



LACYQS

Laboratorio Nacional de Sistemas
de Concentración Solar y Química Solar

Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar. Segunda Etapa.

Manual de operación del sistema de control SCADA ver agosto 2014

Elaborado por:

Dr. Carlos A. Pérez Rábago.

Extracto:

En este trabajo se presenta un manual de la operación del control del HoSIER, en el cual se describe la secuencia de pasos a seguir para operar el sistema SCADA y las consideraciones que debe tomar el operador al controlar el HoSIER.



Tabla de contenido

1	Introducción.....	3
2	Arranque del sistema	5
2.1	Verificación de Hardware	5
2.2	Operación de Software.....	6
3	Operación del SCADA	8
3.1	Programas de operación.....	8
3.2	Control y operación de los sistemas fuera del entorno SCADA.....	13
3.3	Programas de adquisición de datos	14
4	Finalización de las operaciones del HoSIER.....	15
5	Referencias	15

1 Introducción

El sistema de control y adquisición de datos de la HoSIER consiste en un sistema de adquisición de datos compacto FieldPoint, CompactRIO y varios controladores en tiempo real para cada subsistema. La computadora principal o central es un servidor basado en Windows, llamado “SCADA 2” la cual coordina la operación y/o adquisición de todos los sistemas del horno. Todo el software de control y la operación se desarrolló usando LabView 2009 (*National Instruments*). Los datos experimentales se procesan y manejan en la unidad central. El sistema de control del HoSIER es un sistema paralelo capaz de operar las funciones principales de los subsistemas al mismo tiempo (posicionamiento de helióstatos, apertura y cierre de la persiana, y la ubicación de la experimental establecido mediante el uso de un sistema mecánico de posicionamiento 3D). El sistema también tiene la capacidad de realizar un paro de emergencia en cualquier evento inesperado a través del uso de los paros de emergencia localizados en toda la zona experimental del HoSIER.

El control central está coordinado a través de una máquina de estado que llama a los sistemas principales, uno a uno o simultáneamente sin ninguna interferencia, logrando así que el sistema sea versátil y robusto [Pérez-Rábago C.A. et al, 2011]. El diagrama de la máquina de estado central del sistema SCADA se muestra en la Figura 1. Este control se ejecuta y se sincroniza desde la computadora central como se describe a continuación:

- Helióstato: Cuenta con una selección del tipo de control de seguimiento deseado, arranque y parada, el ajuste de compensación y paro de emergencia. El control del seguimiento solar se realiza de forma de lazo abierto, sin embargo, el sistema permite la compensación o ajuste de la posición del helióstato a través de una mirilla o cámara CCD que ve directamente al sol a través del mismo helióstato.
- Atenuador: apertura y cierre regulado. De igual manera, la apertura y cierre del atenuador se puede coordinar con la lectura de alguna señal de temperatura que permia el estado estable de la misma.

- Mesa de posicionamiento: las posiciones de control dentro y fuera de la zona focal.
- Sistema de refrigeración: Inicio y cierre de las bombas de refrigeración, control de válvulas y la medición del caudal de refrigeración que se suministra a la misma.
- DAQ (Sistema de Adquisición de Datos): parámetros experimentales de adquisición (temperatura, presión, flujo, radiación, etc.).
- Sistema de visión: La adquisición de imágenes y su procesamiento de experimentos con el fin de determinar la distribución de la radiación se encuentra en el área focal del HoSIER.

