

3.1.3.2 Conexión del sistema

El conexionado eléctrico se encuentra dividido en dos secciones, conexionado interno y conexionado externo del tablero.

3.1.3.2.1 Conexión interno del tablero

En la figura 3.6 se muestra el conexionado eléctrico dentro del tablero:

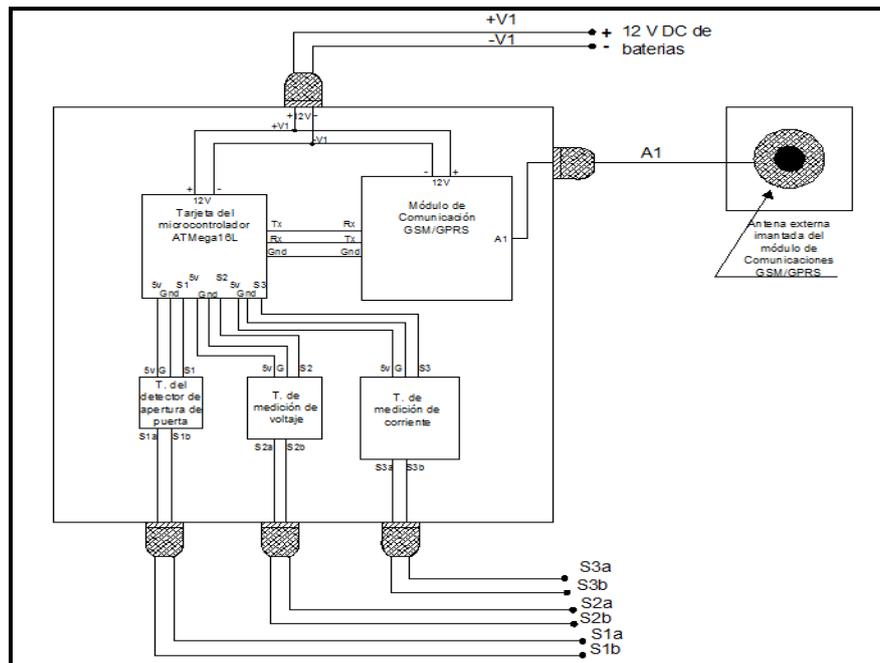


Figura 3.6 Conexión interna del tablero

3.1.3.2.2 Conexión externa del tablero

3.1.3.2.2.1 Medición de voltaje y corriente

En la figura 3.7 se muestra como irán conectados los terminales de la tarjeta de medición de voltaje (S2a y S2b) y de la tarjeta de medición de corriente (S3a y S3b) al sistema de carga del riogenerador.

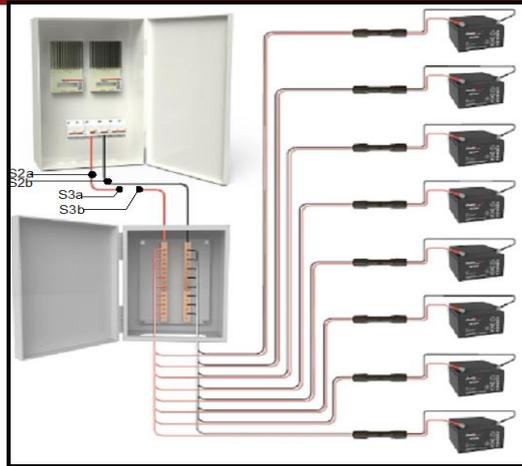


Figura 3.7 Conexión de las tarjetas de medición de corriente y de voltaje al sistema

De la figura 3.7 observamos lo siguiente:

- Los terminales correspondientes a la medición de corriente (S3a y S3b) se conectan en serie al cable de salida del tablero controlador de carga.
- Los terminales correspondientes a la medición de voltaje (S2a y S2b) se conectan en paralelo al voltaje de salida del regulador de carga.

3.1.3.2.2 Detector de apertura de puerta

En la figura 3.8 se observa el conexionado del detector magnético de apertura (S1a y S1b) a la puerta de ingreso. Una parte del detector es fijado al marco y la otra parte a la puerta, ambas partes son fijadas por tornillos.

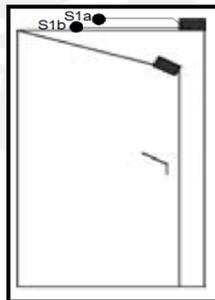


Figura 3.8 Conexión del detector de apertura de puerta

3.1.4 Aspectos de comunicación del lugar a instalar

Para comprobar que el módulo de comunicación GSM/GPRS funcione correctamente se deberá realizar una prueba de comunicación en el lugar donde será instalado. La prueba consiste en que el módulo GSM/GPRS ejecute ciertos comandos AT utilizando el hyperterminal de Windows. Los comandos se describen en la tabla 3.14.

