

SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS HELADAS EMPLEANDO
ENERGÍA SOLAR Y TELEMETRÍA.

DANIEL ESTEBAN PATAQUIVA MONTOYA
CEDULA DE CIUDADANIA 1016010844 DE BOGOTÁ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES

Bogotá D.C.

2013

SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS HELADAS EMPLEANDO
ENERGÍA SOLAR Y TELEMETRÍA.

DANIEL ESTEBAN PATAQUIVA MONTOYA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADO EN EL MARCO DEL
SEMILLERO SETEL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE
TELECOMUNICACIONES

TUTOR Y PROFESOR UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

GUILLERMO FERNANDO VALENCIA PLATA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES

Bogotá D.C.

2013

NOTA DE ACEPTACION

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

BOGOTA D.C

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios quien me permite estar cada vez más cerca de mi sueño, al sostenerme, ayudarme y ser el autor principal de mi vida.

Doy gracias al profesor Nelson Forero quien impulso y guio al semillero SETEL, dando como fruto diferentes artículos, ponencias e investigaciones y mostrándonos que detrás de un problema hay todo el desarrollo de una solución para el mismo.

A los diferentes profesores de la carrera Ingeniería de Telecomunicaciones que dejan una semilla de conocimiento y sé que con la práctica me permitirán desarrollarme como persona en un campo laboral que cada día es más competitivo.

Al profesor Guillermo Valencia, quien con sus observaciones, correcciones y consejos bien acertados me permiten elaborar este proyecto de grado que más adelante se presentara ante los jurados y ellos decidirán el futuro de este.

A todos muchas Gracias.

CONTENIDO

	pág.
MARCO REFERENCIAL.....	11
Riego por goteo.....	11
Energía solar fotovoltaica.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
Objetivos específicos.....	16
JUSTIFICACIÓN.....	17
DELIMITACIÓN.....	18
CARACTERIZACION DEL TIPO DE HELADAS QUE SE PRESENTAN EN EL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE Y CÓMO AFECTAN A LOS CULTIVOS DE FLORES.....	19

ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS QUE SE USAN ACTUALMENTE PARA PREVENIR LOS DAÑOS OCACIONADOS POR LAS HELADAS.	20
EXPLICACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA	21
DISEÑO DEL SISTEMA.....	24
SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR.....	24
SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE LA TEMPERATURA	26
SISTEMA DE RIEGO	30
CUADRO DE COSTOS.....	33
FUTURAS INVESTIGACIONES PARA EL SEMILLERO SETEL.	34
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	35
PRODUCTOS ACADÉMICOS DESARROLLADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN	36
CONCLUSIONES.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

TABLA DE FIGURAS

	Pag
<i>Figura 1 Irradiación solar en superficie</i>	13
<i>Figura 2 Variación del voltaje del panel con la temperatura.</i>	14
<i>Figura 3 Áreas con mayor riesgo a heladas.</i>	17
<i>Figura 4 Yema de las flores</i>	20
<i>Figura 5 Primera fase</i>	24
<i>Figura 6 Segunda fase</i>	26
<i>Figura 7 Conexión remota</i>	26
<i>Figura 8 Resultados temperatura</i>	28
<i>Figura 9 Especificaciones antena Mimo³²</i>	29
<i>Figura 10 Tercera fase</i>	30
<i>Figura 11 Instalación electroválvula</i>	31
<i>Figura 12 Sistema de protección contra las heladas.</i>	31
<i>Figura 13 Diagrama espacial sistema de protección</i>	32

GLOSARIO

CULTIVO: que prescinde de los barbechos y, mediante abonos y riegos, hace que la tierra, sin descansar, produzca las cosechas¹.

ENERGÍA SOLAR: Energía producida mediante el efecto del calor del sol en una placa solar.²

HELADA: Se considera la ocurrencia de heladas cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (es decir a 1,50 metros sobre el nivel del suelo), es de 0°C³

SISTEMA DE RIEGO: Consiste en aportar el agua de manera localizada justo al pie de cada planta. Se encargan de ello los goteros o emisores.⁴

TELEMETRÍA: Sistema de medida de magnitudes físicas que permite transmitir está a un observador lejano⁵.

¹ Diccionario de la Real Academia Española, vigésima segunda edición (2009)

² www.definicion.org , (SF)

³ www.tutiempo.net/, Helada, (SF)

⁴ S.A. Infojardin, Sistema de riego,(sf)

⁵ “Medición de magnitudes físicas a distancia” y su posterior envío a un operador o sistema de cómputo

RESUMEN

Este documento describe como resultado de un proceso de investigación en el semillero de investigación SETEL del programa ingeniería de telecomunicaciones; la implementación de un sistema automático de defensa contra las heladas, que pretende servir de puente para la unión entre la tecnología y el agro al plantear una alternativa que emplea la tecnología en la automatización de un proceso ya existente que permite proteger las plantas de los daños causados por las heladas, agregando además el hecho de que el proceso se realizará siempre que sea necesario (cuando se presente la helada) y no solamente cuando el agricultor lo halla predicho.

INTRODUCCIÓN

La tecnificación de la industria agrícola del país cobra especial relevancia, y la automatización de los procesos especial importancia. Tal como lo afirma Carlos Villa, gerente general de desarrollo de negocios de Motorola para Colombia, Ecuador y Venezuela: "el agro colombiano no sólo se debe tecnificar en agroquímicos o tecnologías específicas del campo; es necesario que esta industria evolucione y se integre al mundo de las comunicaciones para que pueda coordinar mejor sus actividades, respondiendo a las necesidades de cada caso en el momento oportuno"⁶

En este proyecto se quiere trabajar en la problemática que hoy en día aqueja a los cultivos cubiertos del altiplano cundiboyacense, los cuales han sufrido los efectos de las bajas temperaturas (Fenómeno denominado Heladas) y estas a su vez han ocasionado la pérdida en las cosechas. Para dar solución a este problema se plantean tres subsistemas los cuales conformaran el sistema de protección contra las heladas; uno de ellos está encargado de suministrar de energía a la primera y segunda fase de los subsistemas, aprovechando la radiación solar al transformarla por medio de paneles solares en energía eléctrica, limpia y renovable, el segundo será el encargado de tomar mediciones de temperatura y transmitir estos datos al último subsistema el cual de ser necesario activara el mecanismo de protección contra las Heladas.

⁶ VILLA Carlos. Sinergia Económica. El nuevo Siglo. Llegó la hora para que el agro tecnifique su logística

MARCO REFERENCIAL.

Los sistemas de protección contra las heladas en la agricultura Colombiana se han venido implementando con muchos beneficios para los cultivos, todo sistema que implique la adición de algún mecanismo ya sea mangueras, ventiladores, paja, calentadores, etc. es considerado un método de protección directo.

Riego por goteo. El riego por goteo fue una solución eficiente y a diferencia del riego tradicional, el sistema de goteo permite minimizar las pérdidas por infiltración profunda y el exceso de agua, de esta manera el agua que es aplicada sobre el cultivo es solamente la que la planta requiere para su crecimiento, fortalecimiento y en este caso para su protección.

Las características del sistema de riego por goteo se ven implicadas tanto en lo económico como en la agronomía ya que el agua es suministrada solo al campo donde se encuentra la planta.

Manuel Amoros Castañer en su libro riego por goteo en cítricos describe las siguientes ventajas del riego por goteo:

“Ventajas de los riegos localizados

- Mejor Utilización del agua.
- Mejor aprovechamiento de la energía para la distribución del agua
- Una mejor fertilización, mas eficaz y ahorro de fertilizantes
- Mayor posibilidad de uso de aguas salinas
- Prácticamente no necesita nivelación.
- Aumento de producción.
- Mayor desarrollo de arbolado
- Aporte de Agua uniforme
- Menor costo de transformación
- Menor problema en malas hierbas”⁷

Los sistemas de riego por goteo se pueden implementar de diferentes maneras entre las mas comunes se encuentran:

Cintas de exudación, tuberías perforadas y gotero.

“En el primer caso se emplean cintas de material poroso a través de las cuales y con baja presión se va liberando humedad. Estas cintas pueden colocarse superficialmente o bien enterradas a

⁷ AMOROS CASTAÑER Manuel. Riego por goteo en cítricos, (1991)pag 11.

escasos centímetros de la superficie, suelen colocarse una por cada hilera de plantación. El riego suele ser continuo.

En el caso de tuberías perforadas, como su nombre indica, son tuberías en las que se practican unos orificios a lo largo de las mismas y a distancia muy corta, con ellas también se logra una franja húmeda. Su caudal se mide por metro lineal.

