

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DEL CONTROL CLIMÁTICO TELEOPERADO, DE BAJO COSTO, PARA UN INVERNÁCULO DE LA FICES UNSL

Carletto Javier Alejandro¹, Víctor Rodrigo¹, Rafael Rodrigo¹

(1)Laboratorio de Energías Alternativas Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico – Sociales

Universidad Nacional de San Luí (LEA FICES UNSL)

Tel. 02657-434545 Int. 127

e-mail: jcarlet@fices.unsl.edu.ar; rodrigo@fices.unsl.edu.ar;

RESUMEN: Se presenta en este trabajo, las estrategias de control pensadas para la construcción de un control climático totalmente automático y teleoperado de bajo costo para un invernáculo, Se presentan los esquemas generales de funcionamientos y los diagramas de flujo de los distintos controles que se aplican al invernáculo, con los cuales se desarrollará el hardware necesario para dicho control, el cual tendrá las prestaciones de control de temperatura, iluminación y frecuencia de riego, con control total, automático y manual desde una computadora. Se concluye que las estrategias utilizadas llevan a un desarrollo de hardware económico y con alta prestaciones

Palabras clave: control climático, control automático, estrategias de control

STRATEGIES TO DEVELOP A LOW COST CLIMATE CONTROL, FOR THE FICES UNSL'S GREENHOUSE

ABSTRACT: This work shows the control strategies designed to build a low-cost and fully automatic climate control for a greenhouse, to be presented the general operations and flow charts of the various controls that apply to the greenhouse, which will develop the necessary hardware for such task. We conclude that the strategies used lead to an economic development hardware and high performance

Keywords: climate control, greenhouse, control strategies

INTRODUCCION

El desarrollo de este prototipo de control climático, se llevó a cabo para la presentación de trabajo final de la carrera Ing. Electricista-Electrónica en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico sociales perteneciente a la Universidad Nacional de San Luis. Se plantea como tema de trabajo final la realización de un prototipo de control climático automático y teleoperado para un invernáculo, el cual debía cumplir como requisito primordial el de ser de bajo costo, y el de utilizar los elementos existentes en el invernáculo.

Existe una extrema necesidad de que el invernáculo posea un control climático automático, y se identifica que para lograr un costo reducido bastaría simplemente con controlar los 3 parámetros identificados como principales o más importantes temperatura, riego e iluminación. (Carletto y Rodrigo, 2007)

Se plantea como objetivo, lograr las estrategias necesarias para un control óptimo de bajo costo que cumpla los requisitos locales de nuestro invernáculo. Se presenta a continuación las estrategias utilizadas para lograr el control deseado, dejando para otras publicaciones la construcción del hardware y software.

MATERIALES Y MÉTODOS

CONTROL DE TEMPERATURA

Se adopta como solución, un control de temperatura que comande un sistema de calefacción y uno de refrigeración, teniendo como señales de entrada la temperatura ambiente, entregada por un sensor de temperatura de estado sólido (LM35) y un sensor indicador del piloto (Termocupla) del sistema de calefacción. El prototipo posee un interruptor que simula el piloto encendido para poder apagarlo en la temporada de temperaturas altas (verano). Por software se fija tanto los parámetros diurnos como nocturnos como así también el horario considerado como diurno. El Control posee un sistema compuesto por tres alarmas dedicadas a temperaturas muy bajas, temperaturas muy altas, y el piloto del sistema de calefacción apagado.

El control que opera en forma ON – OFF con sus correspondientes brechas diferenciales, se configura mediante cuatro valores de temperatura considerados como Temperatura Mínima,

Temperatura Inferior, Temperatura Superior y Temperatura Máxima. En la siguiente figura se observa que artefactos son los que están encendidos durante cada rango de temperaturas.