Comando AT	Pregunta	Respuesta
AT+CREG?	¿El modulo está abonado a la red GSM?	-La primera cifra siempre es 0. -La segunda cifra puede ser: 0: Modem no registrado 1: Modem registrado 2: Modem en curso de registro 3 Registro de modem rechazado 4 Tarjeta SIM desconocida 5 Modem registrado por un operador extranjero
AT+CSQ	¿Cuál es la calidad de señal del dispositivo?	Primera cifra : -rssi: Indicador de cobertura <ul style="list-style-type: none"> • 0: -113 dBm o menos (No aceptable) • 1: -111 dBm (No aceptable) • 2 a 9: -109 a -95 dBm (No aceptable) • 10 a 19: -93 a -75 dBm (Aceptable) • 20 a 30: -73 a -53 dBm (Excelente) Segunda cifra: -ber: Tasa de error de bit <ul style="list-style-type: none"> • 99: No conocido o no detectable

Tabla 3.14 Comandos AT para realizar pruebas de comunicación con el módem

Para indicar que el módem se encuentra en buenas condiciones para trabajar en el lugar donde se va a instalar, se deberá obtener las respuestas del módem GSM/GPRS, como por ejemplo:

AT+CREG: 0,1
+CSQ: 18,9

Si luego de realizadas las pruebas mencionadas no se obtienen los valores adecuados, una forma de mejorar la recepción sería utilizando una antena externa GSM, la cual tendrá que ser montada en un lugar donde mejore la recepción.

3.1.5 Lógica del sistema

En los siguientes ítems se presenta la lógica del programa del microcontrolador, la lógica de la interfaz web y la lógica del programa de recepción y almacenamiento en la base de datos.

3.1.5.1 Lógica del programa del microcontrolador

El siguiente diagrama de flujo muestra la lógica del programa del microcontrolador.

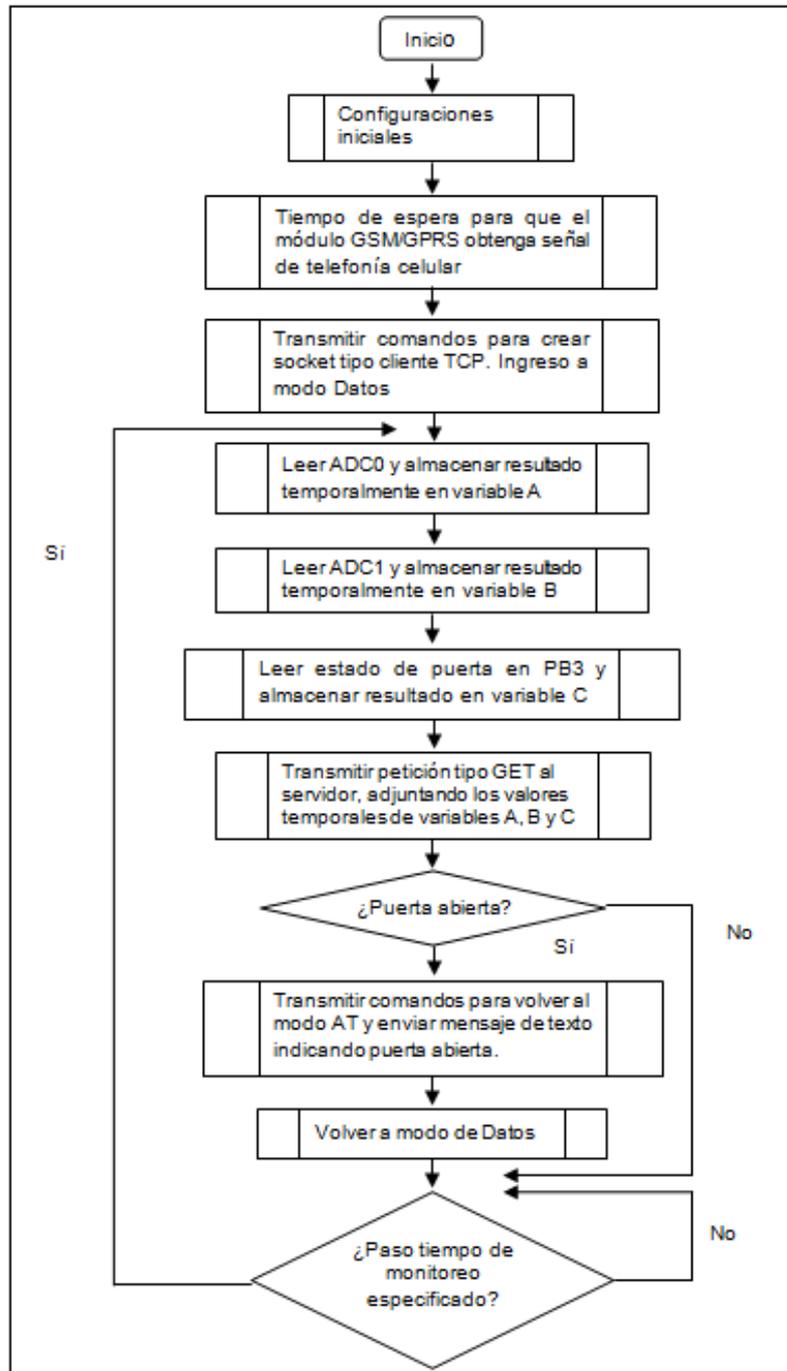


Figura 3.9 Diagrama de flujo del programa del microcontrolador

3.1.5.2 Lógica de la interfaz web

Los programas creados para la interfaz web se desarrollaron basándose en el siguiente diagrama de flujo.

