gardens located in Technical High School No. 45 in the community of Homun, Yucatan. The project is a collaboration with the foundation "Educar para producir A.C." The goal is to achieve better optimization and utilization of this vital resource, which significantly influences the quality of life of the population. The developed prototype consists of a microcontroller that acts as a timer control. It is paired with a set of relays that work in conjunction with the pump start system. This setup ensures a consistent supply and controlled dosage of water to maintain proper hydration of the orchards. The implemented prototype is based on an Arduino UNO. It integrates and processes analog signals received from a timer to create the automated system.

Keywords: *automatization; control; gardens; arduino; timer*

Artículo recibido 20 julio 2023

Aceptado para publicación: 20 agosto 2023

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso fundamental para el ser humano, así como para el resto de los animales y seres vivos. Dentro de las actividades agropecuarias, se requiere de un aprovechamiento óptimo de este líquido vital debido a su limitada disponibilidad en varias partes del país en contraste, con aquellos países donde se cuenta con dicho recurso en abundancia, pero no se hace uso adecuado del mismo.

Chiquito, R. et al. (2020) nos indica que un adecuado sistema de riego aporta la cantidad necesaria de agua en el momento que se necesita, humedeciendo el suelo hasta la profundidad que requiera el cultivo, procurando evitar el desperdicio de agua. El pueblo maya de Homún está ubicado en la reserva de agua dulce más importante en México, la reserva geohidrológica del “Anillo de los Cenotes”. Yucatán resguarda dos terceras partes del agua renovable de todo el país y Homún se encuentra en la “zona de recarga”, es decir, la que más fácilmente filtra el agua de la lluvia para su distribución subterránea natural. (Red TDT, 2020). En el ámbito mundial, la actividad agrícola de producción de alimentos y enfocados al campo requieren, entre muchos aspectos, el suministro de recursos básicos como agua y energía eléctrica. Para esto se han desarrollado diversos sistemas con variadas tecnologías que garanticen su obtención y distribución entre ellos un sistema capaz de suministrar dichos recursos. El mal uso del agua y la energía eléctrica plantean una creciente y seria amenaza para el medio ambiente, la salud y la supervivencia de la especie humana. La electrónica, se encuentra apoyando todos los campos del conocimiento, y de una manera especial al campo de la agronomía. Nuevos avances, han permitido optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales, logrando aumentar, la producción agrícola. Consientes que muchas familias, en apoyo a su economía familiar realizan sus propios cultivos sembrando hortalizas que les servirá posteriormente para su propio consumo, permitiéndoles de esta manera un ahorro familiar, la fundación Educar para producir A.C., ofrece pláticas y talleres a los estudiantes y tutores de los alumnos y alumnas de la Secundaria Técnica N°. 45 de Homún, con el propósito de concientizar a este grupo de personas de cómo mejorar las condiciones de riego en las escuelas agropecuarias en donde tienen presencia y se encuentran colaborando con esta asociación. Sin embargo, la asociación expone que el mantenimiento se torna problemático para algunas familias por la

escasez del agua y las distancias que tienen al acudir al lugar a realizar el riego de sus hortalizas, ya que muchos familiares de los alumnos y alumnas de esta Secundaria apoyan en la siembra de hortalizas dentro del plantel escolar, también desarrollan sus propios cultivos en pequeños terrenos que no necesariamente se encuentran como traspatio de sus viviendas, por lo que en ocasiones deciden contratar personas que les apoyen en el riego de sus cultivos, aunque esto ocasiona un gasto extra para estas familias, o si se encuentran regando manualmente su huerto no pueden al mismo tiempo dedicarse a continuar con las siembras de otros tipos de cultivos, ocasionando no mantener constancia en esta actividad y fallando en el control y cuidado de la siembra. Sin embargo, existen también otros factores que pueden afectar sus cultivos como el tiempo destinado para el riego, la cantidad de agua que deben suministrar, estos inciden también en el cuidado de un cultivo. Guijarro et al. (2018) nos indica que otro factor importante a considerar es el calentamiento global que está provocando la disminución de la masa de hielo de los glaciares que tiene como consecuencia escasez del agua, según el informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo proporcionado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, se observa que un aproximado del 70% del agua es utilizada para el riego, basado en estas cifras, se hace esencial hacer un uso eficiente de agua mediante riegos tecnificados.

