

Capítulo 5

Pruebas del sistema

5.1. Funcionamiento del sistema

(Fotos del sistema en operación)

5.2. Pruebas de comunicación

Uno de los problemas mas complejos que se enfrento durante el desarrollo de esta Memoria fue el diseño e implementación de los sistemas de comunicación que permitieron establecer conexiones confiables y seguras entre las distintas componentes del sistema. De acuerdo al diseño planteado en el capítulo 4(4), se puede apreciar que la comunicación entre la componente de "Aplicaciones" y la de "Almacenamiento de datos" fue mas o menos trivial dentro de lo que se refiere a la comunicación Web en un sistema informático, sin embargo, al momento de interconectar las "Estaciones de medición" con el resto del sistema hubo que considerar muchas variables extras tales como: geográficas, ambientales y eléctricas.

Las estaciones al estar ubicados en lugares geográficos remotos en la mayoría de los casos no disponen de cables o conexiones a la red de datos. La señal de telefonía celular con buen soporte de datos no es de buena calidad en todos los lugares del país y con menor razón en lugares como el Desierto de Atacama(donde se ubica la planta), en medio de cordones montañosos e incluso en lugares mas aislados. Las estaciones según requerimientos debían disponer de un sistema de comunicación flexible que pudiese ser adaptado a todas las condiciones y dificultades anteriormente mencionadas, para esto se diseño se diseño un sistema

flexible, de forma que permite adaptar diferentes tecnologías de manera rápida y sencilla, sin embargo, para efectos prácticos de esta Memoria se implementaron dos módulos diferentes: Comunicación a través de Ethernet y comunicación vía módem de telefonía celular.

5.2.1. Comunicación de estación "VitacuraFCh" con "Servidor de datos" - Vía Ethernet

Una de las primeras actividades que se realizó en esta Memoria fue la interiorización con los equipos que componen las estaciones meteorológicas, esto involucro el aprender a utilizar elementos de hardware tales como el "datalogger" Campbell Scientific CR1000, módems de telefonía celular y otras interfaces de comunicación.

Para lograr que la estación se comuniquen de forma autónoma con el "Servidor de almacenamiento de datos" fue necesario escribir un programa para el "datalogger" que fuese capaz de realizar una petición GET a través del módulo "Campbell NL200" utilizando la implementación del protocolo TCP/IP de esta Interfaz. Para esto fue necesario conectar el módulo "NL200" a través de la interfaz "SCI/O" del "datalogger" y configurar el módulo para actuar en modo "bridge", esto permite una Comunicación transparente entre el "datalogger" y la red informática de Fundación Chile.

Esta modalidad del sistema de comunicación es bastante limitada ya que es necesario contar en los lugares de instalación de las estaciones con una infraestructura de red de datos informática, ya que a la estación se le debe proporcionar un punto de red vía cable de red.

Para verificar el estado de la conexión se exponen dos métodos, en primer lugar la conexión manual utilizando el software proporcionado por el fabricante "PC400", a través de este software establecemos una conexión "TCP/IP" utilizando la dirección IP asignada a la estación y realizamos una prueba de descarga de datos:

1. Ejecutar el PC400
2. Creamos una nueva conexión(Ver Fig:5.1)
3. En la sección "comunicación setup", seleccionamos el dispositivo "CR1000" y luego seleccionamos el tipo de conexión "Ip Port".
4. Ingresamos la dirección IP de la estación y finalizamos la configuración(Ver Fig:5.2).

5. En la pantalla principal, en el menú de la izquierda seleccionamos la nueva interfaz y presionamos el botón "connect"(Ver Fig:5.3)
6. Una vez establecida la conexión vamos a la solapa superior que dice "monitor data" y podemos observar los parámetros que la estación esta midiendo(Ver Fig:5.4).
7. Finalmente vamos a la solapa "collect data", presionamos en "collect" y esperamos a que se complete la descarga(Ver Fig:5.5).