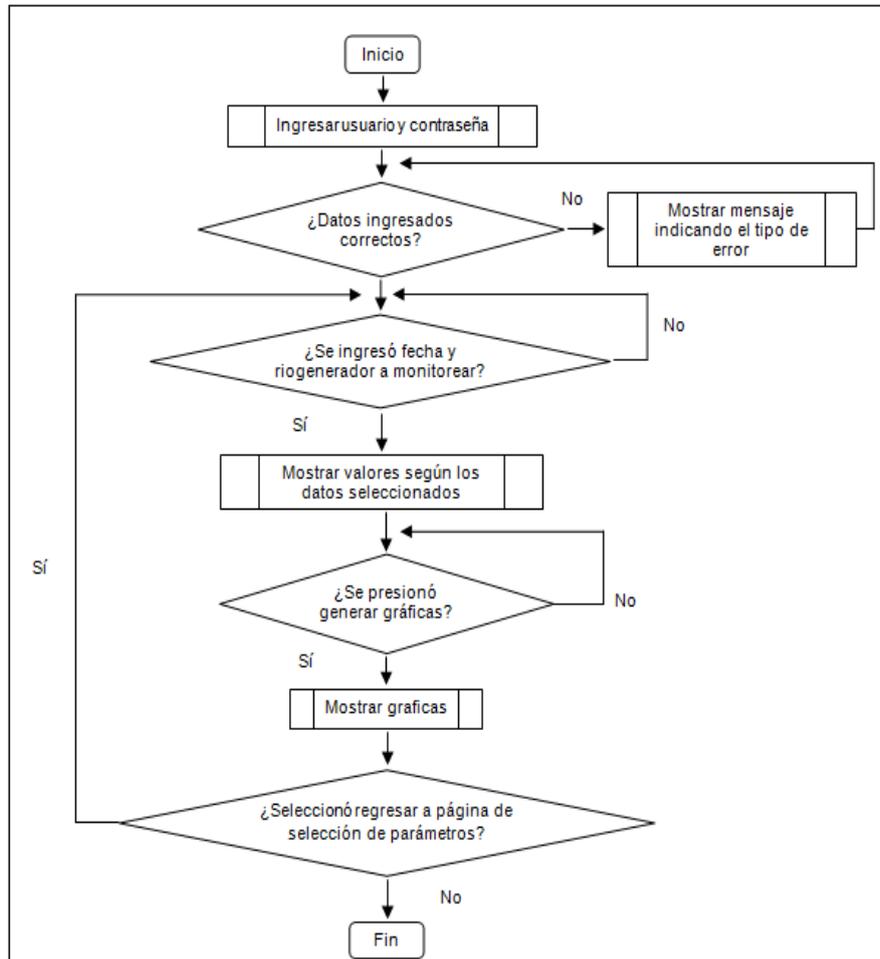


Figura 3.10 Diagrama de flujo de la interfaz web

3.1.5.3 Lógica del programa de recepción y almacenamiento en la base de datos.

En siguiente diagrama de flujo se muestra la lógica del programa encargado de recibir los datos monitoreados y almacenarlos en una tabla correspondiente a un riogenerador en una base de datos.

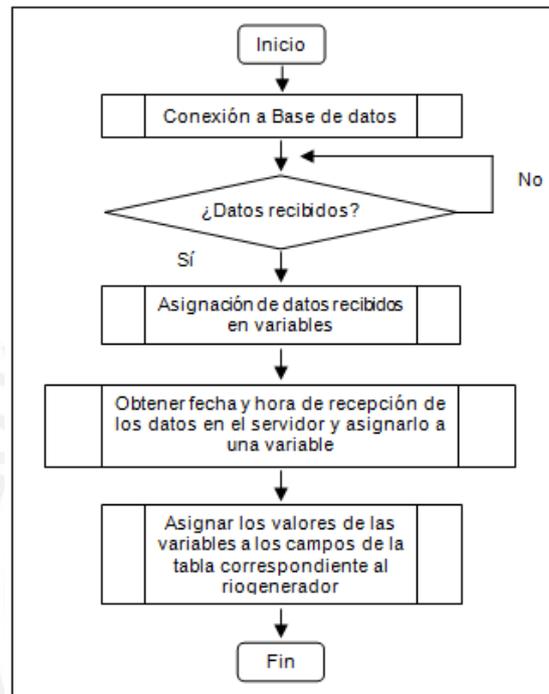


Figura 3.11 Diagrama de flujo del programa de recepción y almacenamiento en la base de datos.

3.1.6 Comandos AT utilizados

Los comandos AT son instrucciones transmitidas desde el microcontrolador hacia el módulo de comunicación GSM/GPRS por medio del USART. La trama para transmisión fue configurada de la siguiente forma:

- Velocidad de transmisión de 9600 bps
- 8 bits por carácter
- 1 bit de parada
- Sin paridad.

Los comandos utilizados en esta tesis han sido clasificados según la actividad a realizar. [12]

- **Envío de mensajes de texto SMS:** Para enviar un mensaje de texto a un teléfono celular se utilizó el siguiente comando:

-AT+CMGS: Este comando requiere de un número de teléfono celular al cual enviar el mensaje de texto. Luego de ingresar este comando con el número celular, se escribe el texto a enviar y se envía con las teclas Ctrl+Z.

- **Transmisión de datos por Internet:** En esta parte se tratará sobre los comandos utilizados para crear un socket tipo cliente TCP para transmitir datos por Internet.

Creación de un socket tipo cliente TCP

Haciendo uso de la aplicación WipSoft del módulo de comunicación GSM/GPRS se crea este tipo de socket. Los comandos utilizados se describen a continuación.

-AT+wopen=<mode>: Permite iniciar, detener, borrar y obtener información acerca de la aplicación actual.