En caso del gotero el agua llega a las plantas por unas tuberías de conducción y a través de unos dispositivos llamados “goteros” que proporcionan la humedad a la planta, sus caudales varían de 2 a 8 litros/hora, aunque los de mayor uso son los de 4 litros/hora.”⁸

Energía solar fotovoltaica. Javier María Mendez describe en su libro a la energía solar fotovoltaica como: “la energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y, por tanto, inagotable, limpia y se puede aprovechar en el mismo lugar en el que se produce (autogestionada). La radiación solar además de proporcionar luz, también se transforma en biomasa por medio del efecto de la fotosíntesis, en viento por los gradientes térmicos que se producen en la atmósfera o energía hidráulica por la evaporación de los mares.”⁹

Javier María realizó un estudio sobre la radiación solar el cual determina las direcciones en las que produce mayor energía y dice que dependiendo su de posición la energía eléctrica varía.

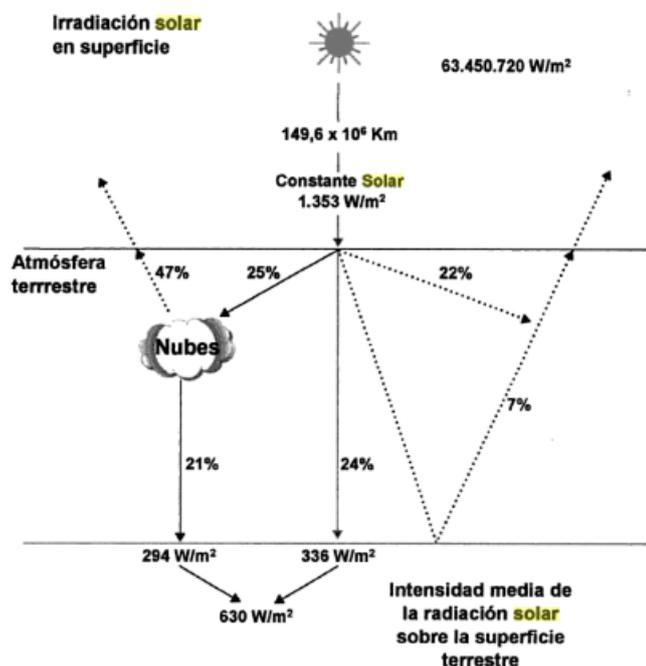
La radiación en el Sol es $63.750.420 \text{ W/m}^2$. Si suponemos que el Sol emite en todas direcciones y construimos una esfera que llegue hasta la atmósfera terrestre, es decir, que tenga un radio de la distancia de 149,6 millones de kilómetros, podremos determinar cuál es la radiación en este punto. Este valor de la radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar (1.353 W/m^2), variable durante el año un $\pm 3\%$ a causa de la elipticidad de la órbita terrestre¹⁰.

⁸ AMOROS CASTAÑER Manuel, Riego por goteo en cítricos, 1991 pag 12.

⁹ MÉNDEZ Javier, energía fotovoltaica 2da edición, 2012 pag 15,29,31

¹⁰ MÉNDEZ Javier Op, cit., p 29

Figura 1 Irradiación solar en superficie¹¹



“A la tierra solo llega 1/3 de la energía total interceptada por la atmosfera, y de ella el 70% cae en el mar. Aun así es varios miles de veces el consumo mundial.”¹²

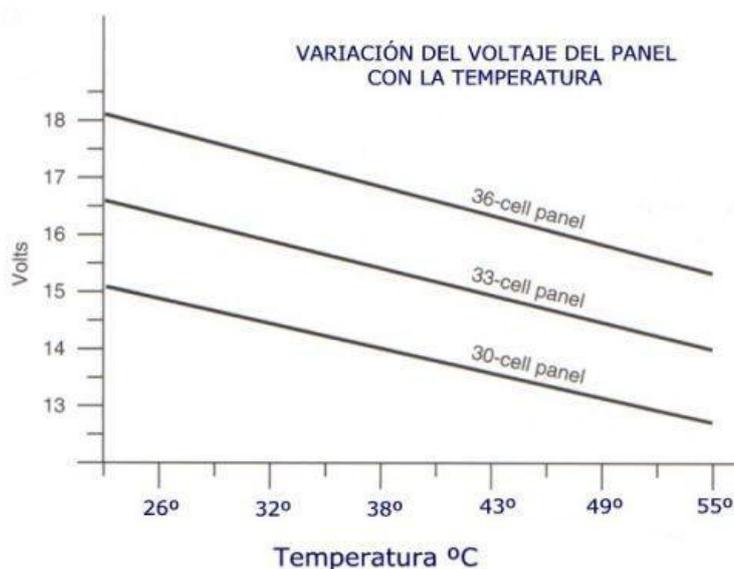
Obtención de Energía Solar. Al escoger un panel solar es necesario tener en cuenta la potencia que este ofrece, si se desea trabajar con un panel autorregulado (posee de 30 a 33 celdas solares) este puede funcionar de manera directa con una batería de 12v aunque la caída de tención debido a la temperatura lo hace ineficaz frente a un panel de 36 celdas. Las celdas solares pierden eficacia de voltaje cuando su temperatura aumenta. Por cada aumento de 6° C , el rendimiento disminuye aproximadamente un 3%. No es extraño que un panel solar alcance en verano temperaturas superiores a los 50° C , provocando una reducción del voltaje de un 15%¹³

¹¹ MÉNDEZ Javier, energía fotovoltaica 2da edicion, (2012) pag 29

¹² MÉNDEZ Javier Op, cit., pag 15,29

¹³ S.A. Paneles solares. Energía solar en veleros. Placas solares en barcos (S.F.)

Figura 2 Variación del voltaje del panel con la temperatura.¹⁴



La potencia de salida de un panel para mantenimiento de las baterías puede ser aproximadamente de un 0,3% de la capacidad nominal de la totalidad de baterías instaladas. Por ejemplo, para un banco de baterías de 220 amperios/hora necesitaremos un panel que tenga una salida aproximada de 0,66 amperios, lo que podemos esperar de un panel de unos 10 vatios (la intensidad de la corriente es el resultado de dividir la potencia en vatios por el voltaje de salida del panel, $10 \text{ W} / 16 \text{ V.} = 0,625 \text{ amperios}$). Recuerde que para calcular el panel que necesitamos podemos aplicar la fórmula: Capacidad de baterías expresada en amperios/hora $\times 0,3\% =$ Corriente de salida \times voltaje del panel = Potencia del panel¹⁵.

Sensor de temperatura en termocupla: Este tipo de sensor está fundamentado en la proporcionalidad que existe entre la variación de una resistencia eléctrica de platino de alta pureza y la temperatura.

Por su principio de funcionamiento estos elementos ofrecen una excelente estabilidad y reproducibilidad para temperaturas que van entre los 0 a 760°C.

Otra característica importante de este tipo de sensor es que la medición no es alterada por la distancia entre el punto en el que se mide la temperatura y el punto de lectura o control, gracias a su conexión de tres alambres que permiten diferenciar la resistencia del sensor de la resistencia total de los mismos alambres.

¹⁴ S.A. Imagen tomada del artículo: paneles solares. Energía solar en veleros. (2013).

¹⁵ S.A. Paneles solares, Energía solar en veleros 2013. 5p

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿De qué manera puede prevenirse y limitar los daños ocasionados por las Heladas?

La agricultura, es una de las principales actividades económicas en Colombia, tan es así, que en el 2009 existían 4.905.456 hectáreas cultivadas, y se proyectó que ese número se elevara a **4.965.374** en el 2010¹⁶, el número de hectáreas aumentó en 59918 esto implica mayores ganancias y gastos para cada agricultor. Algunos cultivos, en especial los que se producen en clima frío, como la papa, la arveja, las flores, el frijol, y las leguminosas, se enfrentan constantemente al daño causado por las heladas, que ocasionan la pérdida total de las cosechas.

El centro nacional de Prevención y desastres catalogo que Colombia tiene seis fenómenos considerados de alto riesgo como lo son los sismos, incendios, inundaciones, ciclones, erupciones volcánicas y heladas¹⁷.

Para entender la gravedad del fenómeno atmosférico, a continuación se nombran varios titulares de prensa donde especifican el daño causado.

El ministerio de ganadería agricultura y pesca MGAP esperaba para el año 2012 por producción citrícola 318mil toneladas de fruta. En las Heladas que ocurrieron el 7,8 y 9 de Junio se perdieron 115mil toneladas, lo que representa un 36% de pérdidas¹⁸.

En Enero del 2013 la revista el portafolio expidió un comunicado el cual relaciona lo siguiente: “El Centro de Innovación de la Floricultura (Ceniflores) recomendó a las empresas de flores, ubicadas en la Sabana de Bogotá, maximizar sus procedimientos preventivos ante el incremento de las alertas por la posibilidad de heladas, según los pronósticos del Canal Clima.”¹⁹

El IDEAM lanzo el siguiente comunicado: “Se lanzó varias alertas advirtiendo que la temporada seca sería más intensa desde finales de diciembre y durante los 3 primeros meses de 2013”¹⁷.

