

“SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR GOTEO A TRAVÉS DE LA MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL PARA UNA ÁREA DE 10000 m², PARA LA EMPRESA ROCHE ROSAS”

Rodríguez Peñafiel Lucas Germán
Rosero Calderón Alexander Estuardo

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas Extensión Latacunga

Abstract— El objetivo de esta tesis va encaminado al diseño, construcción e implementación de un sistema de riego automatizado. El cual tiene la finalidad de optimizar el riego con un control exacto de la temperatura y con tiempos adecuados de riego para varios sectores los cuales tienen diferentes variedades de flores.

Con este sistema se consiguió optimizar tiempos de riego y dosificar a las plantas de la cantidad exacta de agua, el ahorro de agua es otro beneficio que brindó el sistema.

Palabras claves—riego, temperatura, tiempo.

I. INTRODUCCIÓN

Las exigencias actuales para la exportación de las rosas requieren una calidad estándar en el producto, es por eso que se tiene que optimizar los recursos para lograr el objetivo deseado.

Por estas razones se busca que el riego de las rosas sea el más óptimo posible ya que esto se ve reflejado en la producción y calidad.

El Sistema de riego automatizado también tiene la finalidad de tener un sistema confiable que riegue automáticamente con un monitoreo de temperatura y a una hora adecuada, con estas lecturas un PLC controlará once electroválvulas que están distribuidas en la florícola, cada una de las electroválvulas controlan el riego en un sector que tiene la forma de la distribución de mangueras de una H distribuida, como se observa en la fig. 1.

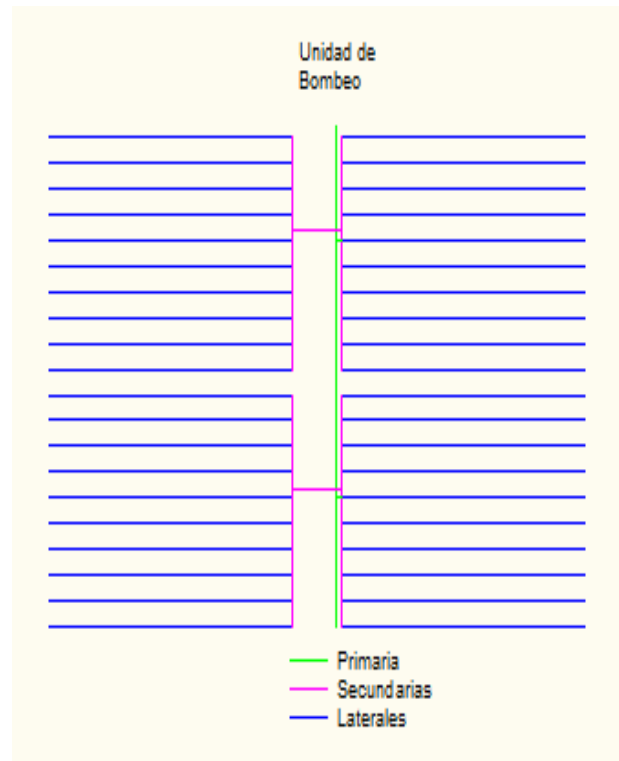


Fig. 1. Distribución de ductos en H

II. DISEÑO

Con el propósito de elevar sus niveles de producción y de calidad se realizó el proyecto tomando en cuenta todas las exigencias requeridas por la florícola.

El diseño se lo realizó luego de un estudio para así dar una solución adecuada y poder realizar un sistema garantizado.

A. Sistema Hidráulico

A.1. Manguera laterales

La selección se realiza según cuanto volumen de agua se necesita en un tiempo determinado, ya que cada variedad necesita diferentes tiempos de riego, tomando en cuenta este parámetro se selecciona como se indica en la tabla I. [1]

TABLA I
MANGUERAS HYDROGOL

Código de color.	Diámetro (mm)	Tasa de flujo	Diámetro interior	Espaciamento emisores(m)
				0.2 0.3
Rosa: 0.7	12	0.75	10.4	50 70
Gris: 1.0	12	1	10.4	43 60
Verde: 2.0	12	2.20	10.4	24 34
Amarillo: 3.0	12	3.00	10.4	20 28
Gris: 1.0	16	1.10	13.8	70 96
Violeta: 1.6	16	1.80	13.8	49 68
Verde: 2.0	16	2.20	13.8	43 59
Blanco: 4.0	16	4.10	13.8	29 40
Azul: 8.0	16	8.00	13.8	19 26
Gris: 1.2	20	1.20	17.6	98 133
Verde: 2.0	20	2.24	17.6	63 86
Blanco: 4.0	20	4.00	17.6	47 65