-AT+wipcfg=<mode>: Dependiendo del modo seleccionado sirve para iniciar, detener, configurar el stack TCP/IP y mostrar la información de su versión actual.

-AT+wipbr=<cmd_type>, <bid>: Según como se configure este comando, se utiliza para seleccionar, iniciar o detener al portador seleccionado. Además es usado para configura las opciones del portador tales como APN (Access point name), nombre de usuario, contraseña, etc.

-AT+wipcreate=<mode>,<communication_index>[<localport>][<peerIP> <peerport>]: Crea los sockets tipo UDP, cliente TCP o servidor TCP, asociados con un índice especificado y a un servicio FTP/HTTP/SMTP/POP3.

-AT+WIPDATA=<protocol>, <idx>, <mode>: Lee/escribe desde/hacia un socket. En una ejecución exitosa de este comando, el UART cambia a modo de datos. Para regresar al modo AT se envía "+++" con un tiempo de guarda de un segundo entre los caracteres.

Petición de acceso a un servidor web

Para enviar los datos a internet se realiza una petición de tipo GET al servidor para conectarnos a una página web, esta página es la encargada de recibir los datos y almacenarlos en la base de datos del servidor. La petición de acceso tiene la siguiente forma:

-Get <ruta del programa>/<programa de recepción>?<variable>=<valor>

HTTP/1.1

Host: www.<midominio>.com



CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

Para comprobar que se hayan cumplido con los objetivos propuestos se sometió a distintas pruebas a los elementos del sistema. En la figura 4.1 se presenta un diagrama de bloques con los elementos utilizados en este capítulo.

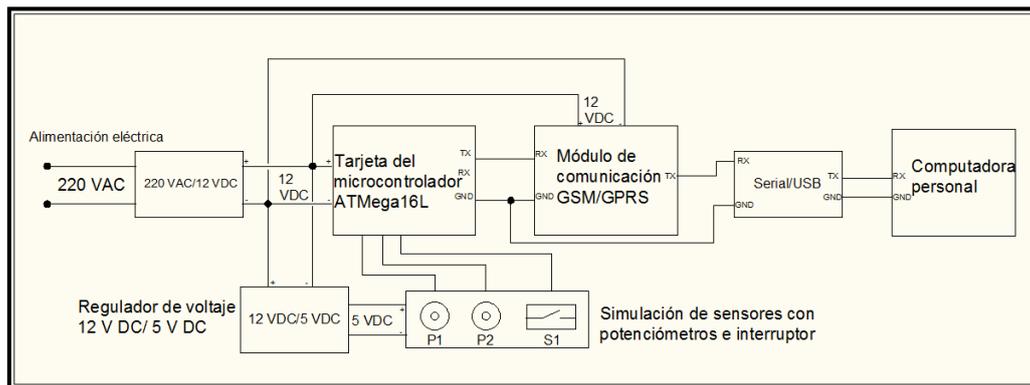


Figura 4.1 Diagrama del Hardware utilizado para realizar pruebas

Las pruebas a realizar se dividieron en tres partes. En la primera se realizaron pruebas conectando una computadora al módulo GSM/GPRS y a la tarjeta del microcontrolador para verificar la transmisión y recepción en estos equipos. En la segunda se interconectaron los dispositivos según la figura 4.1 con el fin de comprobar el funcionamiento del programa del microcontrolador y del programa de recepción de los valores monitoreados. Finalmente, en la última parte se comprobará el funcionamiento de la interfaz web desarrollada.

4.1 Pruebas de comunicación

En esta parte trataremos sobre las pruebas para verificar la transmisión y recepción del módulo de comunicación y del microcontrolador.

4.1.1 Módulo de comunicación GSM/GPRS

El módulo GSM/GPRS se conectó a una computadora a través de un convertor USB-Serial con la finalidad de transmitir los comandos AT y obtener sus respuestas. Para visualizar la comunicación se ejecutó el programa Hyperterminal de Windows donde este fue configurado según el formato de la trama de comunicación del módulo. Las

pruebas descritas enseguida presuponen que el módulo cuenta con el chip de datos Claro y que este se ha enlazado correctamente a la red de telefonía celular.

- **Soporte de comandos AT:** Al escribir el comando “AT” se obtuvo como respuesta “OK”, lo cual indica que el módulo sí soporta estos comandos.

```
at
OK
```

Figura 4.2 Respuesta del modulo de comunicación al comando AT

- **Envío de mensajes de texto:** Con el comando “AT+CMGS” se envió un mensaje de texto a un celular. En la figura 4.3 se muestra el comando y su respuesta.

```
at+cmgs=944618030
> Mensaje de prueba+
+CMGS: 111
OK
_
```

Figura 4.3 Comando AT para envío de mensaje de texto

- **Conexión a Internet:** Para conectarnos a Internet se tuvo que ingresar una secuencia de comandos, cuyo fin es crear un socket tipo cliente TCP para enviar peticiones de acceso al servidor web. La secuencia de comandos se muestra en la siguiente figura.

```
at
OK
at+wopen=1
OK
at+wipcfg=1
OK
at+wipbr=1,6
OK
at+wipbr=2,6,11,"claro.pe"
OK
at+wipbr=2,6,0,"claro"
OK
at+wipbr=2,6,1,"claro"
OK
at+wipbr=4,6,0
OK
at+wipcreate=2,1,"www.pucp.edu.pe",80
OK
+WIPREADY: 2,1
at+wipdata=2,1,1
CONNECT
_
```

Figura 4.4 Comandos AT para conectar al servidor de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

4.1.2 Tarjeta del microcontrolador ATmega16L

En este apartado se presentan los comandos que el microcontrolador transmite por su puerto serial.