¹⁶ MINISTERIO AGRICULTURA, Balance de gobierno, logros y retos del sector agropecuario 2002-2010

¹⁷ CREEL MIRANDA Santiago, Secretaria de gobernación, _Desastres guía de prevención, p 44,45

¹⁸ RICHERO Y DIRENA, Diario el pueblo, Se perdieron 115 mil toneladas de citrus por las heladas y en algunas zonas hubo daños severos

¹⁹ Revista Portafolio, S.A. Por heladas flores están en alerta máxima

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de protección contra las heladas, empleando energía solar y telemetría para el altiplano cundiboyacense, que proteja Cultivos de flores en entornos cerrados.

Objetivos específicos

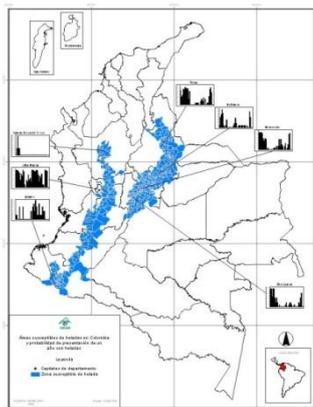
1. Caracterizar el tipo de heladas que se presentan en el altiplano cundiboyacense y cómo afectan a los cultivos flores
2. Analizar los diferentes métodos que se usan actualmente para prevenir los daños ocasionados por las heladas
3. Diseñar un sistema de energía solar para abastecer el sistema de protección contra heladas.
4. Diseñar un dispositivo el cual permita medir la temperatura, transmitirla de forma inalámbrica y mantener un registro de los valores obtenidos para tomar acciones de control sobre la misma.

JUSTIFICACIÓN.

El problema que más frecuentemente se presenta con respecto al Comportamiento individual o comunitario de la población ante los desastres, es La falta de preparación para enfrentarlos en sus tres momentos básicos: antes, Durante y después²⁰.

Según el ministerio de agricultura y desarrollo rural, La superficie continental de Colombia es de 114.17 millones de hectáreas de las cuales el 55.4% son áreas no Agropecuario y tan solo el 44.6% son de uso Agropecuario. En Colombia hay cerca de 21.5 millones de Hectáreas que se pueden dedicar a la agricultura, en el 2009 una hectárea agricultura genero 12.5 veces más valor que una hectárea de ganadería²¹.

Figura 3 Áreas con mayor riesgo a heladas.²²



Dadas las pérdidas ocasionadas al país con respecto a este fenómeno se decidió estudiar la manera más adecuada para combatir los desastres que estas ocasionan y plantear un sistema que proteja la economía del agricultor y del estado.

²⁰ CREEL MIRANDA Santiago, Secretaria de gobernación, Desastres guía de prevención segob. p 2.

²¹ Ministerio Agricultura, Balance de gobierno, logros y retos del sector agropecuario 2002-2010.

²² Sol M. Bahamon Tomada de Lunes Técnico GobAnt, 2010

DELIMITACIÓN

La energía que se suministra al sistema de protección contra las heladas se basa en paneles solares encargados de convertir la radiación solar en energía eléctrica, para esto es necesario tener en cuenta:

- Dado que los paneles solares necesitan la radiación solar para transformarla en energía eléctrica es necesario que estos se encuentren al aire libre.
- Para saber qué tipo de panel solar emplear es necesario conocer los amperios por hora con los cuales trabaja el panel y verificarlos con la cantidad de corriente que necesita el sistema de protección contra las Heladas.

El sistema de protección contra las heladas es una respuesta a la necesidad en los cultivos de flores del altiplano Cundiboyacense, por lo tanto, la protección que se requiere debe ser capaz de contrarrestar los efectos causados por las bajas temperatura sobre el pétalo y tallo de la flor.

En este contexto, una de las limitantes es trabajar en un rango de temperatura el cual no solo funcione cuando la helada este presente, sino que al detectar bajas temperaturas prevenga y active un mecanismo con el cual la planta se encuentre protegida en el momento que la temperatura descienda a 0°C.

El sistema de protección contra las heladas se desarrollara para cultivos de 8 metros con solo un sensor de temperatura, debido a la fuerza con la que las electroválvulas expulsan el agua.

El sistema anti-heladas está conformado por 3 subsistemas, estos son:

Primero: Obtención de energía por medio de paneles solares para la alimentación de corriente del sistema.

Segundo: Medición de la temperatura, la transmisión y recepción de los datos tomados para tener un control del sistema de riego y el activador.

Tercero: Sistema de riego.

CARACTERIZACION DEL TIPO DE HELADAS QUE SE PRESENTAN EN EL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE Y CÓMO AFECTAN A LOS CULTIVOS DE FLORES

Una helada, es un fenómeno climático que puede ser de diferentes tipos según su origen o aspecto (radiativa y advectiva), principalmente consiste desde el punto de vista meteorológico, en el momento en que la temperatura del aire a metro y medio (1,5 m.) del nivel del suelo, en lo que se conoce como el abrigo meteorológico, es igual o inferior a 0°C²³.

Helada radiativa. Las heladas de este tipo son de mayor frecuencia en el altiplano cundiboyacense. Ocurren cuando la temperatura en las plantas y el suelo pierden su calor y la temperatura desciende a 0°C, esto se debe a tres factores principales²⁴:

1. Ausencia de nubes: La energía se dirige directamente al espacio, ya que no hay una limitante o barrera producida por las nubes (Elas remiten al suelo la energía que pierden las plantas y la tierra).
2. Falta de viento: El aire Caliente se encuentra por encima del abrigo térmico y el frío por debajo (debido a que el aire frío es más pesado que el caliente), al no haber viento, no permite la mezcla de estos dos ocasionando el congelamiento en las plantas.
3. Falta de Humedad: (aire seco) al no haber humedad en el cultivo el aire frío se dispersa con mayor facilidad.

Helada advectiva Se produce cuando una masa de aire frío proveniente de los polos invade con vientos por debajo de los 0°C en una región.

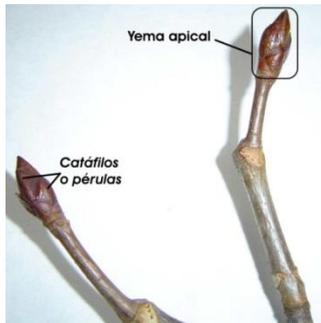
Eduardo Pataquiva Garcia Agronomo del SENA enseña que el fenómeno de la niña el cual se determina como la presencia de bajas temperaturas, causando Heladas en la región y puede ocasionar diferentes daños en las plantas empezando por el congelamiento del aire y finalizando con el daño en el tallo de las plantas. La yema de las flores es la principal afectada en el momento que se presenta una Helada²⁵.

²³ S. Larocca.tutiempo. (Sf). Heladas 13 p.

²⁴ MARTÍNEZ Mariana, cuestión de Heladas, planeta vino, Chile 2013

²⁵ GARCIA Eduardo. Entrevista ¿De qué manera una helada puede causar daños al cultivo.

Figura 4 Yema de las flores²⁶



ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS QUE SE USAN ACTUALMENTE PARA PREVENIR LOS DAÑOS OCACIONADOS POR LAS HELADAS.

Para contrarrestar los efectos de las heladas, existen varios métodos de defensa, que pueden ser de carácter activo o pasivo. Los métodos activos, son aquellos aplicados en el momento de comenzar la helada o durante la misma y básicamente consisten en evitar el enfriamiento. Entre ellos se destacan las cortinas de humo, nubes o niebla, el calentamiento del aire que rodea la planta, y la aspersión de agua.

Por su parte, entre los métodos pasivos se pueden destacar la elección de variedades de plantas resistentes y de mayor altura, la selección de terrenos de acuerdo con la sensibilidad de la especie a cultivar y sembrar en determinadas épocas del año de acuerdo con las predicciones climatológicas.

Los inconvenientes de estos métodos se presentan cuando los reportes por parte de la entidad climatológica fallan y el trabajador desconoce la temperatura en la que el cultivo se encuentra expuesto.

Comúnmente las heladas ocurren en ciertas épocas del año, por lo que los campesinos combaten estas bajas temperaturas acudiendo a los cultivos en horas de la noche o la madrugada, en las fechas en que se ha calculado o predicho que se presentarán; y utilizando métodos artesanales basados en los métodos activos anteriormente mencionados, como el riego de las plantas, o la quema de llantas.

Para mitigar el impacto de las heladas, existen varios métodos de defensa, siendo uno de estos el riego por aspersión, que consiste en "Un chorro de agua a gran velocidad, que se dispersa en el aire en un conjunto de gotas,

²⁶ S.A, Figura tomada del artículo Heladas y desarrollo vegetal,(S.F.)

distribuyéndose sobre la superficie del terreno con la pretensión de conseguir un reparto uniforme entre varios aspersores²⁷.”