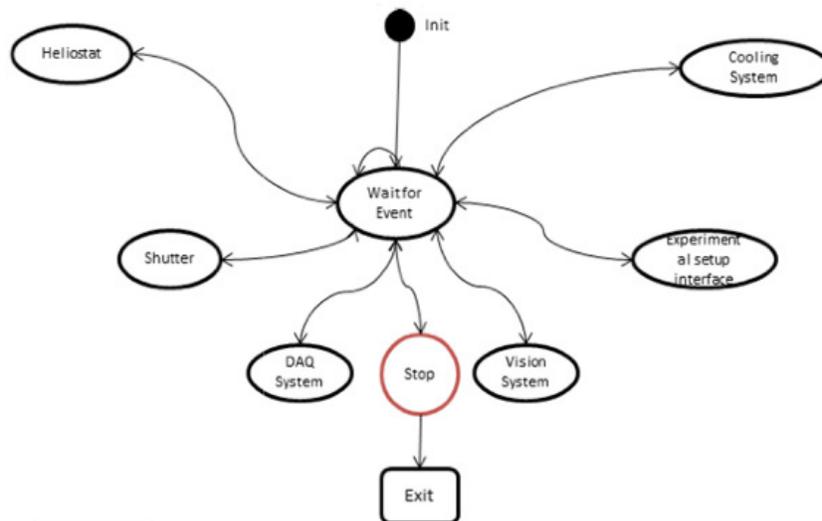


Figura 1 Máquina de estados SCADA HoSIER

La Figura 2 describe el funcionamiento del sistema SCADA para el control HoSIER a través de un diagrama de sistema dinámico. La parte superior es una máquina de estado del programa principal que se ejecuta en la computadora central y que actúa como medio de enlace entre las interfaces de cada subsistema que se ejecuta. Por esta razón, son

"réplicas locales". Esto consiste en llevar seguimiento y tener control de algunos datos desde y hacia cada sistema de control. Esto es común en este tipo de aplicaciones de computación distribuida.

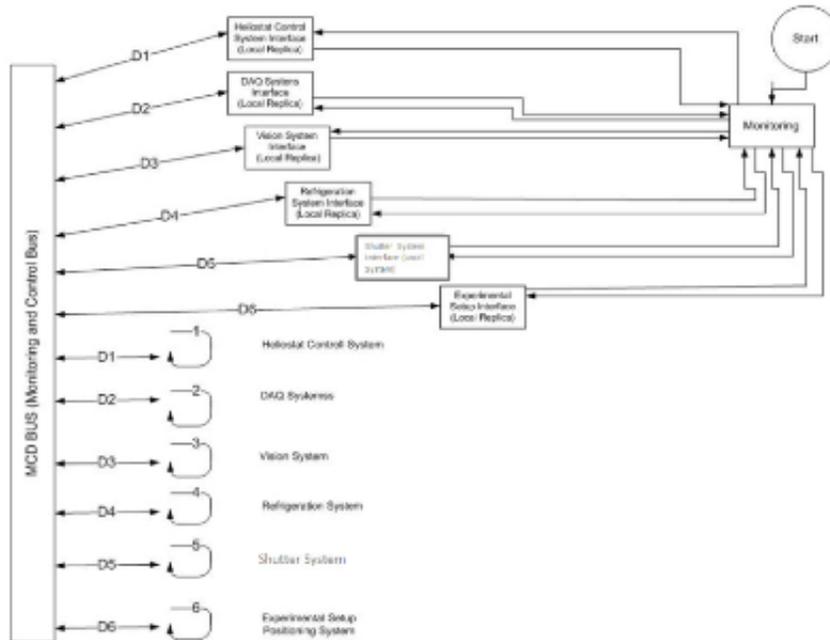
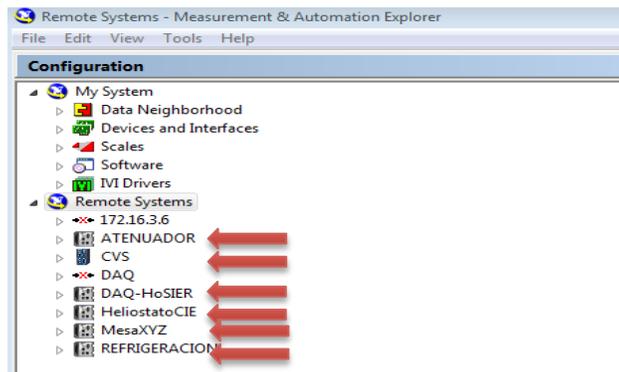