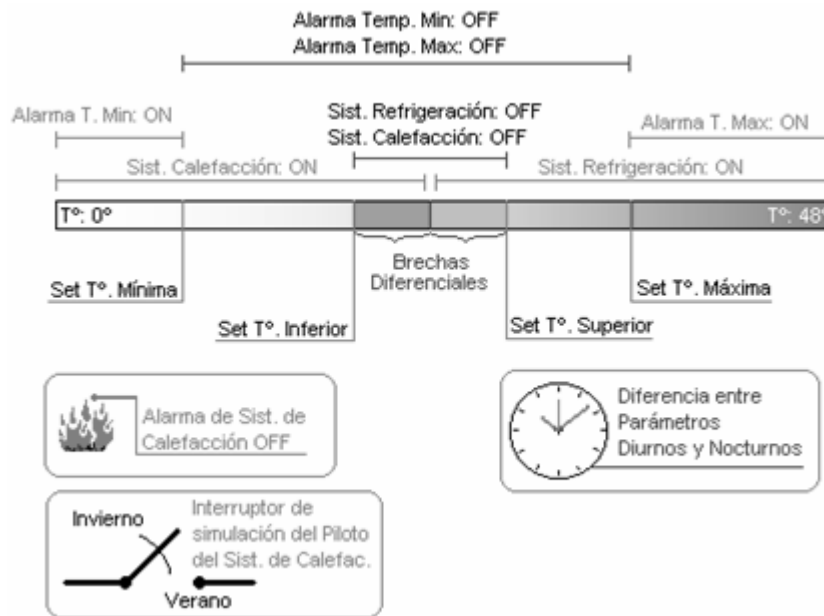


Figura 1: Esquema de estrategia de control de temperatura, seteos y hardware interviniente.

Como se mencionó anteriormente por software se pueden configurar los mismos parámetros tanto para el día como para la noche y fijar también el horario considerado como diurno, el hardware compara el horario real con el de configuración y en función del resultado de esta comparación utiliza los cuatro parámetros diurnos o nocturnos según corresponda.

La figura N° 2 muestra la forma general en que opera el control de temperatura. Se puede observar que el control comienza revisando el horario y fijándose si es de noche o de día para tomar la configuración correspondiente. Luego de calcular y aplicar si es necesaria la brecha diferencial, el control adquiere el valor de temperatura a través de la conversión AD y luego revisa el piloto del sistema de calefacción, si este está apagado, detiene el sistema de calefacción y enciende una alarma indicando el problema. Luego, el control comienza a comparar la temperatura con los distintos valores de set, para identificar en que porción de la figura 1 se encuentra y en función de esta comparación enciende los artefactos o las alarmas según corresponda.

La brecha diferencial actúa en forma dinámica y automática de la siguiente forma: cuando se enciende el sistema de calefacción, aumenta el set de Temperatura inferior hasta el punto medio de la Temp. Superior e Inferior (brecha de color naranja en la figura 1). Análogamente, cuando se enciende el sistema de Refrigeración, el Indicador de Temp. Superior se disminuye hasta el mismo punto medio (brecha de color celeste en la figura 1). Se puede ver en forma algebraica de la siguiente forma:

Se enciende el Sistema de Calefacción:

$$\Rightarrow Set.Temp.Inf = Set.Temp.Inf + \frac{Set.Temp.Sup - Set.Temp.Inf}{2}$$

Se enciende el Sistema de Refrigeración:

$$\Rightarrow Set.Temp.Sup = Set.Temp.Sup - \frac{Set.Temp.Sup - Set.Temp.Inf}{2}$$

Cuando los sistemas se apagan, los Indicadores vuelven a la normalidad. De esta manera se evitan los arranques y paradas alternadas protegiendo de esta manera los equipos y conservando su vida útil.

DESARROLLO DEL CONTROL DE ILUMINACIÓN

La energía solar radiante es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas cultivadas en el interior de un invernáculo. Se deben considerar las condiciones de iluminación como un elemento fundamental para un invernáculo, en cuanto que son las que determinan sus posibilidades bioagronómicas. (Carletto y Parladorio 2004)

Las aplicaciones prácticas de la iluminación artificial en los cultivos de invernáculo se pueden limitar, a dos tipos de intervención: iluminación fotoperiódica.e iluminación suplementaria como integración de la luz natural.