- **Comandos AT para conectarse a Internet:** Estos comandos son los mismos que se presentaron anteriormente para conectar el módulo GSM/GPRS a Internet. En la figura 4.5 se muestran los comandos que envía el microcontrolador para lograr la conexión.

```
at+wopen=1
at+wipcfg=1
at+wipbr=1,6
at+wipbr=2,6,11,"claro.pe"
at+wipbr=2,6,0,"claro"
at+wipbr=2,6,1,"claro"
at+wipbr=4,6,0
at+wipcreate=2,1
at+wipdata=2,1,1
```

Figura 4.5 Comandos AT para conectarse a Internet transmitidos desde el microcontrolador

- **Valores leídos de los sensores:** Por medio de una petición de tipo GET, el microcontrolador transmite los valores relacionados a sus sensores hacia el programa de recepción almacenado en el servidor. En la figura 4.6 se muestra la petición que incluye los valores mencionados almacenados en las variables estado, estado1 y estado 2.

```
get /datos/romero/proyecto_tesis2/enviando.php?estado=63&estado1=119&estado2=0 HTTP/1.1
```

Figura 4.6 Petición Get transmitida por el microcontrolador

- **Envío de mensaje de texto:** Mientras el voltaje del pin PB3 sea 5 V DC el microcontrolador no transmitirá el comando AT para envío de mensaje de texto. Sin embargo, si ocurre un cambio de voltaje a 0 V DC en PB3, se enviará el mensaje de texto indicando: "Alerta: Puerta abierta".

```
+at+cmgs=944618030
+!erta: Puerta abierta!
at+wipdata=2,1,1
```

Figura 4.7 Transmisión de mensaje de texto desde el microcontrolador y retorno al modo de Datos

4.2 Pruebas de los circuitos de los sensores

Las pruebas realizadas sobre los 3 circuitos de los sensores se dividen en dos partes. La primera consiste en obtener la variación de salida frente a la variación del parámetro de entrada del circuito. La segunda radica en obtener el número digital que transmite el microcontrolador por su puerto serial. Para esta última prueba, en el caso de los sensores eléctricos, además de los circuitos implementados se utilizó un par de potenciómetros a fin de simular el voltaje de salida para cada sensor. La finalidad de utilizar dos potenciómetros para cada sensor radica en asegurar que el conversor ADC del microcontrolador genere un valor digital de 1023 para 5 V DC y un valor digital de 0 para 0 V DC. Asimismo, en esta última prueba se utilizó el programa Hyperterminal para visualizar los valores digitales obtenidos.

4.2.1 Circuito del sensor de voltaje

En la figura 4.8 se muestra el sensor de voltaje con el fin de realizar las pruebas mencionadas antes.

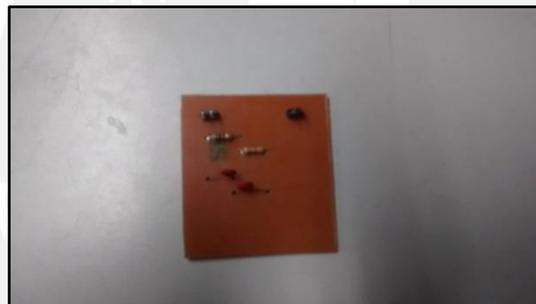


Figura 4.8 Fotografía del circuito para medición de voltaje DC

- **Voltaje de entrada y voltaje de salida**

En la tabla 4.1 se muestran los valores del voltaje de salida frente a la variación de la señal de entrada.

<i>Voltaje de entrada (VDC)</i>	<i>Voltaje de salida (VDC)</i>
0.01	0
10.01	1.64
20.00	3.28
30.01	4.90

Tabla 4.1 Voltaje de entrada y voltaje de salida del sensor de voltaje

- **Valores digitales obtenidos**

Con el fin de obtener los valores digitales para distintos voltajes de salida del sensor, se simuló la variación de este voltaje modificando la resistencia en los potenciómetros.

La variación del voltaje en el segundo potenciómetro se conecta al canal 0 del ADC del microcontrolador ATmega16L. En la siguiente tabla se muestran los valores digitales para distintos voltajes.

Variación de Voltaje (V DC) Pot. 1	Valor digital
0	0
1.25	255
2.50	511
4.99	1020

Tabla 4.2 Valores digitales para distintos voltajes de salida del sensor de voltaje

- **Error obtenido**

El error obtenido al aplicar valores de voltaje de entrada se muestra en la tabla 4.3

Voltaje patrón	Voltaje del sensor	Error relativo porcentual
0	0	0
12.01	12.10	0.75
23.98	24.18	0.83

Tabla 4.3 Error obtenido del circuito de medición de voltaje

4.2.2 Circuito del sensor de corriente

En la figura 4.9 se muestra el circuito implementado para medir la corriente entre el regulador de carga y las baterías del riogenerador.



Figura 4.9 Fotografía del circuito para medición de corriente

- **Corriente de entrada y voltaje de salida**

En la tabla 4.4 se muestran el voltaje de salida del circuito cuando se conectó en serie distintas cargas al sensor.