El riego por aspersión permite proteger los cultivos de las heladas puesto que “Se basa en el hecho de que cada gramo de Agua al congelarse desprende 80 calorías, una parte del calor es absorbido por la planta que, de esta forma puede mantenerse a una temperatura fuera del peligro²⁸”; así un riego constante durante el periodo de bajas temperaturas que mantenga sobre las plantas una cierta cantidad de agua en estado hielo, suficiente para cubrir la hoja, evitará que la temperatura de la misma descienda a 0°C.

Las cubiertas protectoras son otro método de protección contra las heladas puede estar compuesto de tierra, paja, residuos de vegetales y consiste en colocar alrededor del cultivo estos elementos, con el fin de cortar la corriente de aire y proteger la planta. Este método se utiliza en la noche, por lo tanto en horas de la mañana es necesario quitarlos. Se considera esta solución para heladas ligeras.

A continuación se presenta los testimonios y comentarios que se obtuvieron al preguntarles a agrónomos y agricultores ¿Cómo viven ellos una helada?

Nelson Guativa declaro “Es difícil determinar en qué momento atacara una helada ya que muchas veces cuando uno se encuentra en la cama, esta neblina se encuentra dañando la cosecha. Normalmente uno enciende llantas o hace una hoguera en las esquinas del cultivo para cuidarlo²⁹”.

Los agricultores de la pradera (Pueblo ubicado en el departamento de Cundinamarca) en el presente año sufrieron daños ocasionados por las heladas principal mente en las cosechas de maíz y afianzaron la necesidad de esta investigación ya que los gastos en nutrientes para las plantas, el día de salario de los campesinos, los implementos de trabajo y tiempo suelen significar una pérdida de dinero considerable.

EXPLICACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA

El sistema de defensa automático contra las heladas, emplea el riego por goteo para defender los cultivos de las heladas; y consiste en un sensor de temperatura ubicado a 1.5 metros a nivel del suelo (ya que el abrigo meteorológico se encuentra entre 1.5 a 2 metros), y estará encargado de medir

²⁷ J.M. TARJUELO. El riego por aspersión y su tecnología

²⁸ J.F. SERRANO. (2009) Agricultura ecológica Manual y guía didáctica

²⁹ GUATIVA Nelson, Entrevista ¿Cómo vive una helada y que método utiliza para combatirla?, 03 Junio 2012.

la temperatura a la cual se encuentra expuesto el cultivo. Este sensor, a su vez está conectado con un circuito que funcionará como comparador que al detectar una temperatura igual o inferior a la establecida active un sistema de riego por goteo previamente instalado. Este sistema de riego no difiere de los empleados actualmente en los cultivos existentes.

Dado que el sistema planteado pretende prevenir que el cultivo se vea afectado por las heladas, el sistema de riego debe activarse previo a la presencia o existencia de la helada, de lo contrario, si se espera hasta que la temperatura sea igual a 0°C, el tiempo en que se active el riego y se encuentren las plantas cubiertas puede ser suficiente para que la planta sufra un daño. Así, aun cuando se espera que el sistema de riego se active en milisegundos, el tiempo en que las plantas se encuentran completamente regadas (el cual varía dependiendo entre otras cosas de la distancia entre la planta y el aspersor) podrían ser algunos segundos considerables, aproximadamente 15 a 20 segundos.

De igual forma, debido a que “desde el punto de vista de la climatología agrícola, no se puede considerar helada a la ocurrencia de una determinada temperatura, ya que existen vegetales que sufren las consecuencias de las bajas temperaturas sin que ésta llegue a cero grados (por ejemplo: el café, el cacao y otros vegetales tropicales).”³⁰ Se recomienda que se programe a 3°C más que la temperatura considerada como helada; es decir, que el sistema de riego se active cuando la temperatura detectada por el sensor sea igual o inferior a 3° C. Este valor, es el que se tomará como referencia fija para la comparación que realizará el activador que estará encargado de determinar el momento en que se active la válvula, tal como se verá más adelante en el diseño del sistema; en caso de que un cultivo en particular lo requiera, o el agricultor lo desee, este valor podrá ser modificado bien sea para aumentarlo o reducirlo.

Lo que se pretende es que el sistema sea capaz de activar un sistema de riego por aspersión sin necesidad de la presencia del agricultor o campesino, es decir, que este sistema sea automático, y pueda con las medidas de temperatura determinar si es necesario o no activar el sistema anti-Heladas, y en tal caso proteger a los cultivos de los daños ocasionados por dicho fenómeno.

³⁰ S. Larocca.tutiempo. (SF). *Heladas*.

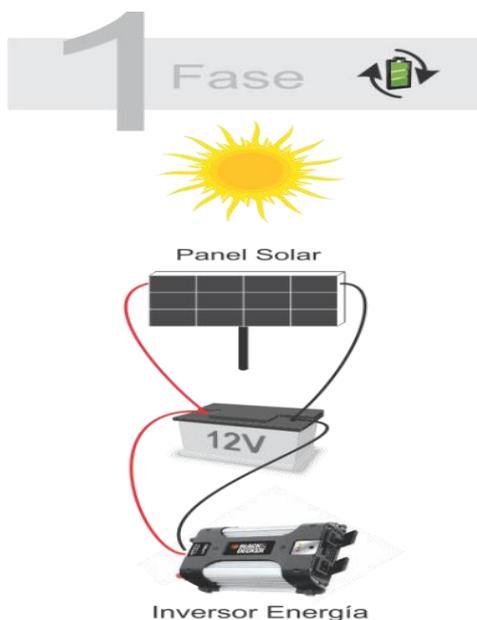
DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación se describe la forma en que funciona el sistema, así como los elementos y partes que lo componen.

A grandes rasgos, este sistemas está compuesto por tres fases: la primera fase, conocida como el sistema de energía solar utilizado para abastecer el sistema de protección contra heladas, la segunda que se encarga de la medición y transmisión de la temperatura y la tercera encargada de la activación del sistema de riego.

SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR

Figura 5 Primera fase



En la Figura 5, se observa la distribución del sistema de energía solar; el cual está compuesto por el panel solar, una batería de 12V y un Inversor de 12VDC a 110VAC.

Gracias a los pronósticos que da a conocer el IDEAM día a día se conoce que en Cundinamarca no se sobrepasan los 49°C de temperatura ambiente (Tomando los últimos 3 años como muestra)³¹, se puede trabajar con un panel de autorregulado de 30 o 33 Celdas Solares, aunque un panel de 36 celdas solares resulta más eficiente, los costos suelen ser más elevados.

³¹ IDEAM, Instituto de Hidrología meteorología y estudios ambientales, 2013

Nota: Si se desea que todas las fases del sistema sean abastecidas por medio de paneles solares se requiere de paneles solares con mayor capacidad al nombrado a continuación.

El panel con el que se trabaja en este proyecto tiene una capacidad de carga de 18.5Wh (5000mAh), si se tiene que el sistema de riego consume un amperaje por hora de:

Equipo	Cantidad de voltaje necesitado
Electroválvula 2-2 (1/4") 12VDC	42mA
TK4S-B4CC	3 A

El total de la corriente que consume el sistema es de 3,042A, por lo tanto la carga que consume el sistema de protección contra las heladas es menor a la que otorgan los paneles solares.

Nota: Si se desea puede agregar un regulador de carga el cual cuida la batería en caso de una sobrecarga.

El segundo elemento es una batería de 12V que se encuentra en el mercado y es igual a una batería de Automóvil.

El último elemento de esta fase es un inversor de 12VDC a 110VAC. Se optó por utilizar un conversor marca Black&Decker de 750W ya que contiene una salida de 5 Voltios y garantiza una salida de no más de 6.75 Amperios.