Iluminación fotoperiódica

La técnica más común en este tipo de iluminación es la ampliación de la duración del día, que implica dos periodos luminosos, uno inmediatamente seguido al otro, que consiste el primero de ellos en un período de iluminación natural de alta intensidad luminosa y el segundo, el periodo de ampliación, durante el cual necesitan niveles relativamente bajos de iluminación, suministrados por fuentes artificiales. (Carletto y Parladorio 2004)

Iluminación suplementaria

La iluminación suplementaria se diferencia de la fotoperiódica por el momento de su aplicación, que se produce al mismo tiempo que la iluminación natural, por las fuentes luminosas empleadas y por la potencia necesaria.

Para la iluminación suplementaria el elevado rendimiento (% de la potencia nominal que se transforma en luz) se aconseja el empleo de lámparas de sodio, pero el estrecho espectro de emisión de estas lámparas, comprendido entre 589 y 590 nm produce fenómenos de crecimiento no equilibrado. Para obviar estos inconvenientes es necesario integrar el espectro de las lámparas de sodio con luz azul obtenida con tubos fluorescentes. Por ello, generalmente se emplean lámparas de sodio de alta presión de 400 – 1.000 W, de forma que proporcionen una intensidad luminosa de 2.000- – 3.000 lux con una adecuada distribución espectral. (Carletto y Parladorio 2004)

Definición del tipo de Control de Iluminación

Se adopta como solución, un control que tiene la posibilidad de implementar ambas formas de iluminación, fotoperiódica y suplementaria. El control opera sobre dos bancos de iluminación totalmente independientes entre sí, y tiene como entradas un sensor de iluminación resistivo (LDR).

El control opera en forma ON – OFF con sus correspondientes brechas diferenciales. Se configura mediante Software, el horario en que operará el control de Iluminación y los niveles de iluminación en los cuales se encienden cada uno de los bancos dados en por ciento (%), considerando el 100% al nivel de luz natural de un día soleado.