<i>Corriente de entrada (A DC)</i>	<i>Voltaje de salida (V DC)</i>
0	0
4.9	0.19
6.3	0.25
8.1	0.32

Tabla 4.4 Voltaje de salida frente a variaciones de corriente de entrada del circuito de medición de corriente.

- **Valores digitales obtenidos**

Además de los voltajes de salida mostrados en la tabla 4.3, se simuló por medio de potenciómetros a voltajes de salida de 0 a 3.2 V DC correspondientes al rango esperado de medición del riogenerador (0 a 80 A DC), con la finalidad de obtener sus valores digitales.

<i>Variación de voltaje (V DC) Pot. 2</i>	<i>Valor digital</i>
0	0
0.82	169
1.61	328
2.40	489
3.18	650
4.99	1020

Tabla 4.5 Valores digitales para distintos voltajes de salida del circuito de medición de corriente

- **Error obtenido**

El error obtenido al aplicar ciertos valores de corriente de entrada se muestra a continuación.

Corriente patrón	Corriente del sensor	Error relativo porcentual
0	0	0
4.90	4.93	0.61
9.23	9.29	0.65

Tabla 4.6 Error obtenido del circuito de medición de corriente

4.2.3 Circuito del detector de apertura de puerta

El circuito para el detector de apertura de puerta se muestra en la siguiente figura.

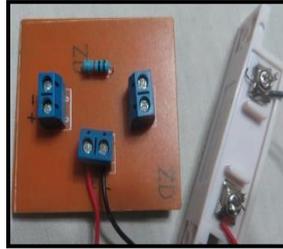


Figura 4.10 Fotografía del circuito para el detector de apertura de puerta

Mientras las dos partes del detector estén juntas, el voltaje en PB3 se mantiene en 0 V DC, pero si las partes se separan, el voltaje cambia a 5 V DC. Además en el programa de recepción del servidor web se recibe un 0 ó un 1, cuando las dos partes están juntas o separadas respectivamente.

4.3 Pruebas del programa del microcontrolador y del programa de recepción en la base de datos.

Para comprobar el funcionamiento de ambos programas se utilizaron los siguientes elementos:

Módulo de comunicación GSM/GPRS, tarjeta del microcontrolador ATmega16L, circuitos para simulación del voltaje de salida de los sensores, conversor Serial-USB y una computadora con conexión a Internet.

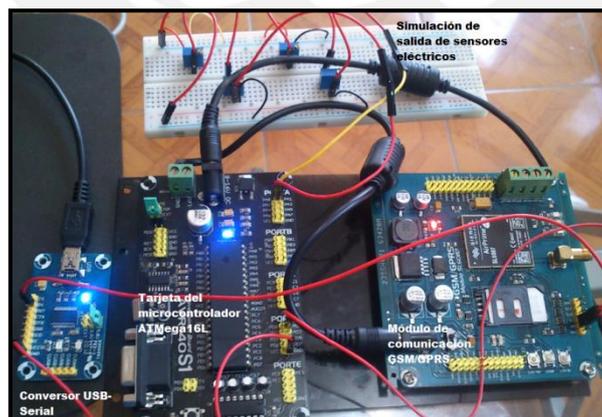


Figura 4.11 Fotografía del módulo GSM/GPRS, tarjeta del microcontrolador, conversor Serial-USB y el circuito para simulación de salida de los sensores eléctricos.

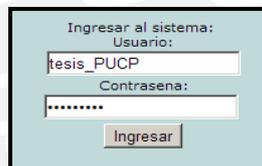
Para verificar el programa del microcontrolador se conectó sus pines TX y GND del con los pines RX y GND del módulo GSM/GPRS. Asimismo, los pines de transmisión y de tierra (TX y GND) del módulo GSM/GPRS se conectaron a una computadora por

medio de un conversor Serial-USB. Luego de realizar las conexiones respectivas se ejecutó el Hyperterminal a fin de visualizar la secuencia de los comandos utilizados y sus respuestas respectivas. Adicionalmente, para constatar el programa de recepción en el servidor se modificó los valores de los voltajes de entrada de los canales 0 y 1 del ADC y también el voltaje en PB3, con la finalidad de observar estos cambios en la interfaz web. Estas pruebas han sido registradas en dos videos que se encuentran en el CD que está adjunto a esta tesis.

4.4 Pruebas de la interfaz Web

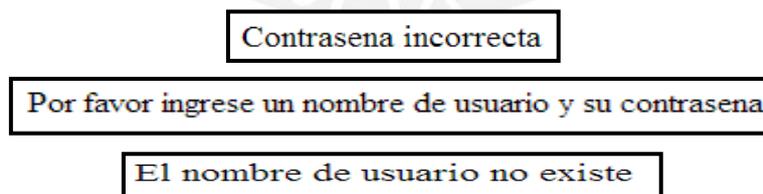
Las pruebas realizadas y los resultados obtenidos se muestran a continuación:

- **Validación de usuario y contraseña:** Consiste en ingresar el nombre de usuario y la contraseña para iniciar sesión. En la figura 4.12 se muestran los campos de texto donde el usuario deberá ingresar su nombre de usuario y su contraseña. Si alguno de los datos ingresados fuera incorrectos se mostrar un mensaje indicando el tipo de error cometido. En las figura 4.13 se muestran los mensajes que la interfaz genera en caso de no ingresar los datos correctos. Finalmente, en la figura 4.14 se muestra la siguiente página web a la que el usuario es direccionado en caso de que se haya iniciado sesión.



