

**UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
SECCIONAL CALI**

Manual del Usuario

**SISTEMA EMBEBIDO PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE
UN PC Y UNA CÁMARA PARA EL CULTIVO DE ESPECIES
VEGETALES CON INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA**

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ING. ELECTRÓNICA

SANTIAGO DE CALI

2014

1. ÍNDICE

Contenido

1. ÍNDICE.....	2
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1. Biofábrica.....	3
2.2. Entorno de programación.....	3
2.3. Requerimientos	3
3. INSTALACIÓN.....	4
3.1. Introducción	4
3.2. Controlador del Sistema Embebido	4
3.3. NI VISA	7
3.4. TOOLKIT LIFA	10
4. MANUAL DE OPERACIÓN.....	15
4.1. Introducción	15
4.2. Subsistema control de temperatura	15
4.3. Subsistema de control de riego	16
4.4. Subsistema de control de iluminación	17
4.5. Inicio y parada del programa	18
4.6. Gráficas de las señales	18
4.7. Representación gráfica en el interior de la <i>Biofábrica</i>	19
4.8. Representación gráfica de los Sistemas de Riego.....	20

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Biofábrica

La Universidad San Buenaventura en la actualidad cuenta con un sistema de control con supervisión remota sobre una cámara para el cultivo de especies vegetales conocida también como “*Biofábrica*”. Esta cámara provee a las plántulas condiciones óptimas, por medio de un sistema de control automático, el cual garantiza el adecuado desarrollo de las plántulas. Además permite el control y manipulación sobre las variables de temperatura, iluminación y riego. Este manual le permitirá al usuario comprender el funcionamiento de la interfaz gráfica para el control de la *Biofábrica*, como de igual forma se mostrará los pasos y requerimientos mínimos para permitir la comunicación con la planta utilizando cualquier computador.

2.2. Entorno de programación

El entorno de programación sobre el cual se encuentra la interfaz de usuario es LabView. LabView es una herramienta de programación gráfica que permite crear interfaces de usuario usando un conjunto de herramientas y objetos. La estructura de programación se divide en dos VI (Virtual Instrument), el primero es el VI del panel frontal (Front Panel) el cual permite simular un panel físico, en este caso permite al usuario controlar la *Biofábrica* en tiempo real. El segundo VI es el diagrama de bloques (Block Diagram), y es aquí donde se realiza el código del programa (Lenguaje G).

2.3. Requerimientos

Los requerimientos iniciales son los siguientes:

Software	<ul style="list-style-type: none">– Windows XP, en adelante.– LabView 2010.
----------	--

3. INSTALACIÓN

3.1. Introducción

El objetivo principal del proyecto es lograr la comunicación entre la *Biofábrica* y un computador, por medio de un Sistema Embebido usando LabView, desligando así la dependencia de LabView con la tarjeta de adquisición de datos NI PCI-6221. Antes de lograr este objetivo se deben realizar unos procedimientos previos como lo son la instalación del controlador del Sistema Embebido (Arduino Leonardo), la instalación de librerías encargadas de controlar los puertos de comunicación en LabView, entre otros. A continuación se mostraran estos procesos.

3.2. Controlador del Sistema Embebido

Antes de realizar los pasos de instalación es necesario descargar la versión del software de Arduino (no se necesita instalar el programa, al descargar el software vienen adjuntadas varias carpetas, entre ellas los drivers de los controladores de las tarjetas de Arduino. Se puede realizar este proceso desde la página web¹ oficial completamente gratis). El primer paso a seguir consiste en conectar la placa Arduino al computador por medio del puerto USB. Después de conectar la placa se procede a instalar los drivers los cuales se detallaran a continuación:

- Luego de conectar el Arduino se busca la opción de “*Administrador de dispositivos*”. Una vez en esta ventana se puede observar en la pestaña de “*otros dispositivos*” el Arduino Leonardo con el símbolo de no haberse configurado. (ver figura 1)
- Después se da clic derecho en la opción de Arduino Leonardo, y luego se presiona en la opción de “*Actualizar controlador*”. Al dar clic en esta opción, aparece otro cuadro de diálogo en donde dice “*Buscar automáticamente software de controlador actualizado*” y “*Buscar software de controlador en el equipo*”, se presiona en la segunda opción. (ver figura 2)

¹ Descarga del programa: <http://arduino.cc/es/main/software#.UzLbI5OUU>

Figura 1. Administrador de dispositivos².