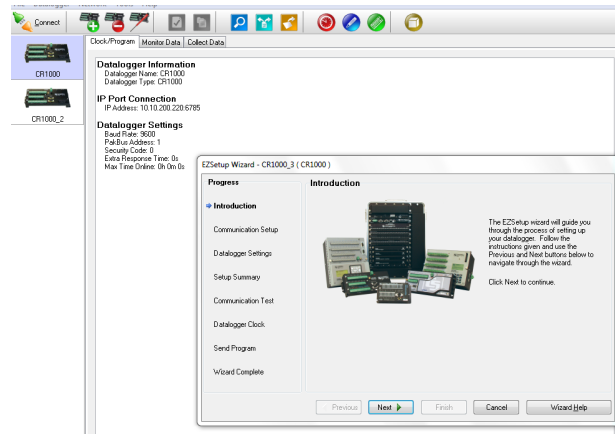


Figura 5.1: Crear nueva conexión

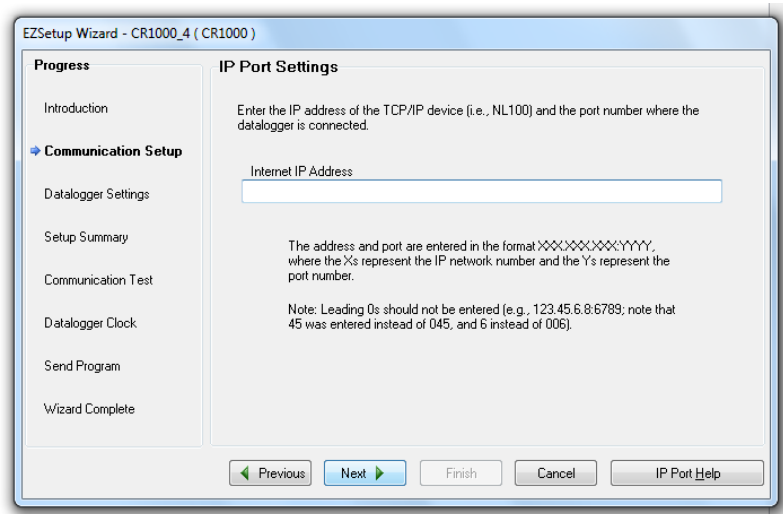


Figura 5.2: Ingresar dirección IP

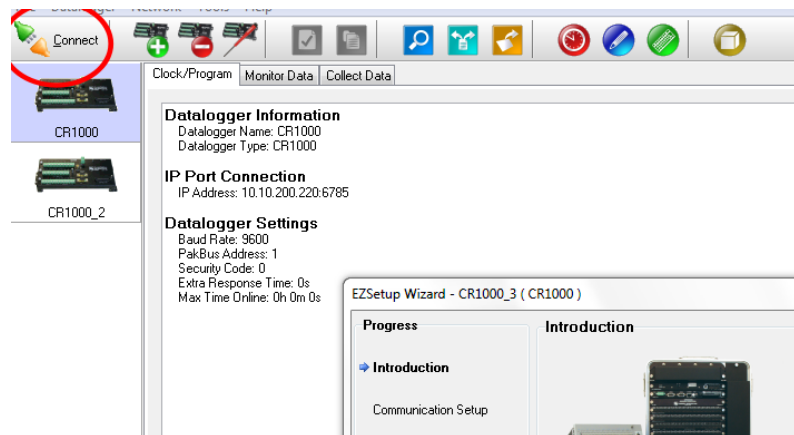


Figura 5.3: Estableciendo conexión

En segundo lugar se verifica la conexión autónoma desde la estación hacia la red de datos mediante la programación del datalogger(Ver Fig:??). En el se puede apreciar el registro del servidor Web Apache HTTPD cuando la estación realiza la petición GET.

RecNum	17387	varsGetRequest	3&rh=59.59748		
TimeStamp	-2012 21:38:52				
BattV	12,33				
ApogeeFCH	20,32				
SirMJ	Public.BattV: 12,33				
AirTC	14,93				
RH	59,60				
PTemp	0,00				
batt_volt	0,00				
socket	17.476,00				
serial	0,00				
GetRequest	748 HTTP/1.1				
GetResponse	type: text/html				
httpGetMsg					
ipServer	solaratacam.cl				

Figura 5.4: Monitores datos de estación

16805 of 86950 values collected
19%

Collect Data
What to Collect

☒ New data from datalogger
(Append to data files)

☐ All data from datalogger
(Overwrite data files)

Change Table's Output File...

Table	File Name
<input type="checkbox"/> Public	C:\Campbellsci\PC400\CR1000_3_Public.dat
<input checked="" type="checkbox"/> solarFch	C:\Campbellsci\PC400\CR1000_3_solarFch.dat
<input type="checkbox"/> Status	C:\Campbellsci\PC400\CR1000_3_Status.dat

Figura 5.5: Descarga de datos

```

ex20120712000001-18...e168%2e193%2e123.log  ex20120818000001-18...e168%2e193%2e124.log
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:30:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52434&radw=38.15991&radw2=0.08464306&airTc=8.417149&rh=82.88474 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:31:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52434&radw=38.33991&radw2=0.08504232&airTc=8.417149&rh=82.41073 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:32:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52434&radw=38.69991&radw2=0.08584084&airTc=8.383293&rh=82.64774 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:33:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52986&radw=39.23991&radw2=0.08703862&airTc=8.349434&rh=82.78317 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:34:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52986&radw=40.13991&radw2=0.08903492&airTc=8.349434&rh=83.62962 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:35:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52986&radw=41.39991&radw2=0.09182974&airTc=8.315574&rh=84.06978 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"
190.151.31.66 - - [17/Aug/2012:06:36:54 -0700] "GET www.solaratacam.cl/solarDatos/getDataLoggerFch.php?
battv=11.52986&radw=42.62991&radw2=0.09272916&airTc=8.315574&rh=85.06563 HTTP/1.1" 200 - "-" Mozilla/5.0"