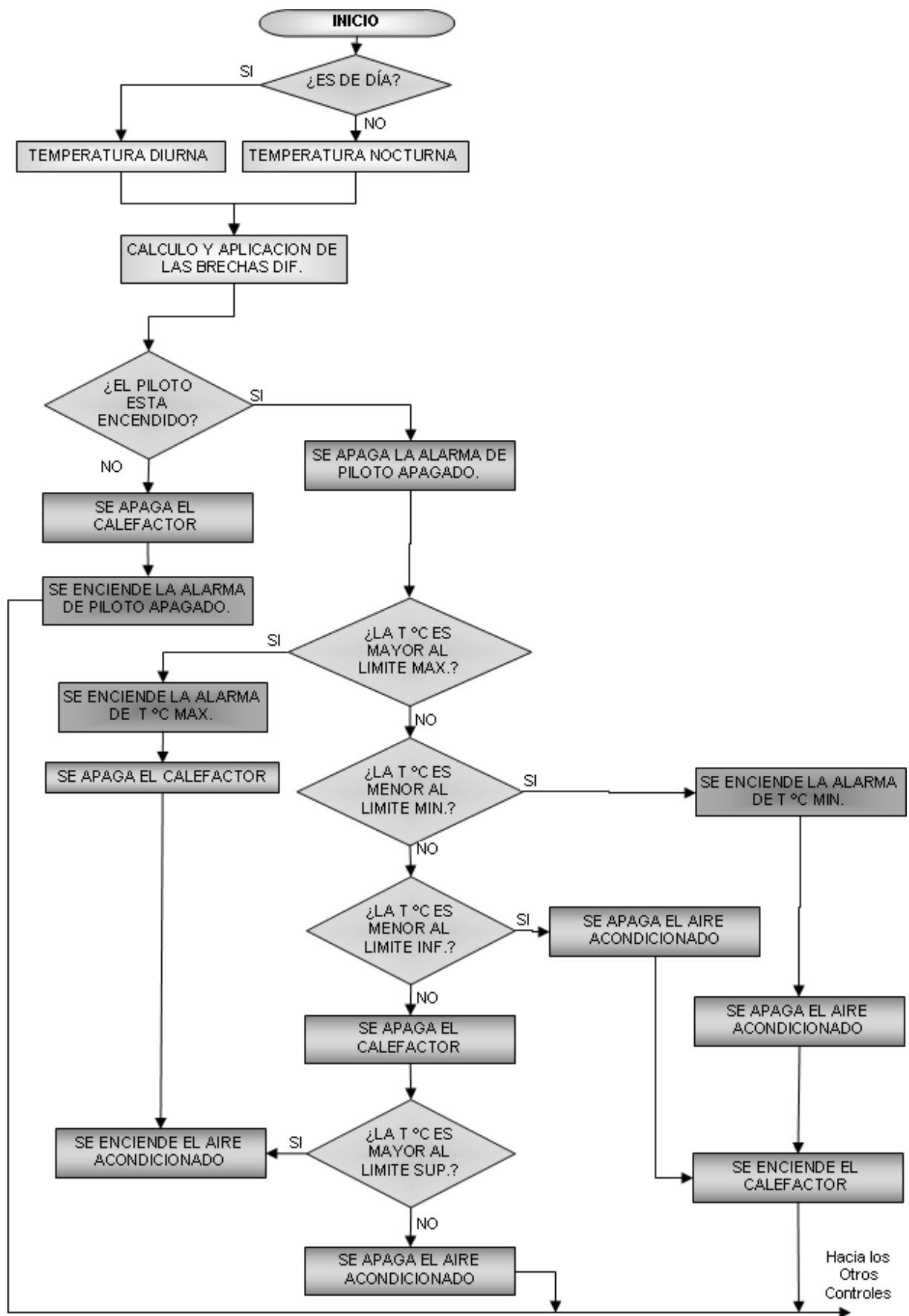


Figura 2: Diagrama de flujo del control de temperatura.

Operación del Control de Iluminación

El siguiente gráfico muestra los puntos de configuración del control y los bancos que están encendidos en cada momento:

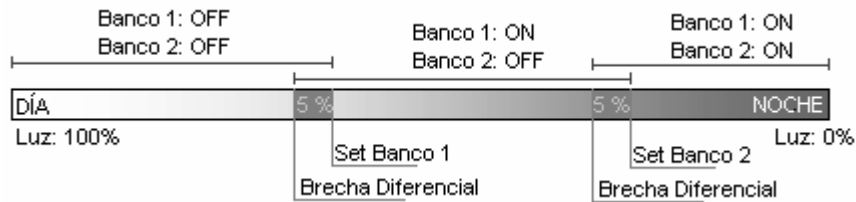


Figura 3: Esquema de estrategia de control de iluminación.

En el Diagrama de flujos siguiente, se observa la forma en que opera el control. Al iniciar, se revisa si se está dentro del horario de control, de ser así, compara el Set del banco 1 y luego el Set del banco 2, y toma la decisión de encender o apagar los bancos 1 y 2 respectivamente, si se está fuera del horario de control, simplemente apaga ambos bancos de iluminación.