En la primera fase los paneles solares reciben la energía proporcionada por el Sol, esta es almacenada en la en la batería de 12VDC y finalmente se convierten los 12VDC en 110VAC

SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE LA TEMPERATURA

Figura 6 Segunda fase

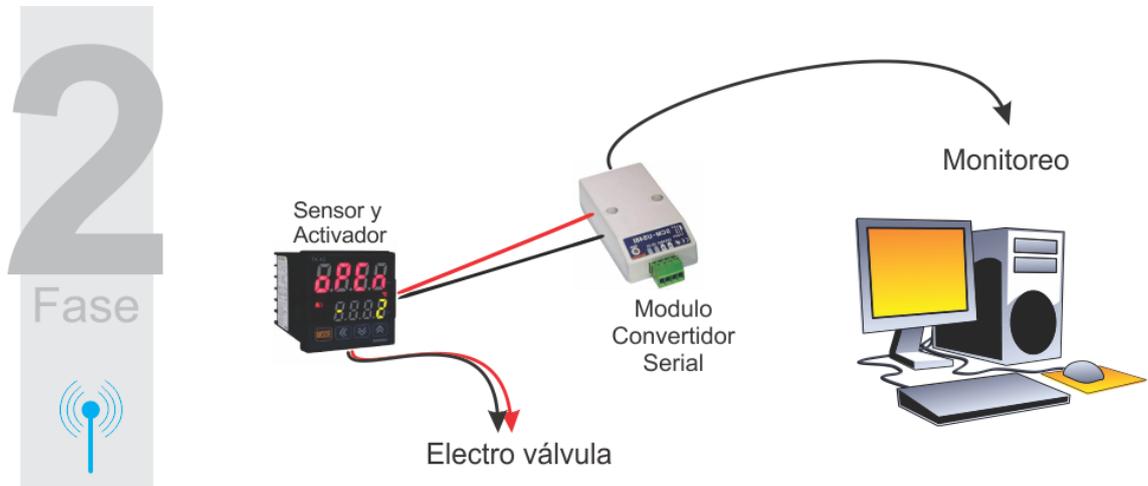
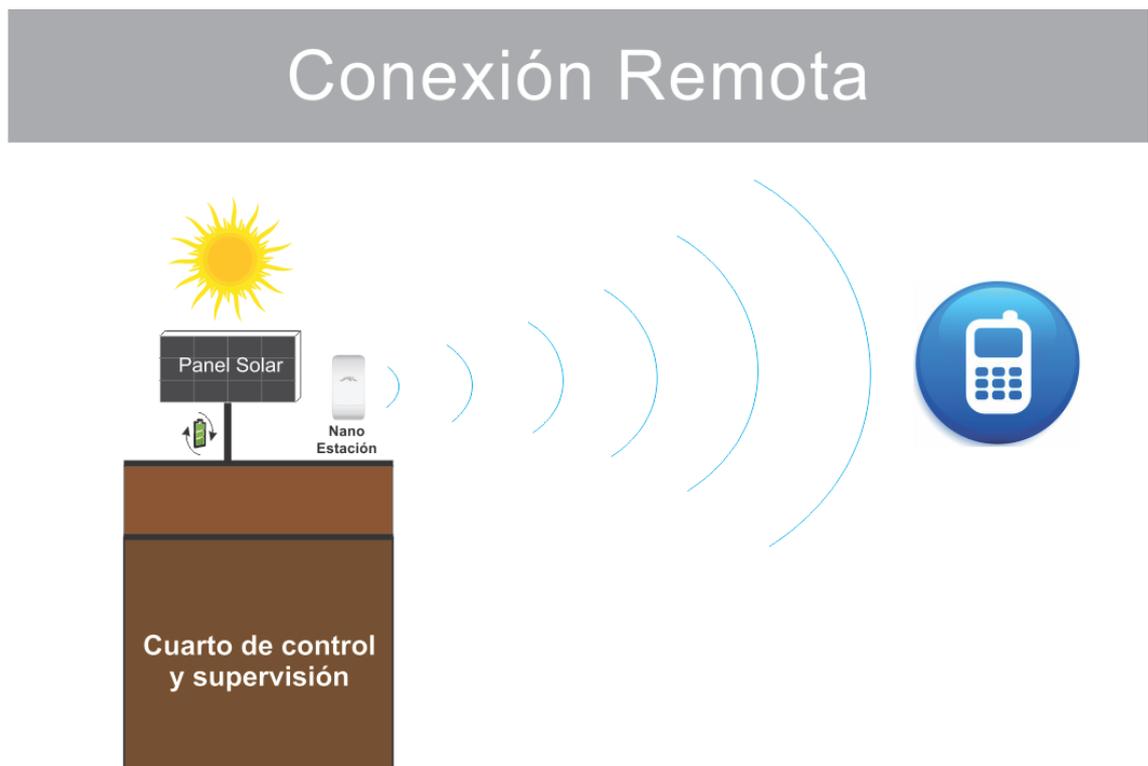


Figura 7 Conexión remota



Nota: En el cuarto de control y supervisión se encuentran el computador, inversor de 12VDC a 110VAC, batería de 12VDC y modulo convertidor RS485 a USB

En la figura 6 muestra cada uno de los componentes necesarios para la medición y monitoreo del sistema.

Es necesario un sensor de temperatura con un tiempo de respuesta corto, esto dado a la velocidad del viento y la rapidez con la cual la escarcha cubre la planta, si bien varía de acuerdo al tipo de helada, nivel de humedad y cantidad de montañas en las que se encuentre el cultivo, se requiere que sea de un tiempo de respuesta menor a 0.5 segundos, lo cual sumado con el tiempo que tarda la electroválvula en permitir el paso del agua el sistema no tome un tiempo mayor a 2 segundos para activar el sistema de riego por goteo, a partir de este momento hay que sumar la cantidad de tiempo que tarda el sistema en regar todo el cultivo, esto puede variar dependiendo el área del cultivo.

En el semillero de investigación SETEL se desarrolló un sistema de protección contra las heladas empleando un integrado LM35³², al obtener valores en voltaje de la temperatura y ser enviados por medio de un puerto RS232 al computador presento una diferencia de $\pm 2^{\circ}\text{C}$, esta diferencia la hace muy cercana al valor que se tiene como referencia (3°C), por tal motivo se decidió trabajar con el sensor de temperatura de termocupla tipo J, el cual trabaja en un rango de temperatura de 0°C - 760°C , siendo el sensor más utilizado; está compuesto de dos conductores metálicos diferentes unidos en un extremo que al ser expuestos a una temperatura se genera un voltaje en el orden de milivoltios.

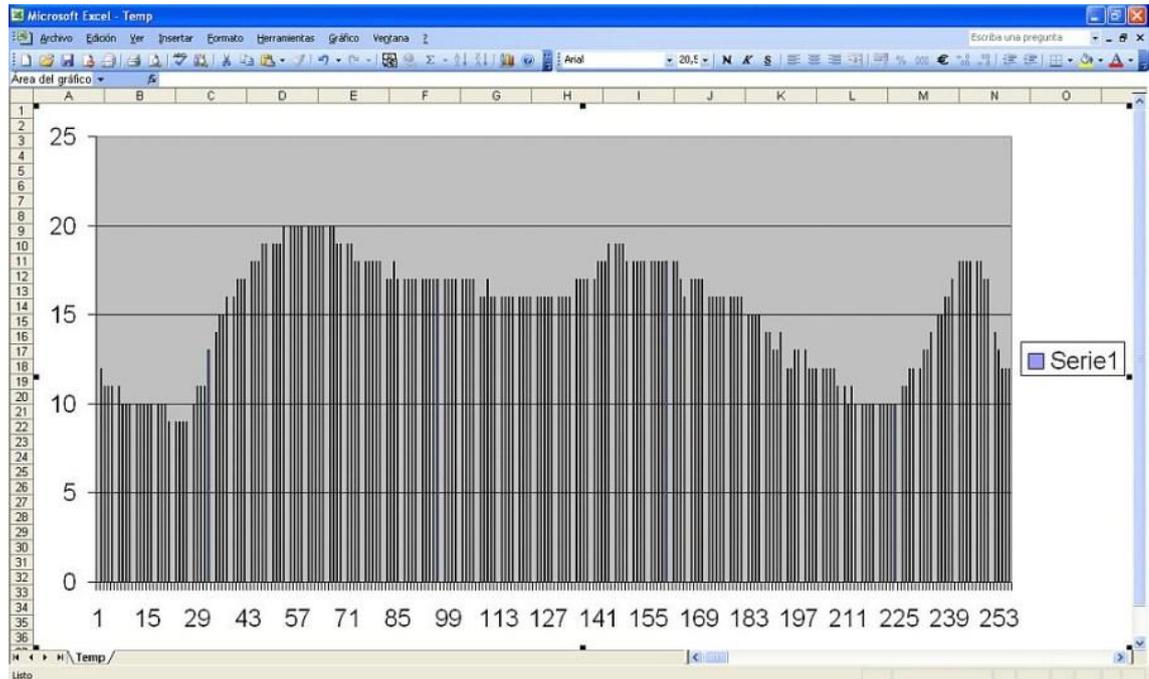
Los datos obtenidos por el sensor serán verificados por el controlador, este al comprobar que la temperatura es menor de 3°C inicia el sistema de riego, en caso contrario no se activará.

Posteriormente los datos de la temperatura serán enviados al conversor serial USB a puerto RS485, el cual permite la conexión con el computador (por medio de un cable USB).

El computador genera una base de datos con cada uno de los valores obtenidos por el sensor de temperatura, además proporciona un registro gráfico que mostrará al administrador del cultivo la hora en la que se presentó una helada.

³² National Semiconductor. LM35 Precision Centigrade Temperature Sensor

Figura 8 Resultados temperatura.