Figura 2 Diagrama de flujo de las variables compartidas para el SCADA

2 Arranque del sistema

2.1 Verificación de Hardware

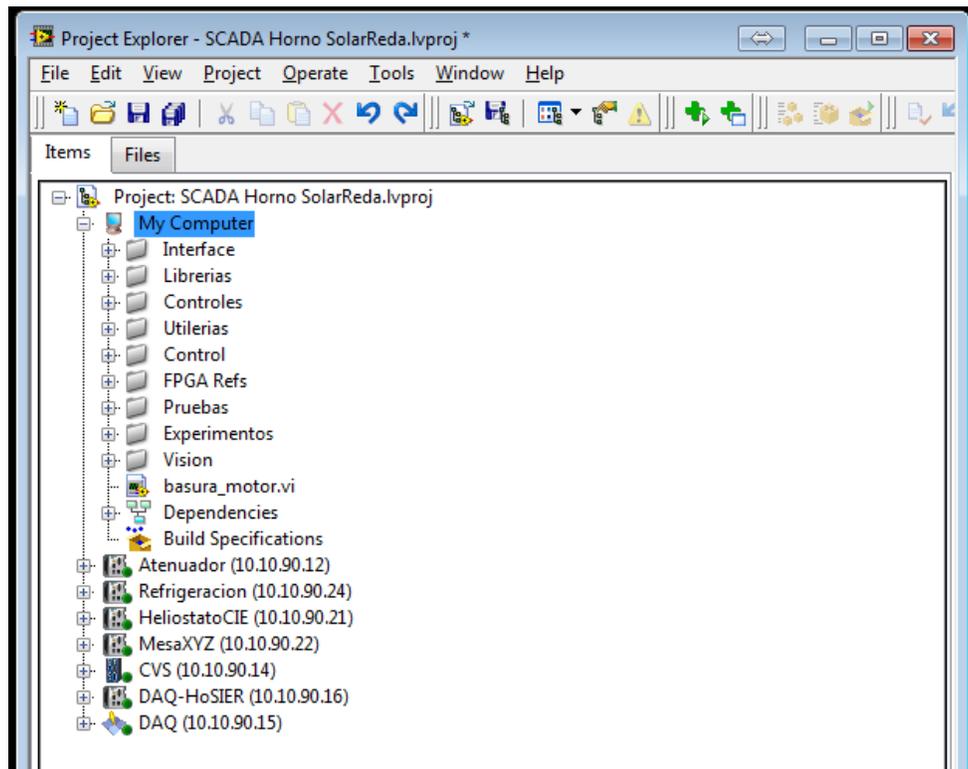
1-. En el entorno "Measurement & Automation Explorer" (MAX) revisar que todos los componentes del control del HoSIER estén conectados, los cuales son: ATENUADOR, CVS, DAQ-HoSIER, HeliostatoCIE, MesaXYZ, REFRIGERACION.



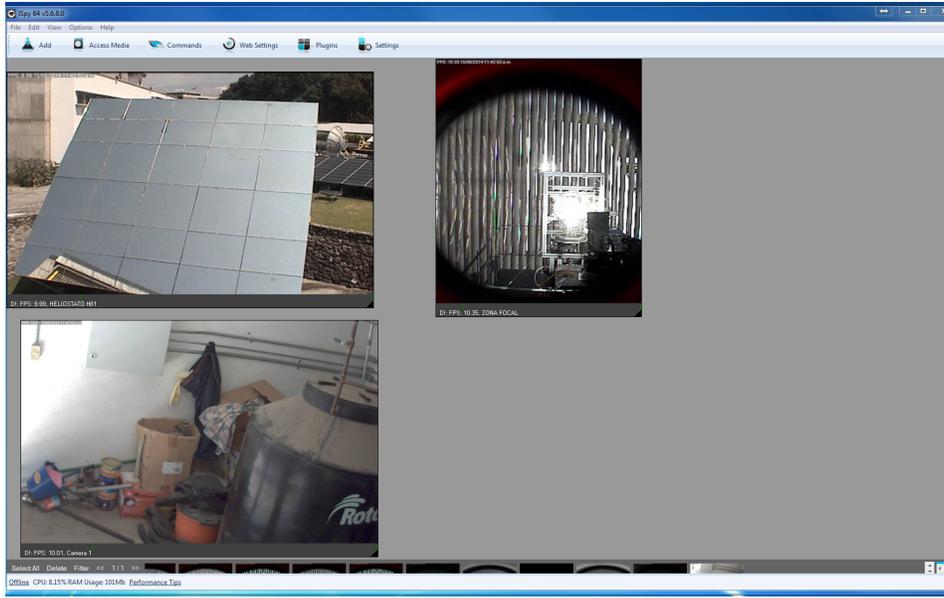
2-. En el mismo entorno MAX se debe revisar el estado de los sistemas inalámbricos de adquisición de datos, tanto para el DAQ Rotativo, así como para el DAQ de los analizadores. En el *Data Neigfbrhood* se debe correr una prueba de la operación de estos adquisidores.