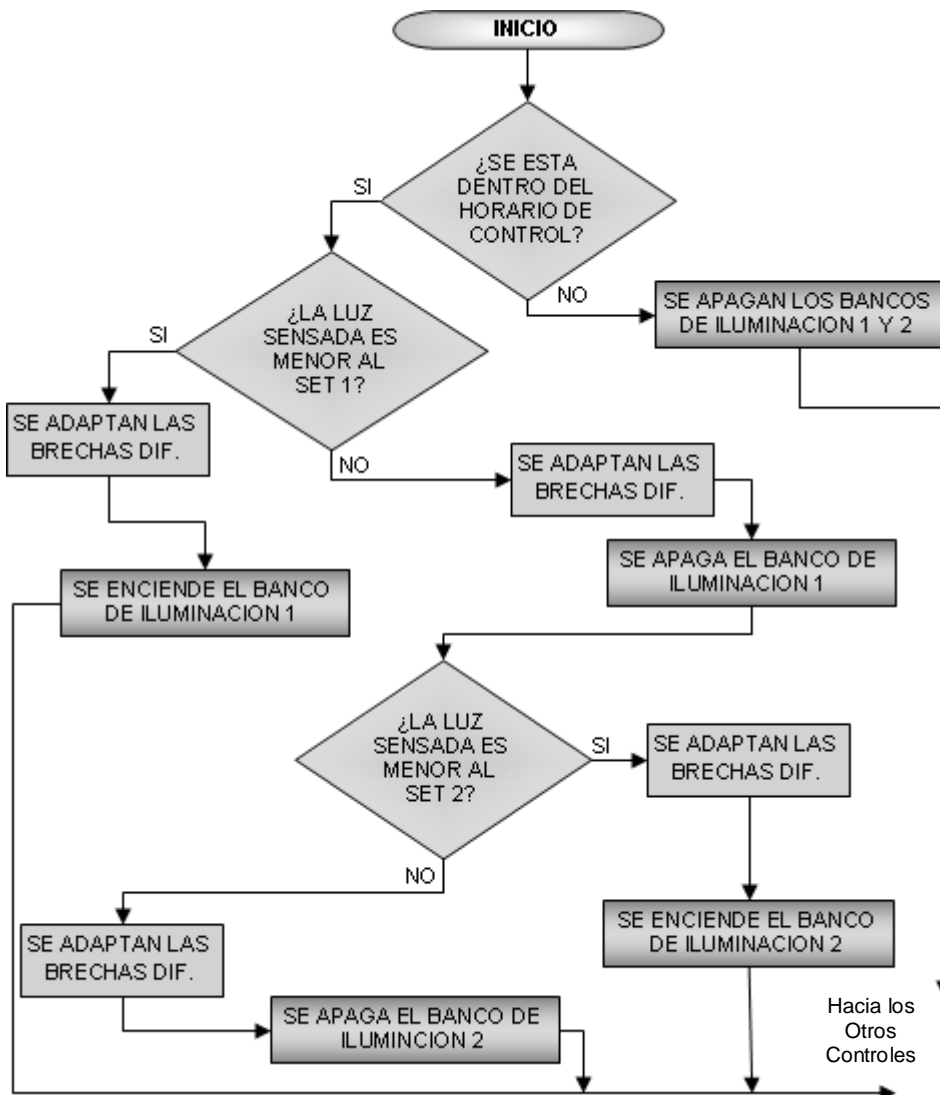


Figura 4: Diagrama de flujo del control de iluminación.

El control actúa con brechas diferenciales automáticas preestablecidas de 5%, esto se realiza simplemente para evitar el parpadeo de los bancos cuando el nivel de luz está sobre el set. Estas brechas funcionan de la siguiente manera: suponer que se está con buen nivel de iluminación, el cual va disminuyendo. Al llegar al set del banco 1 por ejemplo 40%, el banco se enciende, y en el mismo

momento, el set aumenta un 5%, es decir que si la iluminación comienza a ascender nuevamente el banco 1 no se apagará hasta un 45% de iluminación. Con esto se evita que por las variaciones normales de la iluminación natural, el banco esté parpadeando debido a que el nivel de iluminación se encuentra a uno y otro lado del set alternadamente.

DESARROLLO DEL CONTROL DE RIEGO

El agua evaporada del suelo o absorbida por las plantas debe reponerse periódicamente mediante el riego. Si bien un sistema de riego puede resultar costoso inicialmente, los beneficios obtenidos en la calidad y cantidad de la producción lo compensan.