A 1.0 bar de presión de trabajo

Presión en la entrada de la línea de goteo: 1.2 bar

$$1 \text{ bar} = 10.2 \text{ m. c. a.}$$

$$1.2 \text{ bar} = 12.24 \text{ m. c. a.}$$

A2. Fórmula de gasto del caudal de los goteros, como se indica en la tabla II. [2]

TABLA II
FÓRMULA DE GASTO DE LOS GOTEROS

Nombre gotero.	Fabricante	Fórmula de gasto
IT-N Interlínea	Marbroer	$Q = 3.95 \times P^{0.45}$
IT-S Interlínea	Marbroer	$Q = 3.36 \times P^{0.45}$
MB Escober	Marbroer	$Q = 3.19 \times P^{-0.07}$
GE3		
MB Escober	Marbroer	$Q = 2.96 \times P^{-0.02}$
GAE3		
Interlínea 16	Amacon	$Q = 3.21 \times P^{0.49}$
Interlínea 12	Amacon	$Q = 3.26 \times P^{0.52}$
Hydrogol	John Deere	$Q = 2.96 \times P^{0.49}$
Hydro-PC	John Deere	$Q = 3.74 \times P^{-0.0004}$
NYA	Prima- Ram	$Q = 3.48 \times P^{0.52}$
Interlínea 16	Hidroten	$Q = 3.79 \times P^{0.51}$
Interlínea desmontable	Hidroten	$Q = 4.02 \times P^{0.52}$
Pinchado desmontable	Hidroten	$Q = 4.17 \times P^{0.50}$
Pinchado	Hidroten	$Q = 4.36 \times P^{0.11}$
autocompensante		
Cónico	Hidroten	$Q = 3.75 \times P^{0.42}$
desmontable		
Interlínea 12	Hidroten	$Q = 3.22 \times P^{0.48}$
AmnomDrip	NaanDanJainIbérica	$Q = 1.99 \times P^{0.02}$
Interlínea 16	NaanDanJainIbérica	$Q = 3.60 \times P^{0.48}$
Jain Emitter	NaanDanJainIbérica	$Q = 4.23 \times P^{0.48}$
J- Turboline	NaanDanJainIbérica	$Q = 3.06 \times P^{0.47}$

$$q = K \times h^x = 2.96 \times h^{0.49} \quad (1)$$

q=caudal del emisor en L/h

x=coeficiente del emisor

h=presión de entrada del emisor en m.c.a.

$$q = 2.96 \times (1.2 \times 10.2)^{0.49} = 1.1 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

Con la longitud de las mangueras y el espaciamento de los goteros que es de 0.3 m se puede saber cuántos goteros se tiene que abastecer por cada válvula y con esto se procede a seleccionar el resto de elementos para el sistema.

Pérdidas en la manguera con goteros viene dado por la fórmula: [3]

$$h_f = 0.465 * Q^{1.75} * D^{-4.75} * L_f * F \quad (2)$$

$$h_f = 0.35 \text{ m.c.a.}$$

Se realiza el cálculo en el ramal con más pérdidas lo más crítico. Pérdidas por fricción.

Presión en el origen del Lateral [4]

$$P_0 = P_m + 0.73h_f \quad (3)$$

$$P_0 = 10.45 \text{ m. c. a.}$$

A.2. Manguera secundarias y primarias

Con el caudal que se necesita para el sector con más goteros se puede escoger una tubería que sea la adecuada para los secundarios y primarios.

$$Q = 1.10 \frac{\text{L}}{\text{h}} * 8031 \text{ goteros}$$

$$Q = 8834,1 \frac{\text{L}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$$

$$Q = 2.45 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Con este caudal se escoge una manguera de una pulgada y media que es la adecuada y cumple con las velocidades recomendadas. (Tabla III). [5]