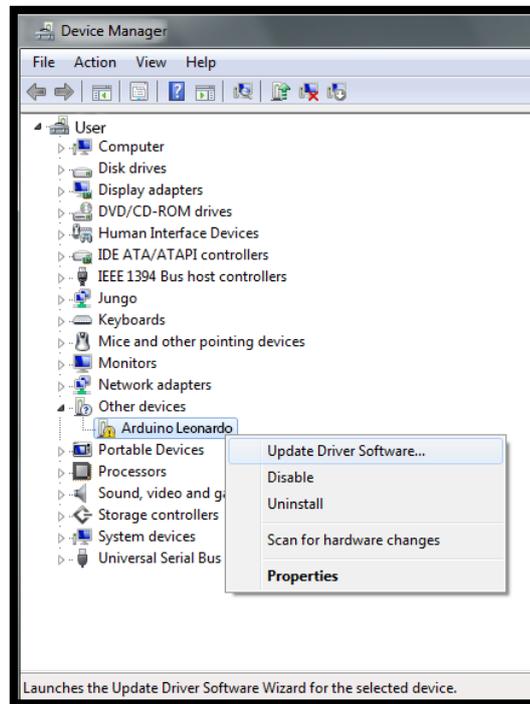
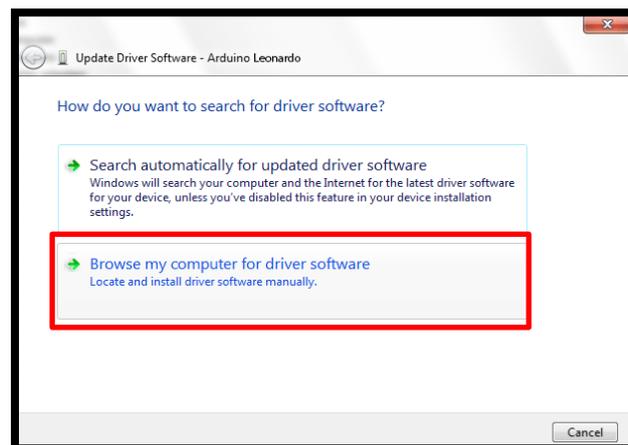


Figura 2. Actualización del software del controlador³.

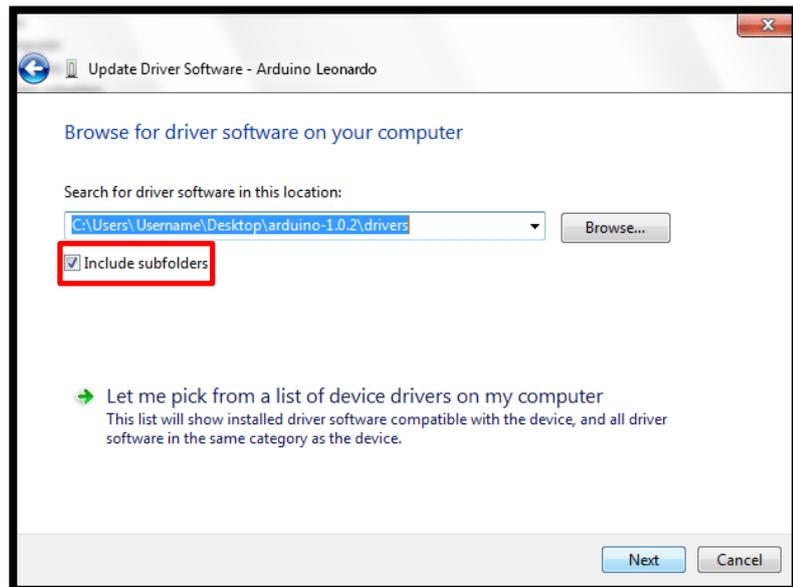


² Imagen tomada de la página web oficial de Arduino:
http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardoMicro?from=Guide.ArduinoLeonardo#UwrE_PI5O_UJ, el día 20 de Enero del 2014.

³ Imagen tomada de la página web oficial de Arduino:
http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardoMicro?from=Guide.ArduinoLeonardo#UwrE_PI5O_UJ, el día 20 de Enero del 2014.

- Se escribe la ruta en donde se encuentra la descarga del software de Arduino, seleccionando también la subcarpeta de drivers. Por último se selecciona la casilla de “Incluir subcarpetas” y se da clic en siguiente (ver figura 3).

Figura 3. Dirección de los drivers⁴.

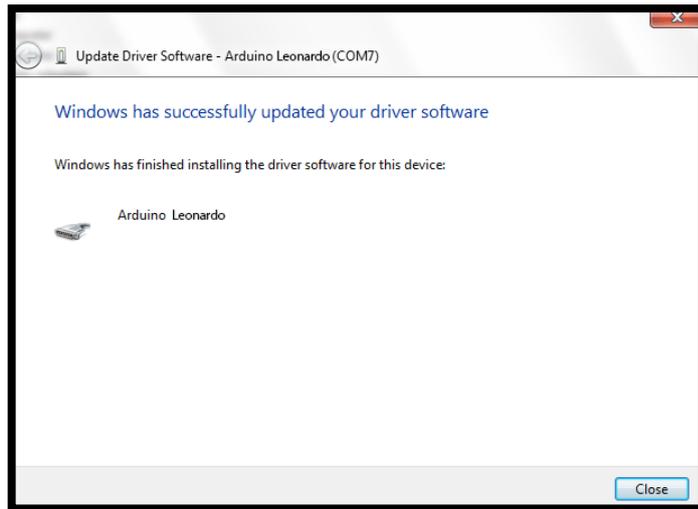


- Una vez finaliza la acción de instalación aparece el cuadro de diálogo en donde dice que la instalación del driver del dispositivo ha sido satisfactoria y está listo para usar. Por último se puede observar la asignación de un puerto COM al dispositivo. (ver figura 4)

Figura 4. Finalización del proceso de instalación del Arduino Leonardo⁵.