Dentro del entorno de este municipio, cabe señalar que un poco porcentaje de “milpas” cuentan con pozos los cuales se encargan de apoyar en el abastecimiento de agua a los cultivos, muchos de estos pozos son operados de manera manual o apoyándose con el uso de bombas, pero ambas situaciones resultan incómodas para los campesinos o mujeres que se dedican a esta actividad en sus huertos. En la escuela Secundaria Técnica N°. 45, se cuenta con un suministro a través de una bomba sumergible el cual abastece a tres áreas importantes, todas ellas con cultivos, este es operado de manera manual por alumnos y alumnas, así como por personal de la escuela, esto a su vez es poco eficiente ya que el cultivo no recibe agua constante y más aún durante los siguientes periodos: fines de semana, días festivos y periodo vacacional, en donde alumnos, alumnas y el personal de la escuela no atienden de manera constante el suministro de agua al cultivo en el espacio de la parcela, impidiendo que la floración se mantenga, por lo consiguiente a veces se

pierde la cosecha o el producto generado no es suficiente. La problemática planteada en el presente proyecto, se enfoca en la poca disponibilidad que tienen las familias junto con los alumnos, alumnas y personal administrativo para mantener hidratados sus cultivos domésticos o escolares, es decir, evitar que sufran un deterioro por falta de hidratación. Por lo antes expuesto, se confirma que, de no llevar un control correcto del agua, esto puede resultar costoso ya que se provocarían serios daños en los cultivos perdiendo la inversión realizada e incluso dañar la calidad del suelo, por lo cual es necesario contar con sistemas de riego, que integren la tecnología moderna. Dentro de la problemática expuesta se debe considerar la lejanía de los lugares donde se realiza la siembra, la disponibilidad de la energía eléctrica y la poca disponibilidad de agua (escasez de lluvia, pozos, etc.) que se da en la escuela Secundaria Técnica N°45, ya que disponen de varios espacios para realizar la siembra, pero no todos se encuentran dentro del mismo edificio escolar.

Es por ello que esta propuesta, se centra en el riego automático de los cultivos, empleando tecnología de bajo costo y al servicio de las personas, centrado principalmente en la idea de diseñar un sistema de control de riego con el fin de hacer buen uso de los recursos reduciendo: el consumo energético, el consumo del agua y el trabajo humano, sin necesidad de realizar una fuerte inversión que dañe su economía familiar, siendo la idea central de este proyecto integrar una placa tipo Arduino, la cual contribuye a la economía por tener precisos accesibles, la implementación de los sistemas de control, brindan flexibilidad de crear programas a medida, para manejar datos, en comparación con otras plataformas. La justificación a este desarrollo se plantea porque el uso del agua en México se distribuye de manera desproporcionada. El 77% del agua dulce es empleada para la agricultura, y el resto se divide en el consumo del sector público y la industria (CONAGUA, 2017). Esta asimetría crea el reto de llevar a cabo la mayor eficiencia posible en la gestión del agua para la agricultura y que sea de manera constante, a través de la modernización y automatización del riego. Por tal motivo, se planteó el desarrollo de “Un Sistema De Control De Riego Automático” que tiene el objetivo de optimizar el uso del agua y de energía eléctrica, además de la mejora en los cultivos a través el riego constante y oportuno para un buen desarrollo del mismo, ahorrar tiempo y trabajo físico. El prototipo permitirá que el riego sea

constante aun en los periodos de: fines de semana, días festivos y periodo vacacional, en donde el personal de la escuela aun no asistiendo a las instalaciones, el prototipo permitirá el suministro necesario de agua para el cultivo en el espacio de la parcela, permitiendo que la floración se mantenga, para una mejor cosecha de los cultivos. Esta iniciativa, tiende a automatizar sistemas creando centros de control y monitoreo, que optimicen recursos como el tiempo, la mano de obra, entre otros. Para mejorar los procesos, haciéndolos cada vez, más rápidos y eficientes. La escasez y el mal uso del agua, plantean una creciente y seria amenaza para el medio ambiente, la salud y la supervivencia de la especie humana (Huertas et al., 2012). A través de otros trabajos se ha concluido que con la medición de la humedad en el suelo se puede tomar decisiones, sobre cuándo realizar la hidratación del mismo, además permite medir el tiempo que debe durar el riego para el logro de conservar los cultivos Hidratados. (Ramos et al., 2017).