2.2 Operación de Software

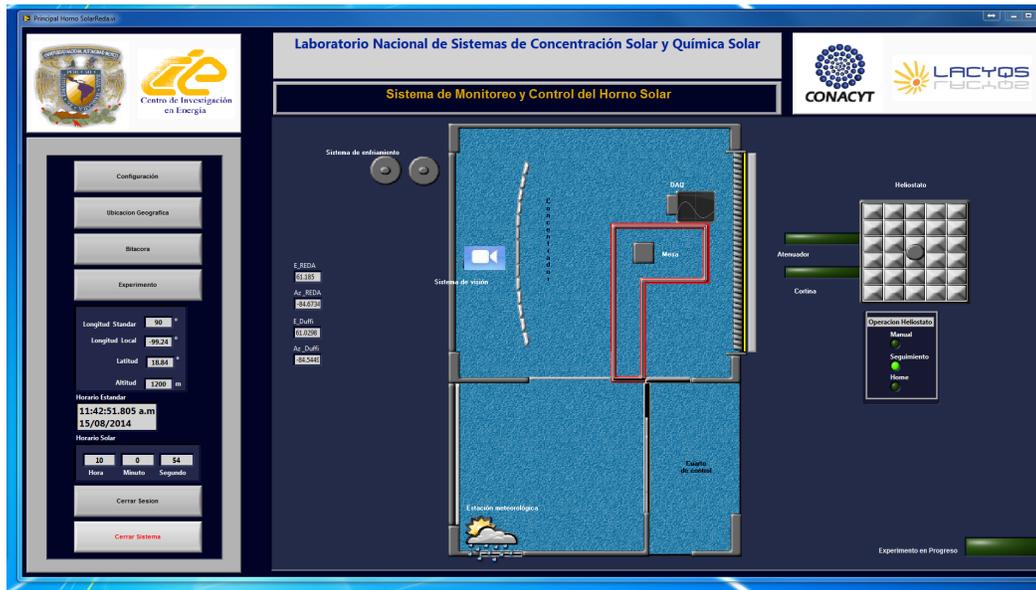
2-. Ejecutar el proyecto en LabView “SCADA Horno SolarReda.lvproj” el cual contiene todos los VI, librerías de variables y componentes necesarios para la operación del HoSIER



3-. Para monitorear la operación de cada uno de los sistemas del HoSIER se requiere ejecutar el sistema de cámaras con el programa iSpy con el cual se tiene el monitoreo del Helióstato, la zona focal y el cuarto de refrigeración. Es importante mencionar que tanto la cámara del helióstato y de la zona focal cuentan con servomecanismos de ajuste los cuales permiten ajustar la ubicación de lo que se desea ver, así como el zoom que se desea lograr.



4-. Para inicializar la operación del SCADA se requiere ejecutar el programa “Principal Horno SolarReda.vi”, el cual se requiere ser ejecutado desde el Proyecto en la dirección: My Computer/Interface. En lo subsecuente a esta pantalla la llamaremos SCADA.