⁴ Imagen tomada de la página web oficial de Arduino:
http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardoMicro?from=Guide.ArduinoLeonardo#.UwrE_P15OU, el día 20 de Enero del 2014.

⁵ Imagen tomada de la página web oficial de Arduino:
http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardoMicro?from=Guide.ArduinoLeonardo#.UwrE_P15OU, el día 20 de Enero del 2014.

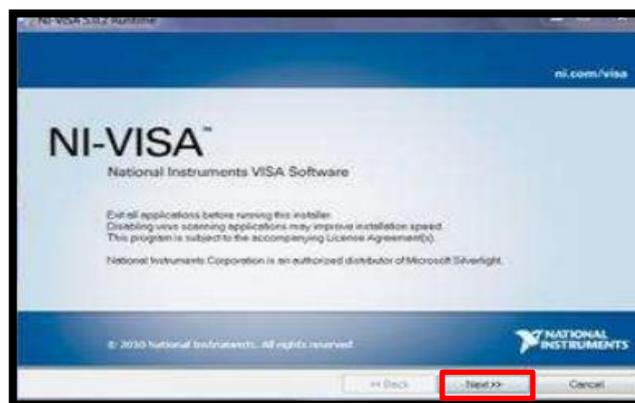


3.3. NI VISA

El NI VISA (Virtual Instrument Software Architecture) es una librería que proporciona un estándar para las operaciones de lectura, escritura y manejo de eventos. Esencialmente con esta librería se pueden establecer comunicaciones serie, Ethernet, VXI o PXI. Para realizar el proceso de instalación, primero se debe descargar el software⁶ gratis a través de la página oficial de National Instruments para el sistema operativo de Windows.

- Luego de la descarga del software de la página oficial, se ejecuta el programa y se presiona en la casilla siguiente (ver figura 5).

Figura 5. Inicio de instalación del NI VISA⁷

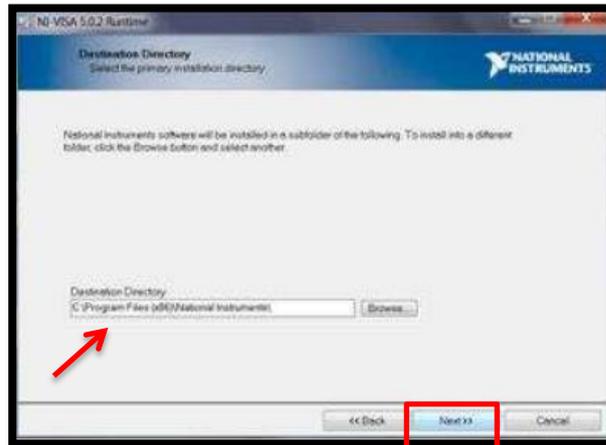


⁶ El link de descarga del VISA 5.0.2 es: <http://www.ni.com/download/ni-visa-5.0.2/2185/en/>

⁷ Apolo (2012), *Realización de una herramienta para obtener los niveles de campo eléctrico radiado por las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Quito*, pág. 72.

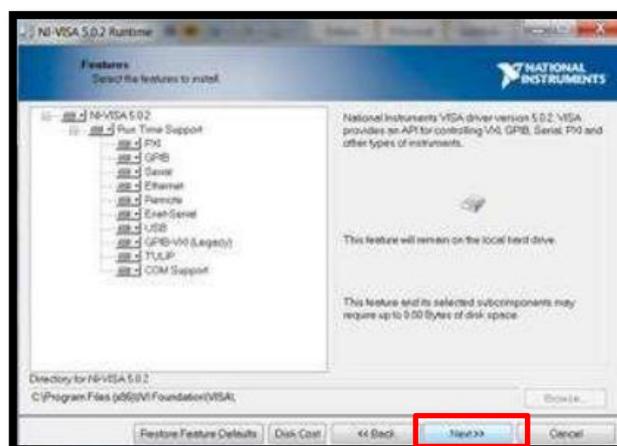
- Aparece una ventana la cual refleja la dirección en donde quedará instalado el software. Si se desea se puede cambiar la ubicación de esta carpeta. Se hace clic en siguiente (ver figura 6).

Figura 6. Dirección de la carpeta donde se instalará el software⁸.



- En la siguiente ventana se puede observar los puertos que se habilitan para el uso de todos los dispositivos (ver figura 7). Se hace clic en siguiente.

Figura 7. Puertos habilitados para el uso de diferentes dispositivos⁹.



⁸ Apolo (2012), *Realización de una herramienta para obtener los niveles de campo eléctrico radiado por las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Quito*, pág. 72.

⁹ Apolo (2012), *Realización de una herramienta para obtener los niveles de campo eléctrico radiado por las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Quito*, pág. 72.

- A continuación aparece una ventana explicando las políticas de privacidad (ver figura 8); se selecciona la casilla de aceptar y se presiona siguiente. Al hacer este proceso, surge una nueva ventana en busca de notificaciones del producto (ver figura 9), después de unos segundos no se detecta ninguna notificación y se hace clic en siguiente. Por último el programa se instala en la dirección anteriormente seleccionada, y queda en perfectas condiciones para ser usado en el LabView (ver figura 10).