TABLA III
VELOCIDADES EN TUBERÍAS

Tipo de servicio	Pie/s	m/s
Línea de succión	2-4	0.6-1.2
Línea de retorno	4-13	1.5-4
Línea de descarga	7-18	2.5-5

Pérdidas en la manguera secundarias viene dado por la fórmula:

$$h_f = 0.465 * Q^{1.75} * D^{-4.75} * L_f * F \quad (4)$$

$$h_f = 0.45 \text{ m.c.a.}$$

Presión de origen del secundario [4]

$$P_0 = P_0 + 0.73h_f + \frac{H_g}{2} \quad (5)$$

$$P_0 = 12.05 \text{ m. c. a.}$$

Pérdidas en la manguera primarios viene dado por la fórmula:

$$h_f = J * L_f [4] \quad (6)$$

$$h_f = 17.6 \text{ m.c.a}$$

Presión de origen del primario

$$P_0 = P_0 + h_f \quad (7)$$

$$P_0 = 29.72 \text{ m. c. a}$$

A.3. Succión y descarga [5]

Pérdida en las mangueras de succión

$$h_{LP} = f * \frac{L}{D} * \frac{V_s^2}{2g} \quad (8)$$

$$h_{LPS} = 0.346 \text{ m}$$

Pérdida en las mangueras de descarga

$$h_{LP} = f * \frac{L}{D} * \frac{V_s^2}{2g}$$

$$h_{LPD} = 2.66 \text{ m}$$

Pérdidas en accesorios de succión

$$h_{LS} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

$$h_{LSS} = 0.7 \text{ m}$$

Pérdidas en accesorios de descarga

$$h_{LS} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

$$h_{LSD} = 4.94 \text{ m}$$

A.4. Bomba

Para la selección de la bomba se debe tomar en cuenta todas las pérdidas originadas en el sistema la sumatoria es de

$$h_{LTOTAL} = 37.6 \text{ m.}$$

Para la selección de la bomba se utilizará la ecuación: [5]

$$h_B = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{2g} + Z_2 - Z_1 + h_{LTOTAL} \quad (9)$$

$$h_B = 37.7 \text{ m}$$

Con la h_B y caudal se selecciona la bomba, como se indica en la fig. 2.

Se selecciona una DF7 de 3cv marca Mark, como se especifica en la tabla IV.

TABLA IV
ESPECIFICACIONES BOMBA

ESPECIFICACIONES	DATOS
Marca	MARK
Modelo	DF7
Voltaje de Entrada	220 VAC
Factor de potencia	55%

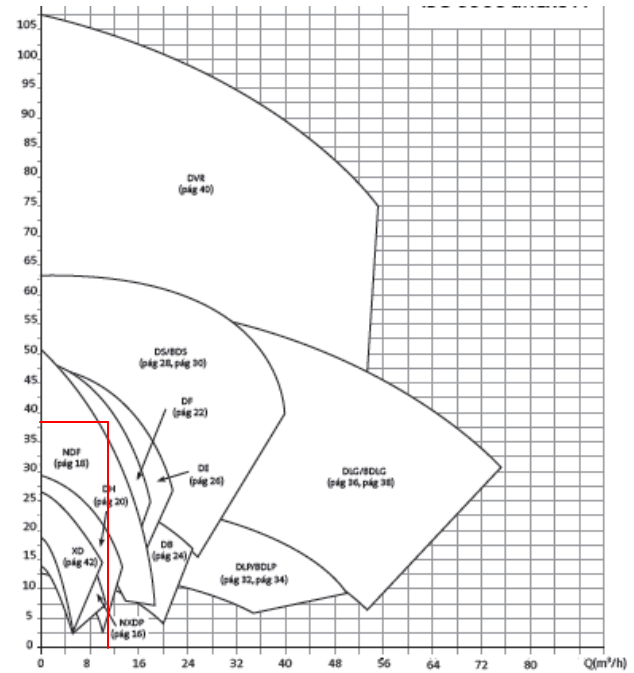


Fig. 2. Bombas Mark

B. Diseño Eléctrico

Se considera las características del suministro eléctrico de 220 V y 110 V 2Ø, 60 Hz, la bomba funciona con 220 V y las electroválvulas y el tablero de control funcionan a 110 V.