5-. Es importante verificar que tanto la ubicación geográfica y el horario de verano (si este es el caso) se encuentren cargados. Para ello se requiere ejecutar desde el SCADA la ubicación geográfica y activar o no el horario de verano, según sea el caso.

6-. Es importante establecer la ubicación geográfica, así como indicar en caso dado el horario de verano en la opción de Ubicación Geográfica.

3 Operación del SCADA

3.1 Programas de operación

1-. Operación del Helióstato: Desde el SCADA se ejecuta el control del Helióstato, el cual indica la posición de reposo del helióstato en 80° en elevación y 0° en azimut, en el momento que se activa el modo de seguimiento la posición objetivo cambia a los valores que requiere tener el helióstato para direccionar la radiación al interior del concentrar. Los motores no se moverán hasta que no se les de un porcentaje de potencia a ambos motores por arriba del 50%.



El helióstato se irá aproximando a las coordenadas objetivo calculadas por el VI. Ya que se igualan las coordenadas actuales y las objetivo, se puede iniciar el seguimiento con retroalimentación de la mirilla. Para realizar la retroalimentación del seguimiento con la compensación de la mirilla se requiere ejecutar el VI Mirilla.vi el cual se encuentra en la dirección My Computer/Interface del Proyecto SCADA [Pérez-Enciso R.A. et al, 2012]. Se corre el programa y se habilita desde el control del Helióstato.



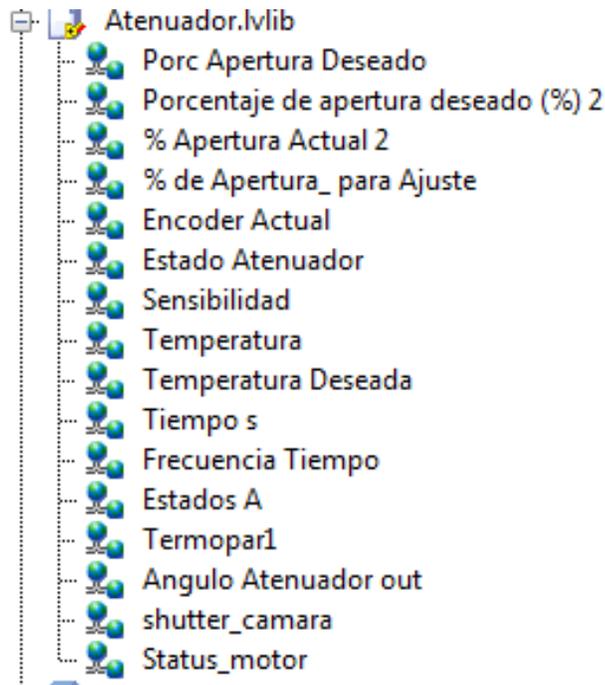
Es importante verificar que el mínimo de los voltajes se encuentre por encima de 5V, en caso que estos valores se encuentran por debajo, se disminuye el umbral del voltaje mínimo para que este comience a hacer los ajustes. Por otra parte, se puede incrementar el ángulo de ajuste para que la operación de corrección sea más rápida. Ya que se encuentren equilibrados los voltajes de los cuatro sensores se puede reducir el ángulo de ajuste a los valores iniciales.

2-. Operación del Atenuador: El control del atenuador se activa desde el SCADA y con el se ajusta el porcentaje de apertura del atenuador. En el control se tiene la posibilidad de realizar un paro de emergencia, el cual obliga al sistema al cierre del atenuador inmediato. Es importante mencionar que los cuatro botones de paro de emergencia se encuentran conectado en paralelo a este sistema, los cuales obligan al cierre del atenuador.



Por otra parte, se tiene el control de apertura del shutter de la cámara termografía, la cual activa el giro del shutter hasta que este desbloquea el lente de la cámara. En cualquier momento se puede interrumpir el giro del shutter de la cámara y dejar expuesta la cámara para que se realice su funcionamiento de manera independiente a la operación del control SCADA.