Figura 8. Políticas de privacidad¹⁰.

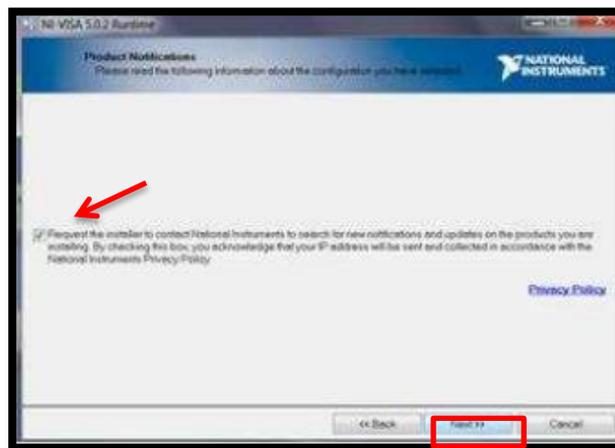


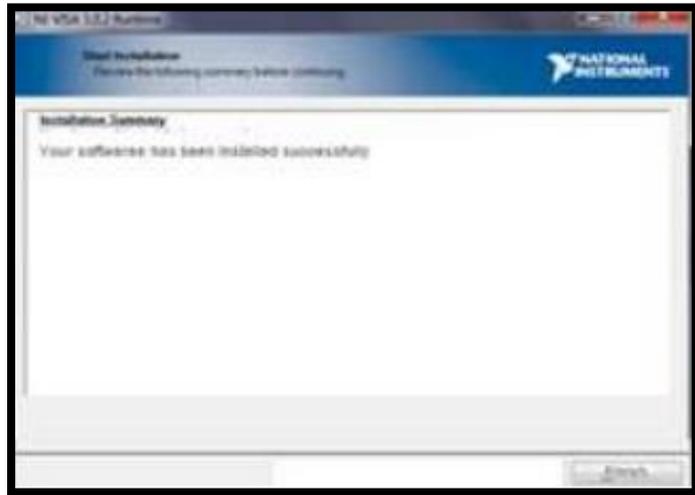
Figura 9. Búsqueda de notificaciones del producto¹¹.



¹⁰ Apolo (2012), *Realización de una herramienta para obtener los niveles de campo eléctrico radiado por las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Quito*, pág. 73.

¹¹ Apolo (2012), *Realización de una herramienta para obtener los niveles de campo eléctrico radiado por las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Quito*, pág. 73.

Figura 10. Instalación final del producto¹².



3.4. TOOLKIT LIFA

El LIFA (LabView Interface For Arduino) se desarrolló con el fin de establecer interfaz con Arduino. El proceso de instalación del *toolkit* LIFA se puede detallar a continuación:

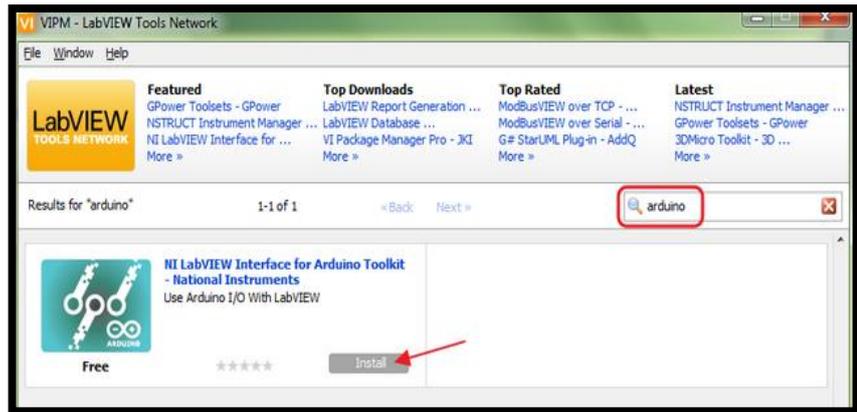
- El paso a seguir después de tener instalado el NI VISA; es descargar *JKI VI Package Manager* (VIPM), el cual es una herramienta de gestión, configuración de bibliotecas y herramientas de desarrollo en LabView. Dentro de esta herramienta se encuentra anexado el *toolkit* LIFA listo para descargar y realizar una instalación directa con LabView. La descarga del *JKI VI Package Manager* (VIPM) es completamente gratis desde la página oficial¹³. Una vez descargado el programa e instalado respectivamente, se procede a la búsqueda del LIFA a través de esta herramienta (ver figura 11).

Figura 11. Búsqueda del LIFA en el *JKI VI Package Manager* (VIPM)¹⁴.

¹² Apolo (2012), *Realización de una herramienta para obtener los niveles de campo eléctrico radiado por las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Quito*, pág. 74.

¹³ Link de descarga página web oficial: <http://jki.net/vipm>

¹⁴ Imagen tomada de la página web: <http://roboticaludica.com/?p=763>, el día 10 de Febrero del 2014.