Con la culminación de este proyecto se logró el principal objetivo que consistió en el desarrollo de un sistema de control para riego automático del huerto familiar en la escuela Secundaria Técnica No. 45 de la comunidad de Homún, Yucatán, el cual es flexible, escalable, usable e integrable a la infraestructura existente en la escuela.

METODOLOGÍA

Este trabajo integra varias metodologías(científico, experimental, deductivo), que permitieron el abordaje de la fundamentación teórica, la integración del sistema automático de riego controlado por Arduino, para el cual se tuvo que realizar investigaciones relacionadas al área de la electrónica computacional y el desarrollo del software para el control del Arduino, de igual manera se realizaron investigaciones sobre áreas de cultivos como jardines, huertos domésticos y de campo, examinando en estas investigaciones los diferentes tipos de escenarios que existen en el riego de un huerto, ya que algunas áreas de cultivo son regadas por personas en forma manual sin pozo que apoye para el uso del agua, otras con bombas sumergibles pero con los problemas de tiempo y personal que se encargue manualmente de direccionar el riego, apoyando este estudio en determinar que un sistema de riego automático sería de gran ayuda para dichos espacios y permitir que en la escuela Secundaria Técnica N°.45; los alumnos y alumnas responsables de ciertas áreas de cultivos puedan realizar esas actividades sin descuidar otras que tengan encomendadas en el

plantel escolar de igual manera el personal de servicios administrativos pueda apoyar en estas actividades sin descuidar sus actividades encomendadas diariamente.

El diseño de este sistema se realizó siguiendo modelos de otros sistemas de riegos, con los ajustes pertinentes y las necesidades propias de este proyecto, cumpliendo con el objetivo establecido de lograr un riego automatizado del huerto escolar en la escuela Secundaria Técnica No. 45 de la comunidad de Homún, Yucatán, el cual es flexible, escalable, usable e integrable a la infraestructura que existe en la escuela. Entra las modificaciones realizadas fue la utilización de la plataforma Arduino en conjunto con unos relevadores de tipo normalmente abierto (N/O) y normalmente cerrado (N/C), los cuales actuarán para encender y apagar la bomba sin alterar el centro de control con el que se cuenta actualmente.

Configuración del software Mixly.

En la figura 1 se muestra el entorno de programación de este software, el cual genera códigos a través de diagramas de bloques estilo Scratch, teniendo como característica principal la sencillez y fácil uso de este lenguaje de programación en comparación con otras plataformas, dentro de la parte programable se utilizó un interruptor horario, mostrado en la figura 2, el cual permite controlar automáticamente el encendido y apagado de cualquier carga en los días y horas deseadas, en este interruptor horario se transcribieron cada uno de los horarios de riego propuestos por la escuela, logrando con esto un ahorro de energía y confort para el personal encargado del riego.

Figura 1. Diagrama de bloques en Mixly.



Figura 2. interruptor horario digital



Diseño del prototipo

Se realizaron varias visitas a las instalaciones de la escuela Secundaria Técnica N°. 45 de la comunidad de Homún, ubicado a 55 Km de la ciudad de Mérida, determinando el lugar donde se colocaría el prototipo de igual manera se establecieron las adecuaciones pertinentes para instalar este prototipo. La institución contaba con un sistema de riego que operaba de manera manual por medio de una bomba sumergible, se muestra en la figura 3, la cual abastecía a 3 áreas importantes de la escuela las cuales son un huerto escolar, una parcela y un terreno destinado para el follaje en donde se sembró pasto.