Ingresar al sistema:
Usuario:
tesis_PUCP
Contraseña:
.....
Ingresar

Figura 4.12 Campos de texto: nombre de usuario y contraseña



Contraseña incorrecta

Por favor ingrese un nombre de usuario y su contraseña

El nombre de usuario no existe

Figura 4.13 Mensajes de error cuando los datos ingresados son incorrectos

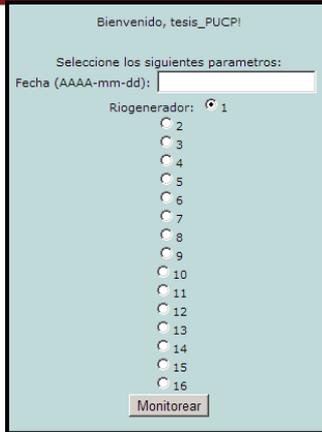


Figura 4.14 Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña correctos.

El nombre de usuario y la contraseña son verificados de la tabla “Login” de la base de datos del sistema. En la figura 4.15 se observan los nombres de usuario y contraseña válidos para iniciar sesión.

<<T>>	id	usuario	password
<input type="checkbox"/>	1	tesis_PUCP	tesis
<input type="checkbox"/>	3	tesis	tesis

Figura 4.15 Nombres de usuarios y sus contraseñas para iniciar sesión.

- **Ingreso de fecha y selección de riogenerador:** Esta página web consiste en ingresar una fecha en la que se desea ver los valores monitoreados del riogenerador a seleccionar. En la figura 4.16 se muestra la interfaz de esta página donde se deberá ingresar la fecha y seleccionar el riogenerador del cual se desea observar sus parámetros. Luego de ingresar una fecha donde sí se registraron datos se mostrará todos los registros almacenados en ese día (figura 4.17).

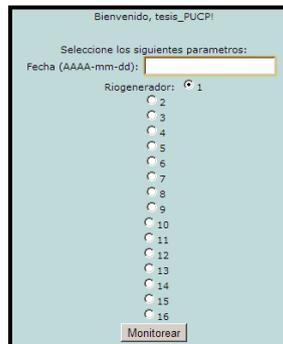


Figura 4.16 Interfaz para ingreso de fecha y selección de riogenerador.

Bienvenido, tesis!

Riogenerador PUCP

Voltaje	Corriente	Puerta	Fecha/Hora
12.3046875	9.765625	0	2015-06-15 09:30:00
12.3046875	10.15625	0	2015-06-15 09:31:00
12.5390625	10.3125	0	2015-06-15 09:32:00
12.890625	10.9375	0	2015-06-15 09:33:00
13.06640625	11.25	0	2015-06-15 09:34:00
13.125	11.640625	0	2015-06-15 09:35:00
13.18359375	11.5625	0	2015-06-15 09:36:00
13.4765625	12.03125	0	2015-06-15 09:37:00
13.388671875	12.421875	0	2015-06-15 09:38:00
13.4765625	12.5	0	2015-06-15 09:39:00
13.53515625	12.890625	0	2015-06-15 09:40:00
13.4765625	10.9375	0	2015-06-15 09:41:00
13.828125	11.328125	0	2015-06-15 09:42:00
14.00390625	11.796875	0	2015-06-15 09:43:00
13.76953125	11.5625	0	2015-06-15 09:44:00
13.76953125	11.5625	0	2015-06-15 09:45:00
13.4765625	10.78125	1	2015-06-15 09:46:00
13.330078125	10.15625	0	2015-06-15 09:47:00
13.65234375	11.09375	1	2015-06-15 09:48:00
13.828125	11.5625	0	2015-06-15 09:49:00
13.2421875	11.953125	0	2015-06-15 09:50:00

Figura 4.17 Parámetros registrados en el día de la fecha ingresada.

- Generación de gráficas:** En la página web donde se muestra la tabla con los valores monitoreados, también se cuenta con un botón para generar gráficas. Ambas gráficas muestran los valores de voltaje y corriente almacenados en la tabla de la base de datos en función del momento del día en el que los datos fueron recibidos en el servidor. En la siguiente figura se muestran las gráficas de voltaje y corriente generadas.