Los parámetros de control y de adquisición de datos del cRIO del atenuador pueden consultar y/o usarse en otro proceso a través de las variables compartidas en la librería Atenuador.lvlib, las cuales son:



3- Operación de la cortina:

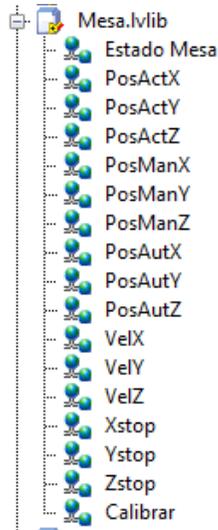
La cortina del HoSIER solo tiene los modos de apertura, cierre y paro.



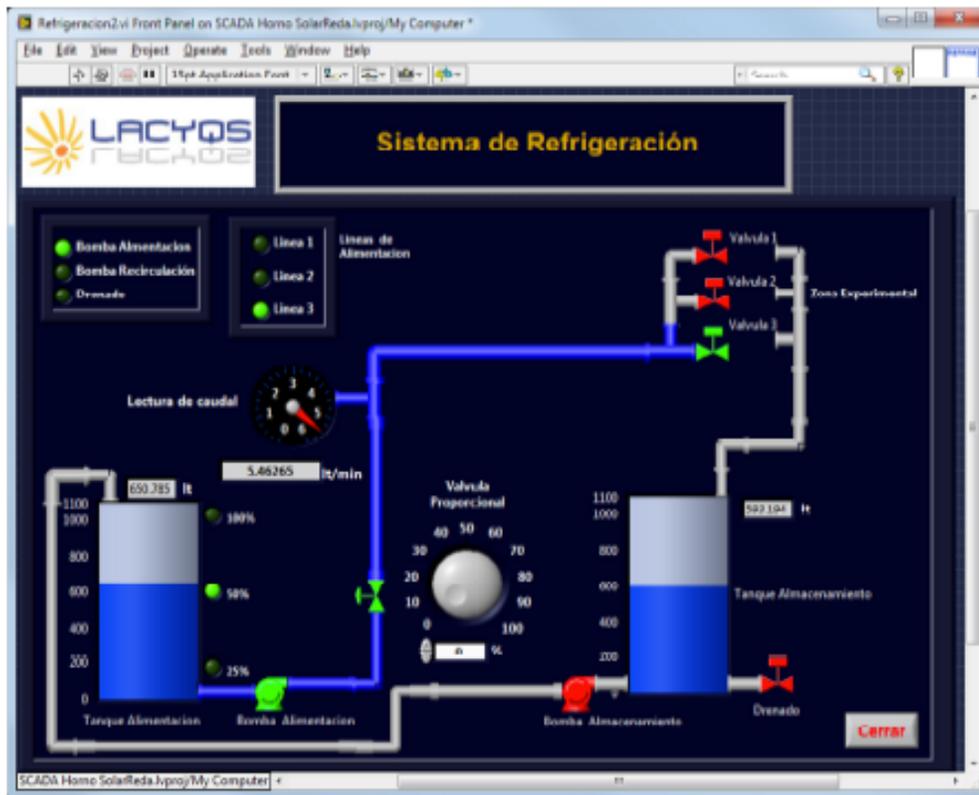
4- Operación de la mesa XYZ: La operación de la mesa se controla de dos maneras básicamente, de forma manual y automática, en ambos casos se requiere asignar un valor mayor a 30% en cada uno de los motores para que puedan operar. En el caso manual se puede operar tipo joystick, desplazando de norte a sur en el eje x, arriba y abajo en el eje z y de este a oeste en el eje y. Por otra parte, en la forma automática se le pueden poner las coordenadas deseadas a las cuales se quiere colocar el centro de la mesa en la zona focal.



Los parámetros de la posición de los experimentos, así como el estado de los tres ejes de movimiento de la mesa se pueden consultar a través de las variables compartidas en la librería Mesa.lvlib, las cuales son:



5-. Operación del sistema de refrigeración: En este programa se controla la operación de la bomba de refrigeración, la apertura de la válvula de alimentación a la zona focal y el control de las tres válvulas de entrada. Por otra parte, se puede se monitorea el caudal de refrigeración que se suministra a la mesa de experimentos.