Figura 1. *Bomba sumergible*



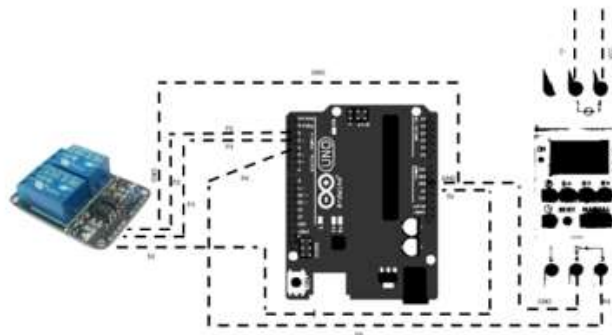
Se ubico un centro de control de la energía eléctrica (figura 4) donde se determinó instalar el prototipo.

Figura 4. *Centro de control*



El encendido y apagado de la bomba se realizaba de manera manual, mediante un arrancador que controlaba a la bomba. Una vez ya determinada el área donde se instalaría el prototipo se procedió a su desarrollo. Los componentes utilizados fueron: una placa Arduino Uno, para las pruebas realizadas durante el desarrollo, y un conjunto de relevadores de tipo normalmente abierto (N/O) y normalmente cerrado (N/C), los cuales actuarán para encender y apagar la bomba sin alterar el centro de control con el que se cuenta actualmente. En la figura 5 se muestra el diseño final del prototipo.

Figura 5. *Diseño final del prototipo*



Código de programación control.

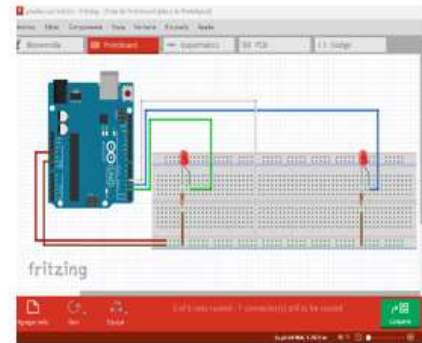
Se desarrollo la programación del prototipo en la aplicación de Mixly, el cual se muestra en la figura 6. Se diseñó un control como una acción de mejora, el cual se encargará de enlazar el sistema con el que se cuenta actualmente al prototipo, de esta forma le permitirá al temporizador realizar la tarea de encendido y apagado, durante el tiempo de riego. Para verificar el funcionamiento correcto del código diseñado para el control del riego, se hizo una pequeña demostración mediante leds, simulando las señales emitidas por el Interruptor cambiando el pin 4 a la línea (+) simulando el arranque y a la tierra (-) simulando el apagado (figura 7), elaborado en la plataforma fritzing.

Figura 6. Programación del prototipo.

```
Blocks Code
1 volatile int dato;
2
3 void setup(){
4   dato = 0;
5   pinMode(2, OUTPUT);
6   pinMode(3, OUTPUT);
7   digitalWrite(2, LOW);
8   digitalWrite(3, LOW);
9   pinMode(4, INPUT_PULLUP);
10 }
11
12 void loop(){
13   delay(1000);
14   if (digitalRead(4) == 1) {
15     digitalWrite(2, HIGH);
16     delay(1000);
17     digitalWrite(2, LOW);
18     delay(1000);
19     while (digitalRead(4) == 1) {
20       digitalWrite(3, LOW);
21     }
22   }
23 }
24 delay(1000);
25 if (digitalRead(4) == 0) {
26   digitalWrite(3, HIGH);
27   delay(1000);

```

Figura 7. Simulación de la prueba del control remoto mediante leds.



Descripción del interruptor horario.

Los botones del panel con que cuenta este interruptor son los siguientes:

Ⓟ: Revisión de programas y configuración de programas.

Manual: Encendido automático o apagado.

□: Para ajustar el día y la hora actual.

D+: Para ajustar el día de la semana.

H+: Para ajustar la hora.