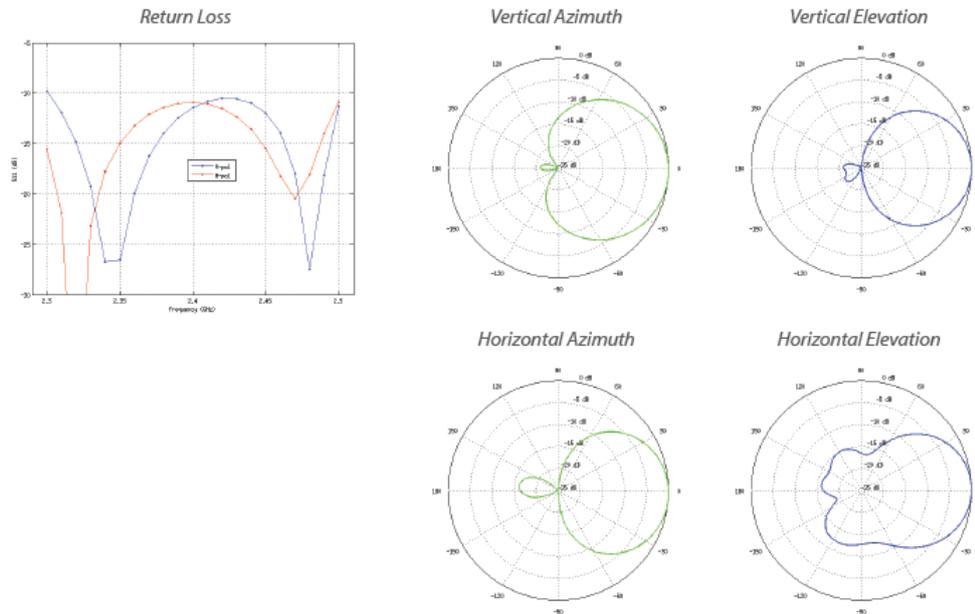
Como lo muestra la figura 8, el computador (está ubicado en el cuarto de control y supervisión) se encuentra conectado a una nano estación Ubiquiti loco m2 por medio de un cable RJ45 Ethernet 10/100, el cual permite conexión remota en un rango de 1 a 2 kilómetros efectivos al tener 2 antenas MIMO que cuentan con una ganancia de 8dBI, una velocidad de transferencia de 150Mbps, permite conectarse a más de 300 clientes y cuenta con una encriptación WEP, WPA y WPA2 como sistema de seguridad.³³

En la figura 9 se encuentran las especificaciones de la antena MIMO.

³³ Ubiquiti, nanostation m, Estados Unidos, datasheet 2013

Figura 9 Especificaciones antena Mimo³²

Antenna Information	
Gain	8.5 dBi
Cross-pol Isolation	20 dB Minimum
Max. VSWR	1.4:1
Beamwidth	60° (H-pol) / 60° (V-pol) / 60° (Elevation)



Con esta nano estación se busca ver el comportamiento de distintos cultivos de flores en diferentes equipos, aprovechando la conexión hasta de 300 usuarios, ya que no solo estarán conectados los PC'S que contienen la base de datos de la temperatura, si no que también permitirá la supervisión del dueño y/o administrador del cultivo.

El sistema de seguridad representa un factor importante ya que busca limitar daños de posibles infiltraciones al sistema, que puedan afectar, cambiar o adicionar valores de temperatura erróneos. Además protege la comunicación generada entre los equipos y la nano estación.

Por tal motivo se utilizara el sistema de encriptación AES en WAP2, el cual según el gobierno de Estados Unidos el cual declaro "AES es lo suficientemente seguro para proteger la información clasificada hasta el nivel ALTO SECRETO"³⁴

Se trabaja con el estándar 802.11 n dada su velocidad y alcance a diferencia del 802.11 g o a.

³⁴ Bitzipper, Encriptación de datos AES-seguridad de datos 2013

Tabla resumen de estándares de routers con Wi-Fi³⁵

Norma 802.11	Velocidad máxima	Alcance máximo (uso interior)
802.11 ac	~1 Gbps (1000 Mbps)	No definido
802.11 n	450 Mbps	100 m
802.11 g	54 Mbps	50 m
802.11 b	11 Mbps	50 m
802.11 a	54 Mbps	20 m

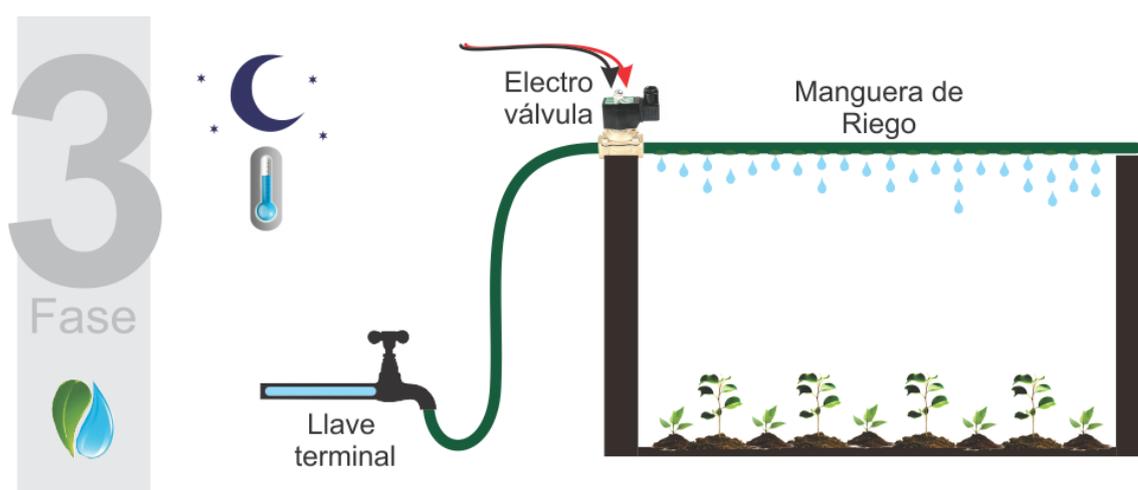
Para obtener la temperatura a la cual se encuentra expuesto el cultivo, se puede acceder al equipo por medio del escritorio remoto y observar el estado de la misma.

A continuación se nombran 2 herramientas con las cuales se puede ingresar al equipo de manera remota, estos dos aplicativos son gratis.

Equipo	Software comunicación remota
PC Windows	Conexión a escritorio remoto de Windows
Dispositivo Móvil	Splashtop 2

SISTEMA DE RIEGO

Figura 10 Tercera fase



³⁵ GUTIERREZ Ángel, router's con Wifi (SF)

La tercera fase de todo el sistema de protección contra las heladas contiene 3 componentes principales.

La llave terminal: encargada de suministrar de Agua a la manguera de riego.

Electroválvula de 110V recibe el voltaje del controlador de temperatura cuando se determina la presencia de la helada y da paso al agua para rociar el cultivo.

Figura 11 Instalación electroválvula³⁶

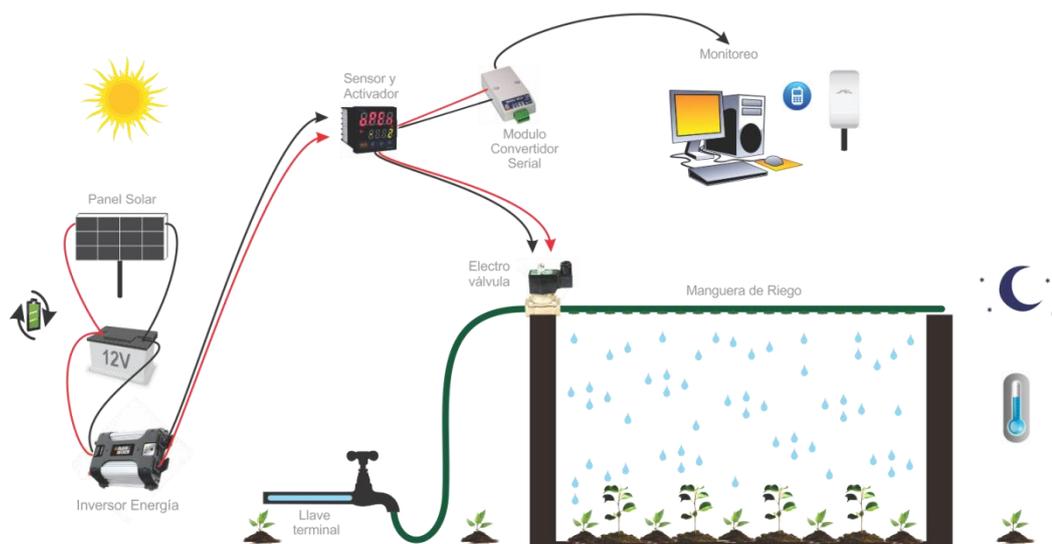


Manguera de riego: Encargado de suministrar el agua al cultivo.

Sistema de protección contra las heladas.

Figura 12 Sistema de protección contra las heladas.