El objeto del riego es aplicar al suelo una cantidad de agua, en forma oportuna y uniforme que satisfaga el requerimiento hídrico de los cultivos, con un criterio conservacionista de los recursos. Resulta conveniente conocer las características de dichos recursos (suelo-agua), la naturaleza y comportamiento de las especies cultivables y las estrechas interrelaciones que se establecen en el complejo suelo-agua explorado por los sistemas radicales (raíces). (Carletto y Parladorio 2004)

Cuando se maneja riego estudiado previamente, planificado y controlado se puede conseguir que los niveles de humedad sean estrictamente los necesarios para que la planta funcione adecuadamente. Los resultados de esta administración del riego se ven claramente reflejados en los rendimientos de la plantación.

Entre las sustancias necesarias para el crecimiento de las plantas, el agua es, sin lugar a dudas, la que se utiliza en mayor medida. Sin embargo, menos del 5 % de la que penetra en la planta es retenida en los tejidos, ya que la mayor parte de ella pasa a la atmósfera por medio de la transpiración de las hojas.

El contenido en agua de las plantas varía con la especie, la naturaleza del órgano y el tejido. Puede oscilar entre menos del 5 % en las semillas secas a más del 95 % del peso fresco de las hojas jóvenes, con la tendencia a disminuir con el progresivo envejecimiento de las células.

El papel del agua en la vida de las plantas es indudablemente muy importante. El aporte de agua al terreno constituye el método más eficaz para satisfacer las exigencias hídricas de las plantas cultivadas en invernáculos, que al no disponer de aportes hídricos naturales, manifiestan una necesidad de agua sensiblemente mayor a las que se cultivan en pleno campo.

En la práctica del riego es de suma importancia la determinación del momento óptimo para su aplicación y de la cantidad de agua a suministrar en cada riego. (Carletto y Parladorio 2004)

El riego en función de la humedad del terreno se basa en la medida de la energía libre del agua que depende no solo del contenido hídrico sino también de la estructura y del contenido en materia orgánica del suelo. El porcentaje de agua presente en el terreno, en efecto, es de un interés relativo si no se conoce el valor del potencial hídrico correspondiente. Los suelos con textura fina retienen el agua con mayor energía que los de textura gruesa, por lo que se puede comprobar que una planta se marchita en un suelo arcilloso con cierta cantidad de agua y crece normalmente en un suelo arenoso con la misma humedad.

Definición del tipo de Control de Riego

Se adopta como solución un control de riego en función de la humedad del terreno. El control posee simplemente la capacidad de encender o apagar el sistema de riego sensando la humedad del terreno a través de un sensor resistivo tipo wathermark. El control posee además un sensor del nivel de agua en el tanque y un interruptor para interrumpir el riego en caso de que sea necesario trabajar en el interior del invernáculo y el sistema de riego perturbe dicho trabajo. El control de riego se conecta también a un sistema de dos alarmas, una que se enciende por falta de agua en el tanque y la otra cuando el riego haya estado detenido por más de una hora para evitar posibles olvidos.

El control de riego opera al igual que los anteriores en forma ON – OFF, y se configura directamente indicando por software cual es el nivel de humedad deseado en (%).

Operación del Control de Riego.

El siguiente gráfico muestra la operación general del control, indicando los momentos en que el sistema de riego está encendido y cuando está apagado.