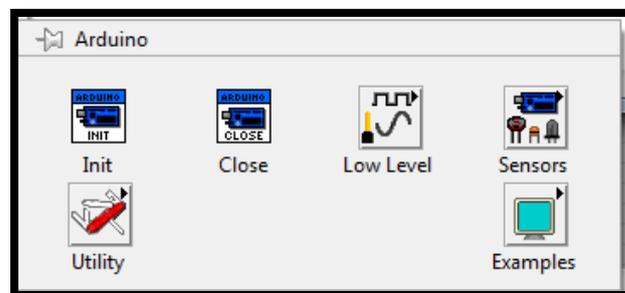


- Después se hace clic en instalar como se puede observar en la figura 12, finalizando así el proceso de instalación del LIFA. En la figura 13 se puede detallar la herramienta para Arduino lista para ser utilizada en LabView.

Figura 12. Instalación del LIFA¹⁵.



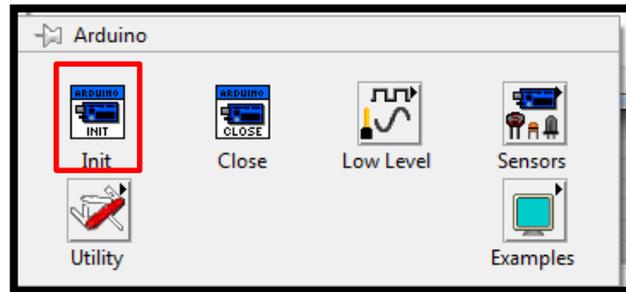
Figura 13. Herramienta LIFA lista para ser utilizada en LabView.



¹⁵ Imagen tomada de la página web: <http://roboticaludica.com/?p=763>, el día 10 de Febrero del 2014.

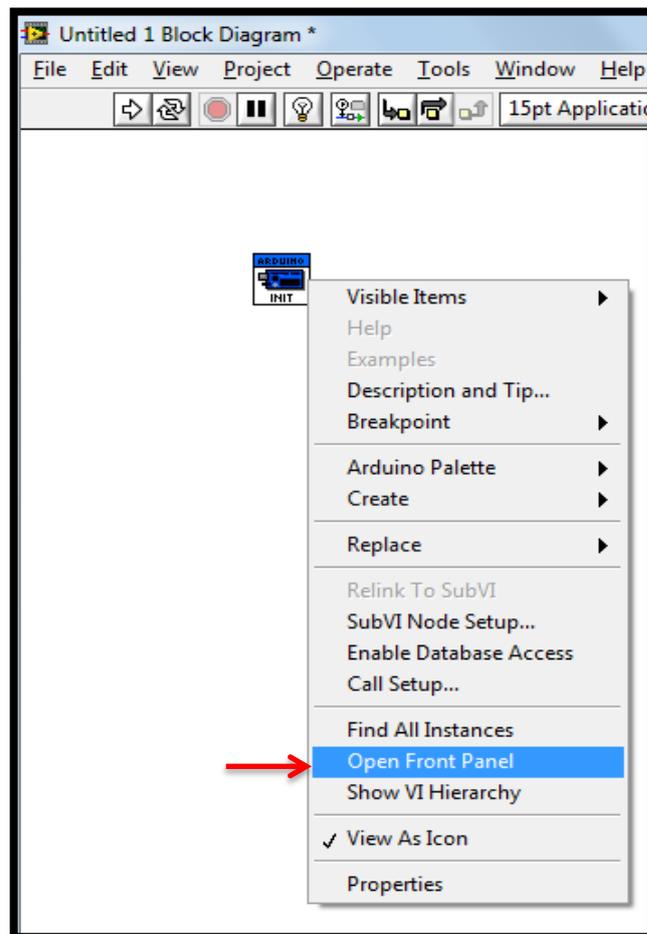
- Luego de haber instalado la herramienta LIFA, se procede a realizar una corrección en el subVI Init.vi, con el fin de identificar la tarjeta Arduino Leonardo por el periférico que se encuentra conectado (ver figura 14).

Figura 14. SubVI Init.



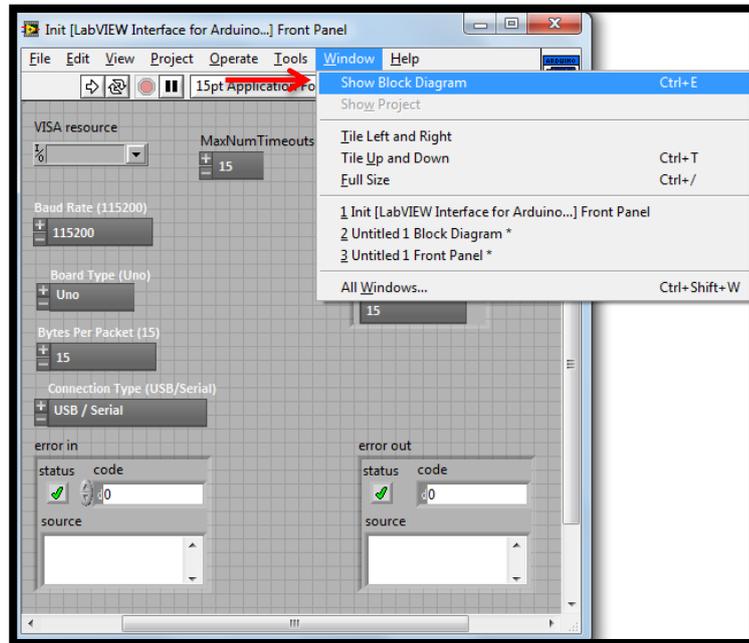
- Se arrastra el subVI Init.vi al VI de diagrama de bloques. Después se hace clic derecho sobre el bloque y se busca la opción *Open Front Panel*, y se presiona esta opción (ver figura 15).