Sistema de Protección contra las Heladas



³⁶ Martin Juan, Instalaciones domóticas, 2012

Figura 13 Diagrama espacial sistema de protección

Sistema de Protección contra las Heladas

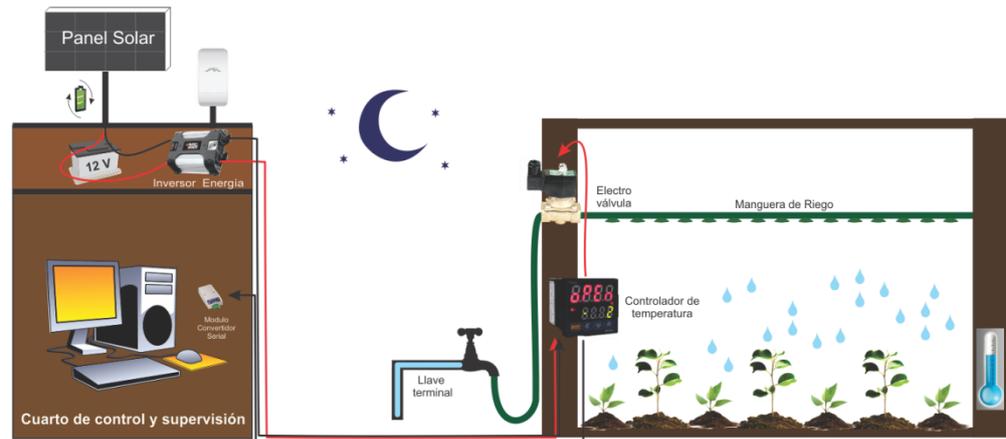


Diagrama Espacial

Son estas 3 fases las que componen todo un sistema que protege los cultivos contra las heladas, obteniendo tiempos de respuesta de 50 a 70ms, temperatura en tiempo real y mantener un registro de la misma, la posibilidad de ver la temperatura en un radio de menor de 200m de manera inalámbrica y tener una carga constante por medio de paneles solares.

CUADRO DE COSTOS

CUADRO DE COSTOS						
Item	Marca	Modelo	Descripción producto	Precio por metro	VR UNIT	VR TOTAL
1	AUTONICS	TK4S-B4CC	Controlador Temperatura	N/A	\$ 228.000	
2	AUTONICS	SCM-US488	Convertor RS488 a USB	N/A	\$ 25.000	
3	CHECKMAN	2W-025-08	Electroválvula	N/A	\$ 38.000	
4	FLEXCO	1/2"	Manguera swan	\$ 1.900		
5	Aquaflex	1/2"	Racor	N/A	\$ 6.500	
6	PAVCO	1/2"	TE	N/A	\$ 350	
7	PAVCO	1/2"	UNION	N/A	\$ 350	
8	Ubiquiti	LOCO M2	Nanostation	N/A	\$ 125.000	
9	AUTONICS	TK SERIES	SOFTWARE	N/A	\$ 0	
10	WAPSA	43AI	BATERIA 12 VDC	N/A	\$ 99.900	
11	Luxuri electronic	0.8Ah	PANEL SOLAR	N/A	\$ 210.000	
12	INVERSOR 12VDC A 110VAC	750w	INVERSOR 12VDC A 110VAC	N/A	\$ 118.000	
13	CUARTO DE SISTEMAS	125X150	LAMINA MADERA		\$ 80.000	
14	Eternit	Numero 5	Teja de 152	N/A	\$ 27.500	
15	AUTONICS	tipo j	Sensor de temperatura	N/A	\$ 48.000	
16	Enus		Cable USB	\$ 3.500		
17	C&TV UTP	calibre 6	cable UTPx305mts	\$ 180.000		
18						\$ 1.192.000

FUTURAS INVESTIGACIONES PARA EL SEMILLERO SETEL.

El sistema de protección contra las Heladas puede manejar aguas lluvias con un tanque ubicado a 8 metros del nivel del suelo, dado que una electroválvula no requiere presión para permitir el paso de agua y su diámetro de abertura es lo suficiente, el efecto de gravedad permite que la manguera de riego por goteo tenga la presión suficiente para cubrir el cultivo con las gotas de agua necesarias. Se requiere saber que distancia puede alcanzar con la presión que se obtiene de la gravedad y diseñar un sistema que permita pasar agua de la llave si no se tiene agua en el tanque.

La empresa Ubiquiti desarrollo una serie de sensores de temperatura en su área de negocios mfi llamados (mfi-MSW³⁷) los cuales al estar conectados con un controlador (mport) permite un monitoreo por internet de las áreas donde se encuentra el sensor de temperatura, lo cual permite un monitoreo desde cualquier parte del mundo. Esta tecnología requiere ser programada mport por mport, pero da al usuario la capacidad de tener la temperatura real donde se encuentre el sensor por medio de internet.

³⁷ Ubiquiti, Mfi (SF)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMILLERO SETEL													
PRIMER PERIODO 2011													
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	MARZO				ABRIL				MAYO			
		Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Elaborar sensor de temperatura ambiente	NIDIA Y DANIEL												
Investigar tipos de sensores de humedad de terreno existente	NIDIA Y DANIEL												
Elegir un tipo de sensor de humedad e implementarlo	NIDIA Y DANIEL												
Acondicionar las señales de humedad y temperatura medidas para su transmisión	NIDIA Y DANIEL												
Estado del arte sobre el funcionamiento de un pozo petrolero.	LORENA Y RICARDO												
Estado del arte sobre un sistema de adquisición de datos para un pozo petrolero. (Elaboración del Artículo)	LORENA Y RICARDO												
Estado del arte de la secraftonia	LAURA												

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA GRADO. 2013								
Item	Descripción de la actividad	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	Conocer la descripción de las Heladas y caracterizar los diferentes tipos que se presentan en el altiplano cundiboyacense.							
2	Investigar el daño causado por las Heladas por medio de entrevistas a Campesinos y Agrónomos.							
3	Conocer el impacto y el alcance del proyecto							
4	Diseño del sistema de prevención y protección contra las Heladas							
5	Implementar sistema anti-heladas							
6	Documentación del proyecto							
7	Establecer límites del Proyecto							
8	Presentación del proyecto							

PRODUCTOS ACADÉMICOS DESARROLLADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN

El semillero SETEL inicio en el año 2010, durante este proceso se desarrollaron diferentes productos académicos, todos con el apoyo de diferentes docentes en la universidad Piloto de Colombia, estos son:

Ponencia en el evento Innova TIC desarrollado en la universidad Piloto de Colombia el 19 y 21 de Mayo de 2010, en el marco IEEE Workshop 2010 con el trabajo titulado ¿Qué es Telemetría?.

Desarrollo sensor de temperatura y acondicionamiento de las señales de temperatura y humedad para su transmisión desarrollado en el año 2011.

Artículo próximo a publicación en revista Interface titulado “¿Cómo proteger las plantas del daño ocasionado por las Heladas?”.

Diseño sistema de protección contra las heladas versión 1, año 2012.

CONCLUSIONES

Una helada, es un fenómeno climático que puede ser de diferentes tipos según su origen o aspecto (radiativa, advectiva, de evaporación, mixta blanca, o negra) y principalmente consiste, desde el punto de vista meteorológico, en el momento en el cual la temperatura del aire a metro y medio (1,5 m.) del nivel del suelo, en lo que se conoce como el abrigo meteorológico, es igual o inferior a 0°C.

Para contrarrestar los efectos de las heladas, existen varios métodos de defensa, que pueden ser de carácter activo o pasivo. Los métodos activos, son aquellos aplicados en el momento de comenzar la helada o durante la misma y básicamente consisten en evitar el enfriamiento. Entre ellos se destacan las cortinas de humo, nubes o niebla, el calentamiento del aire que rodea la planta, y la aspersión de agua.

Por su parte, entre los métodos pasivos se pueden destacar la elección de variedades de plantas resistentes y de mayor altura, la selección de terrenos de acuerdo con la sensibilidad de la especie a cultivar, y sembrar en determinadas épocas del año, de acuerdo con las predicciones climatológicas.

Es posible proteger los cultivos del daño ocasionado por las heladas, haciendo uso de la telemetría, por medio de un sistema que consta de un sensor de temperatura, un acondicionamiento electrónico, un sistema transmisor receptor inalámbrico, y un sencillo sistema de riego que ya existe y es comúnmente utilizado.

Es posible alimentar el sistema de protección contra las Heladas teniendo en cuenta el amperaje/hora con el cual carga un panel solar, el consumo de energía que requiere el sistema, la batería que almacenara la carga y el inversor de 12VDC a 110VAC.