M+: Para ajustar los minutos

RESET: Restablecer la configuración del temporizador

LED: para indicar el estado de encendido/apagado

Posteriormente se procedió a configurar el interruptor horario estableciendo los días y las horas marcadas por el personal de la escuela para que se active la bomba para el riego de las 3 zonas principales el huerto familiar, una parcela y un terreno destinado para el follaje en donde se sembró zacate. En la figura 8 se muestran las configuraciones programables del interruptor horario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

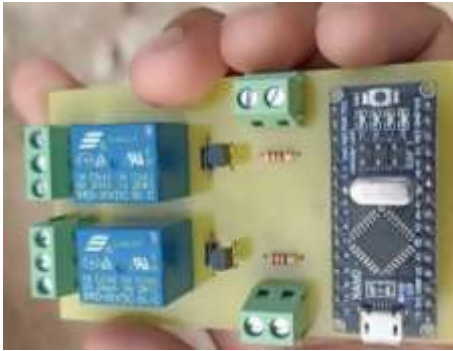
Figura 2. Combinaciones Programables en el Interruptor Horario

1.	MO	TU	WE	TH	FR	SA	SU
2.	MO						
3.		TU					
4.			WE				
5.				TH			
6.					FR		
7.						SA	
8.							SU
9.	MO	TU	WE	TH	FR		
10.						SA	SU
11.	MO	TU	WE	TH	FR	SA	
12.	MO	TU	WE				
13.				TH	FR	SA	
14.	MO		WE		FR		
15.		TU		TH		SA	

El presente proyecto fue el resultado de la vinculación con el Tecnológico Nacional de México Campus Conkal, la Secundaria Técnica N°.45 y la Asociación Civil Educar para Producir, realizando una labor social atendiendo una necesidad real al implementar un sistema de riego automatizado controlado por un Arduino. Finalmente, el diseño de este prototipo quedo conformado por una placa que permitió unir todos los componentes que se mostraron en la figura 5, incluyendo 2 relés, sustituyendo el Arduino UNO convencional, con uno NANO, reduciendo el espacio e integrando la tarjeta final, como se muestra en la figura 9, la cual se puede observar que consta del componente inicial que fue el Timer (Temporalizador), la placa y un pequeño regulador que está conectado directamente a ella, por consiguiente las salidas de cada relé fueron conectadas a los botones manuales de la caja de control que se tenían con anterioridad (figura 3 y 4), todo con el fin de automatizar el apagado manual con el que se contaba anteriormente. Este prototipo fue instalado dentro de una caja hecha de madera reutilizada. Se realizaron varias pruebas para verificar el funcionamiento del prototipo, las primeras pruebas fueron de 5 a 10 minutos en horarios matutinos y días específicos, posteriormente la programación del riego fue cambiada por el maestro responsable, el cual proporcionó el siguiente horario, de 07:30 a.m. A 8:00 a.m. todos los días de la semana, considerando la temporada de lluvia, solo se estableció el riego 1 sola vez al día, con la finalidad de dar un uso apropiado de los recursos (energía eléctrica y agua), por lo que el riego solo tuvo una duración de 30 minutos por día. En total se programaron

14 combinaciones ON/OFF durante 30 minutos, comprobándose que la activación y apagado de la bomba fue exacta en los tiempos programados, posteriormente a solicitud del personal de la escuela se hicieron modificaciones en los horarios quedando conformada la activación del prototipo para el riego en determinados horarios por la mañana y por la tarde.

Figura 3. *Diseño final de la tarjeta.*



En la figura 10 se muestra el prototipo ya instalado en la caja de madera. La prueba inicial en campo se llevó a cabo la última semana de mayo, en presencia de los representantes de la institución educativa, teniendo resultados favorables.

Figura 4. *Montaje del prototipo en la caja de madera*



La figura 11 muestra las tres áreas donde se proporciona el servicio del riego. En la última etapa de las pruebas se realizaron cambios en la segunda semana de junio, para el cual se cambió el horario propuesto de 09:00 A.M a 09:10 A.M. todos los días debido a la proximidad de la temporada de lluvia. Durante la programación se contó con la presencia de personal de la escuela, la intendencia y personal del tecnológico.