Para esto se dimensionó y seleccionó las protecciones más adecuadas para el correcto funcionamiento y para mantener seguro todo el sistema de control y potencia.

El diseño está compuesto por un diagrama de control y de fuerza.

C. Sistema de control y mando

Para realizar la implementación del sistema de control y mando se utilizó un PLC conjuntamente con un módulo de entrada analógica para la lectura de la termocupla.

El PLC Click Koyo necesita un módulo de salidas ya que se necesita trece salidas para once electroválvulas para el encendido de la bomba y para la luz indicadora.

Las especificaciones del PLC se indican en la tabla V.

TABLA IV
ESPECIFICACIONES PLC

ESPECIFICACIONES	DATOS
Marca	CLICK KOYO
Modelo	C0-01DR-D
Entradas	8
Salidas	6 a relé
Voltaje de Operación	24 VDC
Módulo de Salidas	C0-08TR
Módulo Analogía	C0-04THM

D. Tablero de mando y control

El tablero de mando tiene protecciones para la protección de los equipos de control, permite controlar el sistema de modo automático, el sistema de riego por goteo.

También presenta una luz indicadora del sistema cuando está en funcionamiento la cual ayudará al operador a determinar si el sistema esta alimentado o presente alguna falla eléctrica.

III. CONCLUSIONES

- Se investigó sobre mecánica de fluidos el movimiento de los mismos así como las fuerzas que lo provocan, tomando en cuenta las pérdidas que se originan en los accesorios que provocan un cambio de dirección o regulación del fluido como son T, codos y válvulas, las perdidas más importantes se originan en la tuberías, con la sumatoria de pérdidas totales se puede llegar a determinar la bomba que es la parte principal del sistema de riego. Con la velocidad de los fluidos se puede determinar el flujo del mismo si es laminar o turbulento también se puede determinar los diámetros de las tuberías y así poder determinar qué tipo de transporte de agua por tubería se va a utilizar.
- Se planteó las alternativas constructivas mecánicas de riego por goteo, riego por aspersión y riego por duchas, se seleccionó un sistema de riego localizado por goteo en H distribuido por la distribución de plantas y las longitudes del terreno se implantó, las alternativas constructivas electrónicas fueron con un PC y un PIC, se seleccionó un PLC por las condiciones de trabajo en la industria con factores que afecten la medición de las variables.
- Se construyó e implementó el sistema de riego por goteo y se verificó que existe un control absoluto para un área de cultivo de 10000 m² del invernadero.
- Se diseñó el sistema inteligente de riego se utilizando un interfaz de comunicación modbus para la programación del PLC.
- Se evaluó el sistema de riego inteligente por goteo con las mediciones de aforos y se demostró que es más eficiente que el riego por duchas debido a su

bajo costo en función de las grandes prestaciones que brinda.

IV. REFERENCIAS

- [1]
http://www.deere.com/es_LA/water/media/eBrochures/es/JDW%20Hydrogol%20data%20sheet%20ANSI.pdf
- [2]
http://www.deere.com/es_LA/water/wheretobuy/jdwlocations.html
- [3]
<http://repositorio.ual.es/jspui/bitstream/10835/546/14/Anejo%2010.pdf>
- [4]
FUENTES YAGUE, JOSÉ LUIS. (2003). Técnicas de RIEGO. Mundi-Prensa. Madrid.
- [5]
MOTT, ROBERT. (2006). Mecánica de fluidos. PEARSON educación, México.

V. BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez Peñafiel Lucas German, nació en Quito - Pichincha.



Curso sus estudios secundarios en el Colegio “San Felipe Neri” en donde obtuvo el título de Bachiller, especialización Físico Matemáticas.

Sus estudios superiores los realizo en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Febrero del 2014 en la ciudad de la Latacunga.

Email: luks_rodriguezp@hotmail.com

Rosero Calderón Alexander Estuardo, nació en Ibarra-Imbabura



Curso sus estudios secundarios en el Colegio Fisco-Misional “San Francisco de Asís” en donde obtuvo el título de Bachiller, especialización Físico Matemáticas.

Sus estudios superiores los realizo en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el Título de Ingeniero de Electromecánica en Febrero del 2014 en la ciudad de Latacunga.

Email: arosero@fabricaimbabura.gob.ec