El sistema anti-Heladas; emplea el método de protección activo conocido como riego por aspersión, y se activa en el momento en que un sensor de temperatura ubicado a 1,5 m. del suelo, detecta una temperatura igual o menor a 2°Celsius; de esta forma se protege el cultivo siempre que exista una helada, y no solo en las fechas en que se espera o se ha predicho que se presentará, lo cual lo hace un sistema más efectivo, preciso y confiable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Businesscol. MinAgricultura recomienda mantener el riego y aumentar la temperatura en los cultivos, para mitigar el impacto de las heladas. Internet.
(www.businesscol.com/noticias/fullnews.php?id=9725)
<<http://www.businesscol.com/noticias/fullnews.php?id=9725>>

C.Santiago Creel Miranda, Secretaria de gobernación, Desastres guía de prevención segob. Internet:
(www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/guia.pdf)
<<http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/guia.pdf>>

G.Labord. Servicio Informativo Iberoamericano OEI.
El enemigo del frio. Internet. ([/www.oei.org.co/sii/entrega11/art05.htm](http://www.oei.org.co/sii/entrega11/art05.htm))
<<http://www.oei.org.co/sii/entrega11/art05.htm>>

I.C.A Instituto Colombiano de Agricultura. (2010) Heladas ponen en riesgo cultivos. (www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2010/Heladas-ponen-en-riesgo-cultivos.aspx)
<<http://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2010/Heladas-ponen-en-riesgo-cultivos.aspx>>

Flores. Serrano. (2009) Agricultura ecológica Manual y guía didáctica. Internet
(books.google.com/books?id=GxYfKYV_9awC&printsec=frontcover&dq=Agricultura+ecol%C3%B3gica+Manual+y+gu%C3%ADa+did%C3%A1ctica&hl=es&ei=7_2RTdWFC4HAAtgfX3tRY&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
<http://books.google.com/books?id=GxYfKYV_9awC&printsec=frontcover&dq=Agricultura+ecol%C3%B3gica+Manual+y+gu%C3%ADa+did%C3%A1ctica&hl=es&ei=7_2RTdWFC4HAAtgfX3tRY&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

J.M. Tarjuelo. El riego por aspersión y su tecnología. Internet.
(books.google.com/books?id=wMJzLxduGjsC&printsec=frontcover&dq=riego+por+aspersi%C3%B3n+y+sua+tecnolog%C3%ADa&hl=es&ei=OHOTbPvBqTB0AG9n7H6DQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CEMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
<http://books.google.com/books?id=wMJzLxduGjsC&printsec=frontcover&dq=riego+por+aspersi%C3%B3n+y+sua+tecnolog%C3%ADa&hl=es&ei=OHOTbPvBqTB0AG9n7H6DQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CEMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

J.S. Leiton. *Riego y drenaje*. Internet.

(books.google.com/books?id=_yuPFwKJ6ywC&pg=PA120&dq=riego+por+aspersion&hl=es&ei=ROPOTeuqGei40QHW25TpDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&sqi=2&ved=0CFgQ6AEwAw#v=onepage&q=riego%20por%20aspersion&f=false

<http://books.google.com/books?id=_yuPFwKJ6ywC&pg=PA120&dq=riego+por+aspersion&hl=es&ei=ROPOTeuqGei40QHW25TpDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&sqi=2&ved=0CFgQ6AEwAw#v=onepage&q=riego%20por%20aspersion&f=false>

KIwiguru. (2010, Julio). El riego como protección contra las heladas. Internet (kiwiguru.wordpress.com/2010/07/07/el-riego-como-proteccion-contras-las-heladas/

<<http://kiwiguru.wordpress.com/2010/07/07/el-riego-como-proteccion-contras-las-heladas/>>

Luis E Garcia, Entrevista, ¿De qué manera una helada puede causar daños al cultivo (02 Enero 2012).

Libro

M.J. Gonzalo, M.A. Lerchundi, A.D. Sicilia y A. Redondo. Diccionario Temático de Agricultura y Ciencias Afines. España. Ediciones Mundi-Prensa, 1990, pp.227, 268, 227, 268, 362

Manuel Amoros Castañer, Riego por goteo en cítricos, mundi prensa Libros S.A., España Madrid (1991).

Ministerio Agricultura, Balance de gobierno, logros y retos del sector agropecuario 2002-2010.PDF. internet.

(www.minagricultura.gov.co/archivos/logros.pdf)

<<http://www.minagricultura.gov.co/archivos/logros.pdf>>

National Semiconductor. LM35 Precision Centigrade Temperature Sensor. Internet. (national.com/ds/LM/LM35.pdf

<<http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>>

National Semiconductor.

Low Power Low Offset Voltage Quad Comparator.

(www.national.com/ds/LM/LM339.pdf

<<http://www.national.com/ds/LM/LM339.pdf>>

National Semiconductor. Series of decoders.

(www.datasheetarchive.com/HT12F-datasheet.html

<<http://www.datasheetarchive.com/HT12F-datasheet.html>>

National Semiconductor. Series of decoders. Internet.
(www.datasheetarchive.com/RLP434A-datasheet.html)
<<http://www.datasheetarchive.com/RLP434A-datasheet.html> >

National Semiconductor.(sf).*RF ASK Hybrid Modules for Radio Control (New Version)*.Internet. (www.national.com/ds/LM/LM358.pdf)
<<http://www.national.com/ds/LM/LM358.pdf> >

Nelson H Guativa. Entrevista, ¿Cómo vive una helada y que método utiliza para combatirla?, (03 Junio 2012).

O. Domínguez Rojas. *Las plantas y las heladas*. Jardin actual. Internet.
(http://jardinactual.com/menu-revista-articulos/205-las_plantas_y_las_heladas)
<http://jardinactual.com/menu-revista-articulos/205-las_plantas_y_las_heladas>

P.U. Terron. Tratado de fitotecnia general (volumen II). Internet
(books.google.com/books?id=GYXeT9YhAnAC&pg=PA419&dq=Tratado+de+fitotecnia+general+volumen+II&hl=es&ei=Yf2RTZq-A8ibtwfDx9VI&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
<http://books.google.com/books?id=GYXeT9YhAnAC&pg=PA419&dq=Tratado+de+fitotecnia+general+volumen+II&hl=es&ei=Yf2RTZq-A8ibtwfDx9VI&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

PREDES, OXFAM, ECHO. Que hacer ante las Heladas.
(www.predes.org.pe/ayudatematica_pdf/mp_heladas.pdf)
<http://www.predes.org.pe/ayudatematica_pdf/mp_heladas.pdf >

R.Lozano. IDEAM. Condiciones climáticas actuales en el Pacífico y el Atlántico Tropical, y Su posible repercusión en el clima Nacional. Internet
(www.asohofrucol.com.co/archivos/Fenomeno_Nino_IDEAM.pdf)
http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Fenomeno_Nino_IDEAM.pdf

Revista

Portafolio, Sin Autor, Por heladas, flores están en alerta máxima. Internet
(www.portafolio.co/negocios/heladas-e-intenso-verano)
<<http://www.portafolio.co/negocios/heladas-e-intenso-verano>>

Richero y Direna, Diario el pueblo, Se perdieron 115 mil toneladas de citrus por las heladas y en algunas zonas hubo daños severos. Internet: (<http://www.diarioelpueblo.com.uy/titulares/se-perdieron-115-mil-toneladas-de-citrus-por-las-heladas-y-en-algunas-zonas-hubo-danos-severos.html>)

< <http://www.diarioelpueblo.com.uy/titulares/se-perdieron-115-mil-toneladas-de-citrus-por-las-heladas-y-en-algunas-zonas-hubo-danos-severos.html>>

S.Larocca.tutiempo. *Heladas.* Internet.
([/www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/heladas.htm](http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/heladas.htm))
<http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/heladas.htm >

S.A.Paneles solares. Energía solar en veleros. Placas solares en barcos (S.F.)(www.csudamvela.org/descargas/6-RM/2-not/012-paneles%20solares.pdf)
<<http://www.csudamvela.org/descargas/6-RM/2-not/012-PANELES%20SOLARES.pdf>>

Sinergia Económica. El nuevo Siglo. Llegó la hora para que el agro tecnifique su logística. Internet . (elnuevosiglo.com.co/magazines/sinergia/8493-llego-la-hora-para-que-el-agro-tecnifique-su-logistica.html)
<<http://elnuevosiglo.com.co/magazines/sinergia/8493-llego-la-hora-para-que-el-agro-tecnifique-su-logistica.html>>

Soy Periodista. Santa Isabel, Con Problemas En La Producción De Alverja Y Café) .Internet
(www.soyperiodista.com/noticias/nota1222-santa-isabel-problemas-la-produccion-de-alverja-y-)
<<http://www.soyperiodista.com/noticias/nota1222-santa-isabel-problemas-la-produccion-de-alverja-y-> >

Ubiquiti, Sin Autor, MFI Internet (www.ubnt.com/mfi#m-Sensors)
<<http://www.ubnt.com/mfi#m-Sensors>>

Ubiquiti, Sin Autor, nanostation loco m2(www.ubnt.com/mfi#m-airmax)
<<http://www.ubnt.com/mfi#m-airmax>>