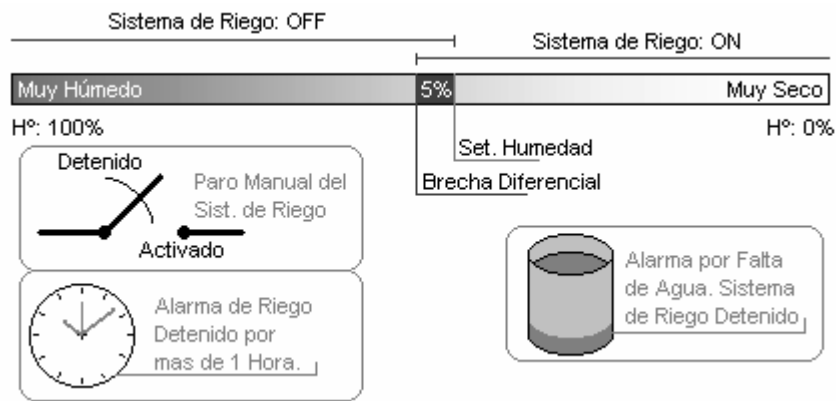


Figura 5: Esquema de estrategia de control de riego, seteos y hardware interviniente.

Generalmente, el control se encarga de encender y apagar el sistema de riego, teniendo en cuenta simplemente la humedad sensada del terreno y la humedad deseada. Sin embargo, el control interactúa también con dos sensores, uno de nivel del tanque que suministra el agua para el riego y otro que establece un paro manual de Riego como se mencionó anteriormente. Si el nivel de agua en el tanque es demasiado bajo, se detiene el sistema de riego para evitar daños al mismo y se enciende una alarma indicando la falta de agua. El usuario puede también, detener el sistema de riego en forma manual, ya sea para realizar tareas de mantenimiento en el mismo, o simplemente para trabajar dentro del invernáculo y evitar las molestias que ocasionaría el funcionamiento del sistema de riego, por ejemplo en el caso que se utilice el riego por aspersión.

El siguiente diagrama de flujo muestra en términos generales el funcionamiento del control.