Figura 11. *Áreas donde se proporciona el riego*



Figura 12, Montaje final del prototipo



CONCLUSIONES

El sistema diseñado es utilizado para solucionar una problemática de riego constante en la escuela Secundaria Técnica N° 45, apoyando al personal administrativo, alumnos y alumnas de esta escuela en la optimización del recurso del agua mediante un riego oportuno y programado. Se puede observar también como el uso de un prototipo didáctico de enseñanza junto con la tecnología es capaz de ayudar a la agricultura en una comunidad. Los estudiantes, así como los profesores que trabajan en la institución educativa, tendrán la oportunidad de conocer y observar los componentes de un sistema de riego automatizado lo que ayudara mucho en su formación técnica. El personal responsable, así como a los estudiantes designados se les dio capacitación sobre el uso del prototipo implementado con la finalidad de que se tenga un uso adecuado y permita su mayor eficiencia en el funcionamiento.

El personal de la institución ha manifestado que el prototipo instalado en este corto tiempo ha generado una optimización en el uso del agua, en el tiempo que dedicaban al riego, al igual que se espera obtener una mejor producción y rentabilidad en el cultivo de vegetales que se siembran

en la escuela, aportando un mejor uso a los recursos como lo son el agua y energía eléctrica, esto a su vez que el sistema de riego del huerto y parcela ya es autónomo, por lo que el personal puede dedicarse a otras labores productivas.

El proyecto en general permitió la comprensión sobre lo que es adaptarse a las necesidades reales que surgen en los huertos escolares o familiares y adecuarlas según las necesidades que tengan en cada huerto, planteando soluciones para lograr una mejor administración y optimización de todos los recursos involucrados en este tipo de actividades. Con los resultados obtenidos se demuestra el cumplimiento del objetivo general de este proyecto logrando el desarrollo de un sistema autónomo para riego, minimizando el trabajo de las personas y obteniendo un eficiente uso del agua logrando una mejora en la productividad de los cultivos y todo con bajos costos que no afecte la economía familiar.

LISTA DE REFERENCIAS

Bosque, A. (2022). Sistema de control Industrias GSL.

<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/sistema-de-control>

Chiquito, R., Zuñiga, M., Ruiz, K., Chilán, R. (2020). Formación para el emprendimiento
Caso de estudio Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB),
Ecuador. Revista Estrategia Organizacional. 9. 10.22490/25392786.4044.

Comunicare. (2022, January 11). Comunicación inalámbrica: qué es, ventajas y desventajas.
Agency Marketing Online Blog. <https://www.comunicare.es/comunicacion-inalambrica-que-es-ventajas-y-desventajas/>

CONAGUA. (2017). Comisión Nacional del agua.
<https://www.gob.mx/conagua/articulos/mejorar-el-aprovechamiento-del-agua-en-el-campo-compromiso-de-la-conagua?idiom=es>

EcuRed. (2022, December 12). Motor. Blog. <https://www.ecured.cu/Motor>

Goyal, M. (2000). Manejo de Riego por Goteo.

Guijarro, A., Cevallos, L., Preciado, D. & Zambrano, D. (2018). Sistema de riego automatizado con Arduino. *Espacios*. Vol. 39 (Nº 37). Pág. 27.
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>

- Huerta, G., Jimenez, E., & Prado Z. (2012). Sistema automático recuperador de agua pluvial y aguas grises. <https://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/10562>
- Huidobro, J., y Millan, R. (2000). Manual de Domótica.
- Hydro Environment. (2022). ¿Qué es el riego? H-e.mx. Blog. https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=112
- Ramos, S. & Ortega, E. (2017). Sistema automático de riego de agua para hidratación de césped orgánico usando energía renovable. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/ESPOL_1c37718bbca3d6065cf6dc8896807b45
- Red TDT. (2020). Indignación | En riesgo el agua de la Península de Yucatán ante industria porcícola. Blog. <https://redtdt.org.mx/archivos/15190>
- Reyes, C. (2008). Microcontroladores PIC Programación en Basic.
- SDI. (s.f.). Relevadores: Qué son, funcionamiento, tipos y aplicaciones. Blog. <https://sdindustrial.com.mx/blog/relevadores/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20relevadores%3F,este%20mismo%20tipo%20de%20energ%C3%ADa>