Figura 15. Búsqueda del Front Panel.



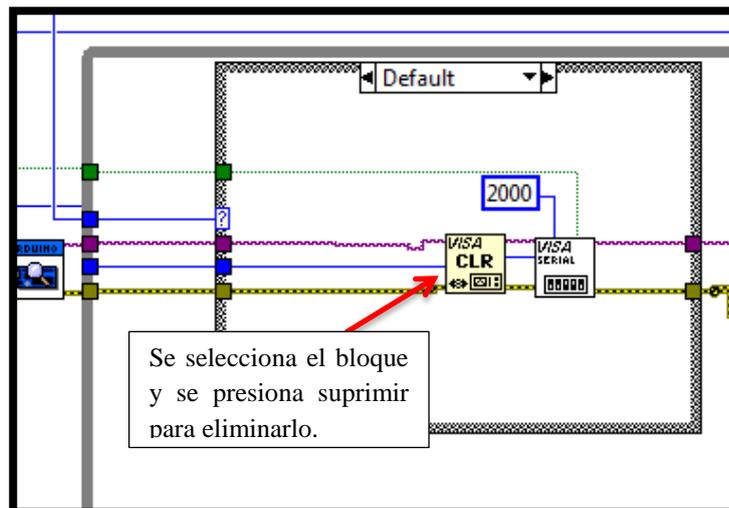
- Después de abrir el Front Panel de este subVI Init.vi, se busca la opción de Windows, y se presiona en *Show Block Diagram* (ver figura 16)

Figura 16. Proceso para abrir el diagrama de bloques.



- Cuando se entra al diagrama de bloques se elimina el bloque VISA CLR presionando suprimir (VISA CLEAR: borra el buffer y no dejar iniciar el envío de bytes para sincronizar el Arduino con LabView, ver figura 17).

Figura 17. Eliminación del VISA CLR.



- Para finalizar se unen los cables sueltos (VISA Resource de color morado y Error de color amarillo) como se puede apreciar en la figura 18. Por último se cierra el diagrama de bloques, el Front Panel y se guarda el cambio realizado (ver figura 19).

Figura 18. Unión de los cables.

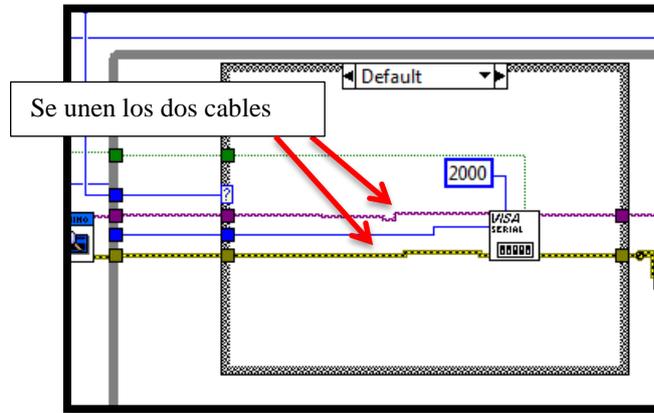
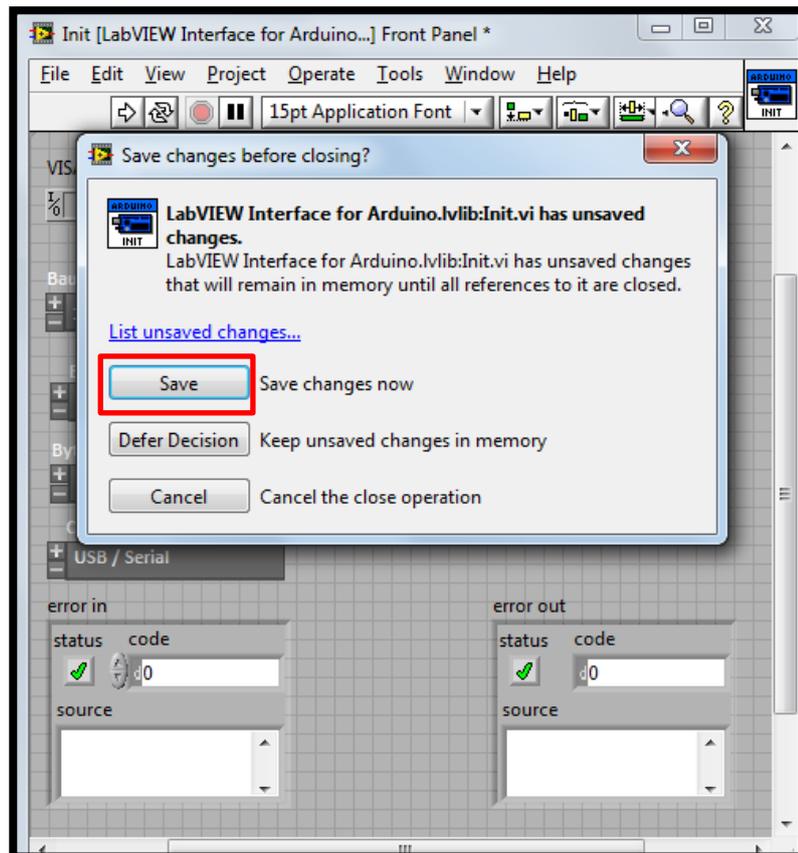


Figura 19. Salvaguardar los cambios realizados.