6-. Estación Meteorológica:

Todos los parámetros de medición de la estación meteorológica del IER son presentados y adquiridos en tiempo real, es importante mencionar que todos estos parámetros se encuentran compartidos en las variables compartidas de la librería Estacion Meteorologica.lvlib



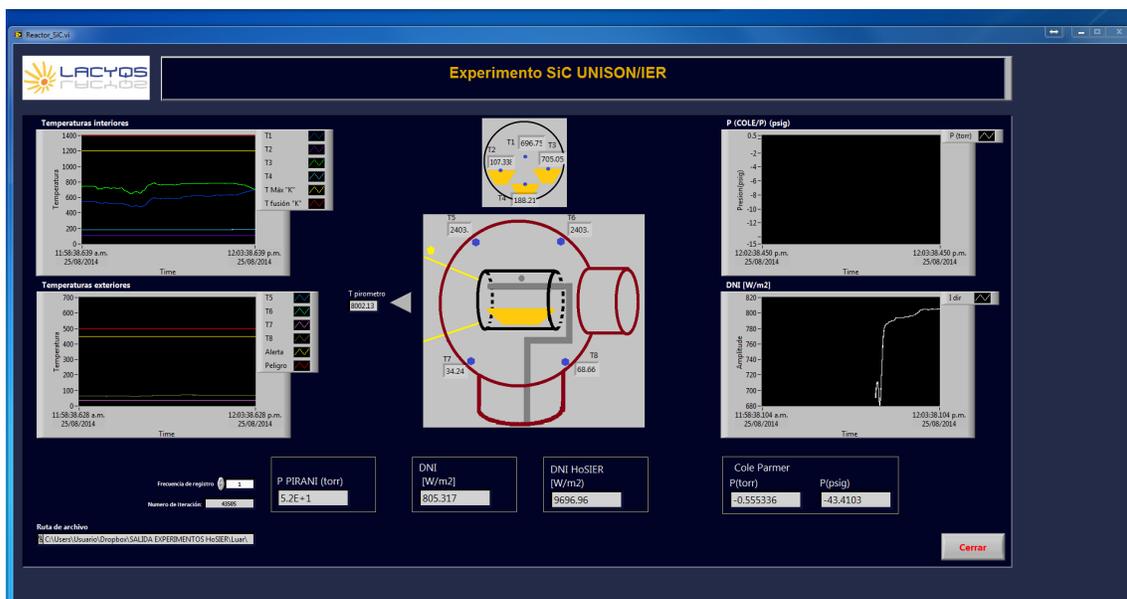
3.2 Control y operación de los sistemas fuera del entorno SCADA

Por su complejidad y debido a que el desarrollo de estos programas se encuentran en otras plataformas distintas a *LabView*, requieren ser operados desde otras computadoras distintas al SCADA 2 y ser controladas de forma remota. Los dos sistemas fuera del entorno SCADA son:

- 1-. La cámara termografías operada con el programa “*Altair*” en la computadora PC-CAPR.
- 2-. Control de las válvulas de alimentación de los gases a través de los programas FlowDDE y FlowView que se encuentran operando en la computadora SCADA 1.

3.3 Programas de adquisición de datos

Los programas de adquisición de datos dependen de cada experimento y por ello en el proyecto del SCADA se abre una sección especial la cual se llama Experimentos. Estos programas recogen información a través de las variables compartidas, los cuales son adquiridos principalmente por el cRIO DAQ-HoSIER, sin embargo, tomando la información de las mismas variables compartidas se pueden adquirir variables como la apertura del atenuador, datos meteorológicos entre otros. La siguiente imagen es un ejemplo de la adquisición de datos para un experimento.