```

Figura 5.6: Logs Apache HTTPD - Comunicación con estación meteorológica

5.2.2. Comunicación de "Planta Subsole" con "Servidor de datos" - Vía Módem telefonía celular

Este tipo de comunicación es el segundo método que se implementó en esta memoria y en comparación al método anterior es mucho mas flexible ya que es posible establecer comunicación con estaciones de forma inalámbrica en diferentes ubicaciones de la geografía nacional, incluso en lugares remotos donde es posible recibir señal de la red telefonía celular. Actualmente el desarrollo de esta tecnología en nuestro país, permite establecer comunicación en lugares bastante remotos como sectores montañosos en la cordillera o bien en medio del Desierto de Atacama.

Para testear la comunicación mediante este modulo de utiliza el software proporcionado por el fabricante del "datalogger", el "PC400" siguiendo los siguientes pasos:

- 1.
- 2.
- 3.

5.3. Verificación de datos

Una vez desarrollado el sistema con todas las aplicaciones que cubren los requerimientos planteados en la sección inicial(2) de esta memoria es necesario verificar que los datos capturados sea correctos y de la misma forma los cálculos a los que estos son sometidos. Ha quedado expresado en la sección de requerimientos que la confiabilidad de los datos así como del proceso de calculo es esencial en el funcionamiento del sistema, pequeños errores en el sistema de calculo podrían significar grandes errores en el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos, lo que podría traer con secuencia poco deseables a los actores de la RedSoILAC.

Adicionalmente es necesario mencionar que durante el desarrollo de esta memoria se creo un nuevo método de calculo que intenta mejorar sistemas anteriores por lo que es sumamente necesario comprobar y exponer las diferencias en los resultados obtenidos, así como de resaltar las mejoras que este nuevo método propone.

Los resultados obtenidos fueron comparados con diferentes fuentes de datos así como con frente modelos de cálculos, algunos de ellos, los mas relevantes, son presentados a continuación junto con el análisis correspondiente a las diferencias encontradas.

5.3.1. Comparación "solarCalc" con "Plataforma Web para sistemas térmicos"

La "Plataforma Web para sistemas térmicos" se presenta como el trabajo de Memoria de fin de título de magíster del ingeniero correferente de esta Memoria. Este trabajo es una de las bases con las cuales se diseño el sistema de calculo implementado en la calculadora. Para el proceso de verificación se utiliza una "macro en excluf" originada en dicho trabajo de título y los resultados entregados por la calculadora.

mediante este método se pretende verificar que la implementación de la calculadora sea correcta y entregue los valores esperados.

(tabla de datos)

5.3.2. Comparación "solarCalc" con "PVWatts"

"PVWatts" a la fecha de desarrollo de esta Memoria es el único software en formato Web existente que ofrece el servicio de calculo y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos que cuenta con información para algunas localidades en Latinoamérica. Sin embargo en su método de calculo implementa un modelo basado en la "media de la radiación mensual".

El objetivo de realizar esta comparación es exponer las diferencias que se generan por la utilización de los diferentes modelos de cálculo y verificar si las mejoras propuestas son significativas.

(tabla de datos)

5.3.3. Comparación "solarCalc" con "PVSist"

"PVSyst" es un software privativo, de uso profesional para el sector de la industria energética solar. Este software permite diseñar, estudiar, dimensionar y simular sistemas fotovoltaicos, con un método de calculo bastante complejo y cercano al funcionamiento real

de una planta solar fotovoltaica considerando complejas variables que influyen en el calculo, tales como el sombreado producido por los mismos módulos del sistema o la sombra generada por cerros cercanos a las instalaciones.

El objetivo de realizar esta comparación es verificar que tan cercano o confiable es el resultado obtenido por la calculadora y dimensionar la influencia de variables complejas.

(tabla de datos)

5.3.4. Comparación "solarcalc" con sistema fotovoltaico real

La ultima verificación a la cual se ha sometido la aplicación construida es una verificación empírica. Utilizando un sistema fotovoltaico en operación se ha obtenido una muestra de un día de mediciones, luego esta muestra se ha comprado con la predicción de la calculadora. Si bien la muestra obtenida en un día de prueba es poco significativo en comparación a los datos de todo un año sabemos que el comportamiento solar es cíclico y su unidad mas pequeña es un día, por lo que esta medición se puede comparar con el resultado de un mes en particular. Este resultado nos da una orientación respecto del máximo error cometido entre un sistema teórico de calculo y un sistema solar fotovoltaico operativos.

(tabla de datos)

5.3.5. Comparación de resultados