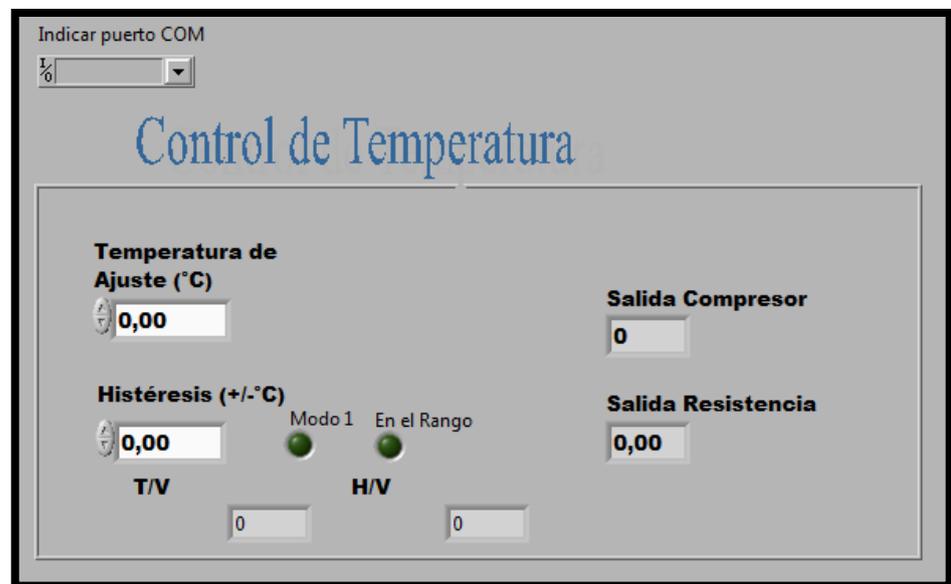


4. MANUAL DE OPERACIÓN

4.1. Introducción

Para utilizar el programa de control sobre la cámara de producción de plántulas, es importante que el usuario comprenda las divisiones por subsistemas encargadas de controlar la temperatura, iluminación y riego. A continuación se mostrará cada uno de estos subsistemas donde se podrá configurar las condiciones de trabajo de cada uno.

4.2. Subsistema control de temperatura



- ✓ **Indicar puerto COM:** indica por cual periférico o puerto serial se encuentra conectada la tarjeta Arduino.
- ✓ **Temperatura de ajuste:** los rangos máximos de trabajo en la temperatura van desde 10 hasta 50°C. En esta casilla se introduce el valor de temperatura en el cual el usuario desea que se encuentre el interior de la cámara.
- ✓ **Histéresis:** representa los valores en donde la temperatura se puede sobrepasar con respecto a la temperatura deseada. Por lo general el rango va entre ± 1 y ± 2 °C.
- ✓ **En el Rango:** Indica si la temperatura de ajuste se encuentra en el rango establecido (10 hasta 50°C).

- ✓ **Modo 1:** Indicador si está activado el caso de refrigeración.
- ✓ **Salida Compresor:** indica mediante un 0 ó un 1, el estado del compresor, de tal modo, que un 1 representa el compresor encendido y un 0 apagado.
- ✓ **Salida Resistencia:** indica mediante un 0.1 ó un 0.99, el porcentaje del ancho del PWM, de tal modo, que un 0.99 representa el 99% de la resistencia encendida y un 0.1 representa un 1% de la resistencia que en este caso estará apagada.

4.3. Subsistema de control de riego

The screenshot shows a control interface titled "Control de Riego". It contains several input fields and indicators:

- Frecuencia de Riego (Horas):** A numeric input field with a value of 0.
- Indicador de Riego:** A green indicator bar.
- Volumen de Riego:** A numeric input field with a value of 0 and a red indicator bar.
- Nivel de Agua:** A numeric input field with a value of 0.
- Volumen de Riego F1:** A numeric input field with a value of 0 and a red indicator bar.
- Nivel de F1:** A numeric input field with a value of 0.
- Volumen de Riego F2:** A numeric input field with a value of 0 and a red indicator bar.
- Nivel de F2:** A numeric input field with a value of 0.
- Volumen de Riego F3:** A numeric input field with a value of 0 and a red indicator bar.
- Nivel de F3:** A numeric input field with a value of 0.
- Volumen deseado en la descarga:** A numeric input field with a value of 0.
- Tiempo Transcurrido (s):** A numeric input field with a value of 0.

- ✓ **Frecuencia de Riego:** Representa el tiempo en horas que debe transcurrir para gestionar el riego.
- ✓ **Volumen de Riego (Agua, F1, F2 y F3):** Representan los valores de los volúmenes (en mL) del líquido de cada probeta que se desea descargar en la probeta de la Mezcla.