Es importante mencionar que todos los datos son volcados en una carpeta compartida a través del Dropbox en un archivo “ *.txt ”. Este archivo tiene el formato:

```

Exp_SiC-27-08-2014-11-42-43.txt — Modificado
time: #: T1(°C) T2(°C) T3(°C) T4(°C) T5(°C) T6(°C) T7(°C) T8(°C) P(pirani)(torr) Tpir(JC) DNIEst(W/m2) PC/P(psig) DNI_HoSIER(W/m2) P_C/P_(mA) %Shutter
11:42:44 1 70.14 62.31 48.73 51.70 2401.75 2401.75 42.40 43.31 3.55 -43.41 850.23 846.44 0.00 9696.96 2.00
11:42:45 2 70.19 62.36 48.76 51.70 2401.79 2401.79 42.42 43.28 6.83 -43.41 850.23 837.25 0.00 9696.96 2.00
11:42:46 3 70.18 62.32 48.74 51.70 2401.77 2401.77 42.42 43.28 10.75 -43.41 850.23 839.22 0.00 9696.96 2.00
11:42:47 4 70.20 62.34 48.78 51.66 2401.72 2401.72 42.41 43.00 1.50 -43.41 850.64 845.79 0.00 9696.96 2.00
11:42:48 5 70.27 62.36 48.81 51.73 2401.82 2401.82 42.47 43.06 4.33 -43.41 850.23 839.88 0.00 9696.96 2.00
11:42:49 6 70.27 62.35 48.83 51.71 2401.74 2401.74 42.43 42.98 3.23 -43.41 850.23 833.64 0.00 9696.96 2.00
11:42:50 7 70.29 62.35 48.85 51.78 2401.74 2401.74 42.42 43.06 0.63 -43.41 850.23 847.43 0.00 9696.96 2.00
11:42:51 8 70.30 62.39 48.85 51.74 2401.76 2401.76 42.46 43.16 10.75 -43.41 850.23 843.82 0.00 9696.96 2.00
11:42:52 9 70.37 62.40 48.91 51.82 2401.85 2401.85 42.49 43.34 8.25 -43.41 850.23 843.49 0.00 9696.96 2.00
    
```

Advertencia:

Al inicio de cada experimento se debe verificar que los datos experimentales se estén

vaciando correctamente en la carpeta destino. Por otra parte, se puede emplear esta misma carpeta para colocar tanto las imágenes CCD tomadas con la cámara, así como las pantallas que se desean tomar a lo largo de la experimentación.

4 Finalización de las operaciones del HoSIER

El primer paso para la finalización de la experimentación consiste en cerrar la apertura del atenuador, el helióstato mandarlo a modo manual y colocarlo en 80° en elevación y 0° en azimut. Es importante por cuestiones de seguridad esperar a que el helióstato llegue a estos valores y una vez que se llega, se procede a apagar el cRIO del helióstato. Por último se procede a cerrar todos los programas del SCADA y hasta el final se cierra el programa principal. Es importante mencionar que es importante cerrar cada una de las ventanas con el botón interno de cerrado y no con la cruz de la ventana. Esto garantiza que todos los programas se cierran correctamente. Por último, se cierra el proyecto. En ningún momento salvar ninguno de los programas.

Advertencia:

Es importante apagar por completo el CRIO del Helióstato y mantener bajo llave el gabinete del control.

5 Referencias

Pérez-Rábago C.A., R. Guzmán-Galán, N. Flores-Guzmán, E. Brito, D. Marroqui-García, R. Pérez-Enciso, D. Riveros-Rosas, C.A. Arancibia-Bulnes, C.A. Estrada Control System for the High-Flux Solar Furnace of CIE-UNAM in Temixco, Mexico. First Stage, , SolarPaces Symposium, Granada, Spain.

Pérez-Enciso R., E. Brito-Bazan, C.A. Arancibia-Bulnes, D. Riveros-Rosas, C.A. Pérez-Rábago, J.J. Quiñones, C. A. Estrada, "Correction of the Concentrated Sunlight Spot' s Drift of the CIE-UNAM Solar Furnace", 2012, SolarPACES 2012 Symposium, Marrakech, Morocco.