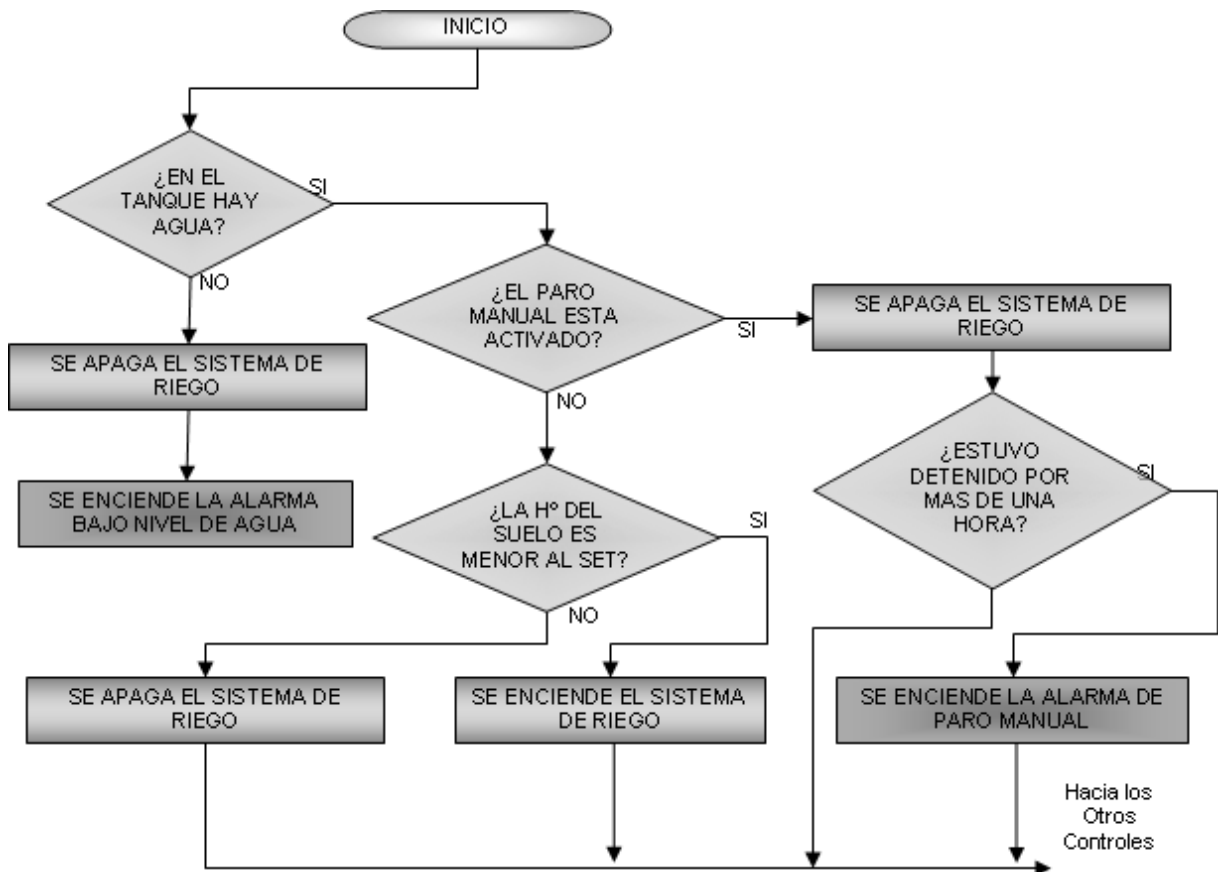


Figura 1: diagrama de flujo del control de riego

En el primer paso se revisa el estado del tanque que provee el agua al sistema de riego, si el nivel es muy bajo, automáticamente se detiene el sistema de riego y se enciende una alarma indicando el problema. Seguidamente, se revisa el Paro Manual, si este está activado se arranca un contador de tiempo para saber cuanto tiempo hace que esta el control en este estado, si este tiempo es superior a

una hora, se enciende una alarma indicando un posible olvido del paro manual activado, si es necesario un mayor tiempo detenido simplemente alcanzará con cerrar y abrir nuevamente el interruptor para tener una hora mas de trabajo y de esta forma el tiempo que sea necesario. Si el paro manual no esta activo, se compara la humedad sensada con la deseada, y en función de esta comparación se decide si se enciende o no el sistema de riego.

Cuando cualquiera de las alarmas esté operando, simplemente bastará con solucionar el problema que la accionó para que el control siga funcionando sin inconvenientes.

Al igual que en los controles de los otros parámetros, existe en el control de riego, una brecha diferencial automática para evitar que este sistema se vea sometido a arranques y paradas alternativas debido a la oscilación de la humedad sensada, por encima y por debajo del índice de humedad deseada.

El funcionamiento de esta brecha es similar a las del control de iluminación. Suponer que se está con una humedad de 60% y la humedad deseada está fijada en 40%, por lo tanto, el sistema de riego, está detenido. Cuando la humedad comienza a descender, y llega al 39%, el sistema de riego se enciende, y automáticamente se desplaza el set un 5%, es decir que estará en 45%, de esta manera la humedad deberá aumentar hasta 46% para que el sistema de riego se detenga, y este preciso momento, el set vuelve a su valor inicial de 40%, es muy simple observar que con este sistema de brechas diferenciales automáticas, el sistema no corre riesgos de rotura debido al parpadeo entre encendido y apagado.

CONCLUSIONES

Se puede concluir, que se logró una solución optima al planteo del problema formulado al inicio de este trabajo. Se logró el diseño de una estrategia de control óptimos para un invernáculo o un invernadero, el cual cuenta con los sistemas de seguridad necesarios para el cuidado de todos los artefactos que componen el control, cuya construcción física logrará una relación costo – prestaciones, mas baja que la de otros equipos de similares características que se consigue en el mercado.

REFERENCIAS

- Carletto J. Rodrigo V. (2007) Análisis de la necesidad de diseñar un control climático para un invernáculo en la FICES – UNSL (ASADES 2007)
- Carletto J. A. y Parladorio R. I. (2004). Desarrollo del control climático teleoperado de un invernáculo. Pp 17-26 Informe de trabajo Final carrera Ing. Electricista – Electrónica – UNSL FICES