- ✓ **Nivel de (Agua, F1, F2 y F3):** Indican los volúmenes actuales de los recipientes.
- ✓  Permite la descarga manual de la probeta después de tener el volumen de riego establecido.
- ✓ **Volumen deseado en la descarga:** Permite establecer el nivel permitido en la probeta de Mezcla, luego que supera este nivel se produce la descarga.
- ✓ **Tiempo Transcurrido:** Es el tiempo transcurrido de la frecuencia de riego, cuando llega al tiempo establecido por el usuario, se reinicia la cuenta (en segundos).
- ✓ **Indicador de Riego:** Indica cuando las válvulas están activadas.

4.4. Subsistema de control de iluminación



- ✓ **Frecuencia de Iluminación:** Representa en horas los periodos de iluminación de las lámparas.
- ✓ **Encender luz roja:** Permite encender los LED'S de color rojo. También se pueden encender simultáneamente (azules y rojos).
- ✓ **Encender luz azul:** Permite encender los LED'S de color azul.

4.5. Inicio y parada del programa

- ✓  Botón que permite ejecutar el programa después de haber establecido las condiciones de trabajo.

- ✓  Botón de parada o interrupción del proceso.

4.6. Gráficas de las señales



Permite graficar el comportamiento de la planta con respecto al set point establecido. Desde punto de vista se puede analizar qué tan efectivas son las acciones de control, como de igual forma cuanto es el sobrepaso establecido.

Exportar Imagen de las gráficas:

- ✓ Dar clic derecho en la gráfica.
- ✓ Clic en la opción *Export*
- ✓ Clic en la opción *Export Simple File Image*
- ✓ Clic *Save to File*
- ✓ Se escribe el nombre con el cual se quiere guardar el archivo
- ✓ Clic en el botón *OK*

Exportar datos de las gráficas:

- ✓ Dar clic derecho en la gráfica
- ✓ Clic en la opción *Export*
- ✓ Clic en la opción *Export Data to Excel*
- ✓ Guardar
- ✓ Se escribe el nombre con el cual se quiere guardar el archivo
- ✓ Clic en el botón *OK*

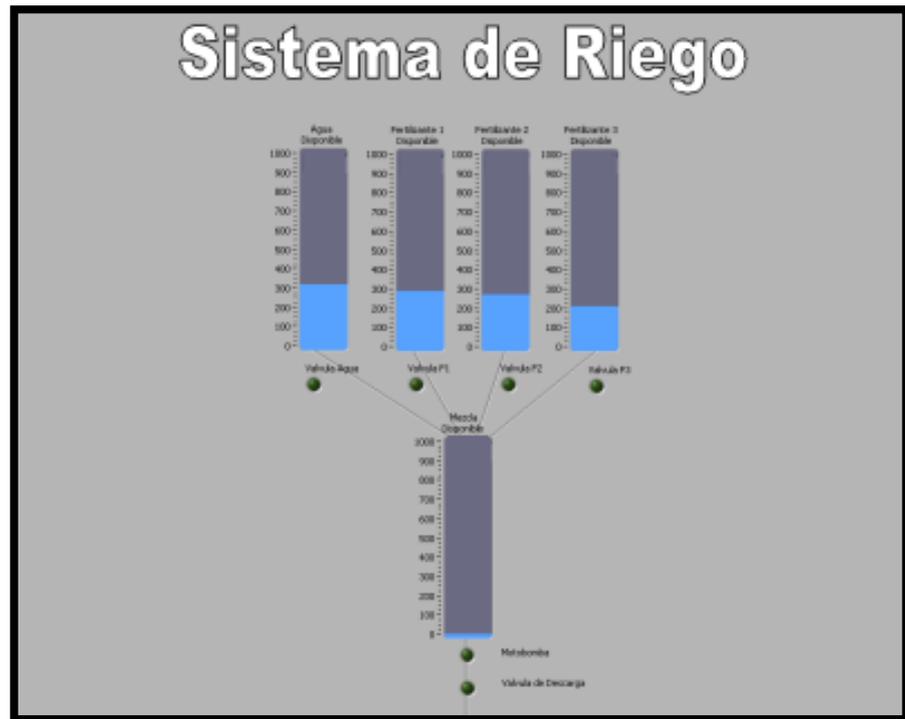
4.7. Representación gráfica en el interior de la *Biofábrica*

Permite visualizar el estado actual en el interior de la *Biofábrica*, como de igual forma visualizar las variables de temperatura y humedad relativa.



- ✓ **Lámpara Roja, Lámpara Azul, Extractor 1, Extractor 2, Indicador de calefacción e Indicador de refrigeración:** Indicadores de encendido.
- ✓ **Temperatura y Humedad Relativa:** Visualizadores de variables de temperatura y humedad relativa.

4.8. Representación gráfica de los Sistemas de Riego.



Esta representación gráfica indica los niveles actuales de los recipientes, como las acciones que se están ejecutando con los dispositivos como válvulas y motobomba.

- ✓ **Válvulas de Agua, F1, F2, F3, Mezcla y Motobomba:** Indicadores de encendido.