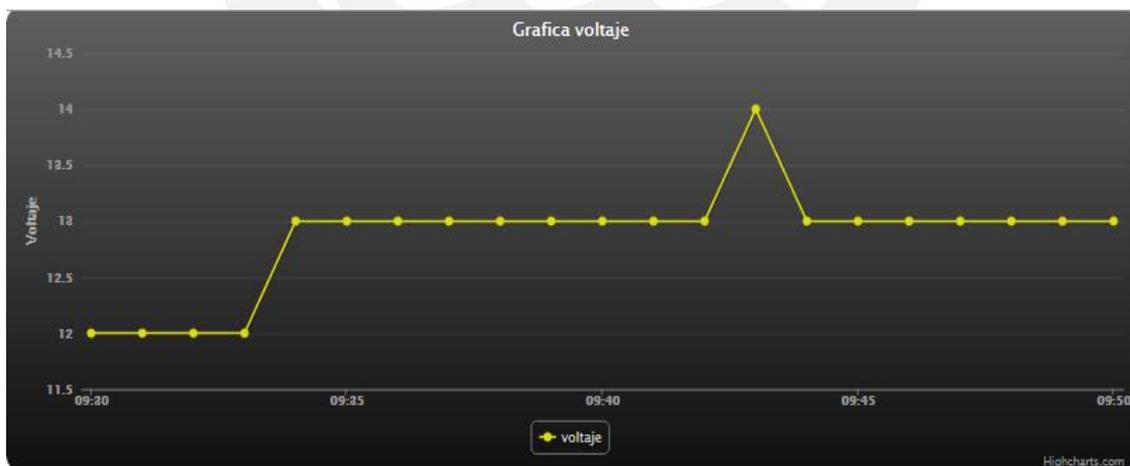




Figura 4.18 Graficas de voltaje y corriente generadas



4.5 Presupuesto del diseño

En la tabla 4.7 se realizará un resumen de los componentes del diseño desarrollado junto a sus precios aproximados respectivos. Los precios han sido tomados de fuentes tales como el mercado local y tiendas virtuales.

Componente	Precio aproximado (S/.)
Tarjetas electrónicas	
Módulo de comunicación GSM/GPRS	220
Tarjeta del microcontrolador	35
Tarjeta del sensor de voltaje	15
Tarjeta del sensor de corriente	60
Tarjeta del detector de apertura de puerta	20
Sistema fotovoltaico	
Batería tipo GEL	610
Panel fotovoltaico	370
Regulador de carga	140
Soporte para panel fotovoltaico, soporte para batería, tablero de regulador y accesorios	300
Interfaz web	
Dominio web	38 / año
Alojamiento web	120 / año
Tablero del alojamiento del sistema de monitoreo	
Tablero Hoffman y accesorios	250
Plan de datos Claro	
Chip Claro	15
Paquete de datos	300 / año
Mano de obra	
Instalación	500
Capacitación (8 horas)	400
Viáticos	500
Trabajo de ingeniería	
Diseño realizado	2000
Costo total	5893

Tabla 4.7 Costo del diseño del sistema de monitoreo

CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de monitoreo a distancia de parámetros eléctricos como voltaje y corriente, tomando como referencia el voltaje y la corriente de salida de un regulador de carga perteneciente a un riogenerador PUCP.
- Se comprobó de forma satisfactoria que el programa ejecutado por el microcontrolador transmite los comandos necesarios para enviar mensajes de texto, conectarse a Internet y realizar peticiones de acceso a una página web. Además, en cada petición realizada se adjuntaron los valores almacenados en sus variables obtenidas a partir de la simulación de los sensores.
- Se dimensionó un sistema fotovoltaico para mantener constantemente cargada la batería del sistema de monitoreo. El sistema dimensionado podría ser instalado junto al sistema de monitoreo en una localidad que cuente con un riogenerador en la ciudad de Cusco.
- Se generó una alarma hacia un teléfono celular por medio de un mensaje de texto, en el cual se indicaba que la puerta se encontraba abierta. Por practicidad se eligió simular el estado del detector de apertura de la puerta realizando un cambio de voltaje de 5 V DC a 0 V DC en el pin PB3 del microcontrolador.
- Se simuló las salidas de los circuitos de medición de voltaje y corriente por medio de la variación de la resistencia en dos potenciómetros. Las variaciones de voltaje se conectaron a los canales 0 y 1 del ADC del microcontrolador. Mediante estas variaciones de voltaje en los canales del ADC se comprobó las variaciones de los valores en la tabla de la interfaz web.
- Se desarrolló una interfaz web en la cual se pueden visualizar los parámetros que fueron transmitidos desde el microcontrolador.

RECOMENDACIONES

- Analizar otras aplicaciones se pueden implementar utilizando el módulo de comunicación GSM/GPRS para integrarlo al sistema de monitoreo actual.
- En el caso de que se requiera una mayor seguridad contra robos, se podría instalar dentro de la casa algunos de los siguientes elementos: sensor de movimiento, detector de humo y sirenas.
- Mejorar la seguridad de la interfaz web desarrollada para que sea de uso exclusivo para los encargados de los riogeneradores.
- Programar al microcontrolador de tal forma que el sistema de monitoreo sea bidireccional, con la finalidad de manipular de forma remota a algunos elementos que se encuentren dentro de la casa de fuerza.
- Adquirir un alojamiento web para futuras ampliaciones de la interfaz.
- Realizar pruebas a los sensores para comprobar que la desviación del error no exceda al 3%. En el caso de que el error sea mayor se requerirá realizar una calibración del sistema de medición.

BIBLIOGRAFÍA

[1] ABB

2011 “Technologies for measuring current and voltage”. Technical Catalogue. Current sensors-Voltage sensors. Francia, 2011, pp. 4-11.

Consulta: 25 de agosto del 2012

<[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/178528477d112c9bc12578c70042fa4e/\\$file/1sbc140152c0203%20-%20cat%20capteurs-br.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/178528477d112c9bc12578c70042fa4e/$file/1sbc140152c0203%20-%20cat%20capteurs-br.pdf)>

[2] DE SIMÓN AGUADO, Guillermo

2009 “Diseño e implementación de una pasarela GPRS/UMTS de bajo coste para la conectividad IPV6 en redes inalámbricas de sensores”

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8391/1/PFC_GdeSimon.pdf>

[3] DEVELOPERS HOME

Introducción al modem GSM. Consulta: 02 de octubre del 2012.

<<http://www.developershome.com/sms/GSMModemIntro.asp>>

[4] GRUPO PUCP

-2011 “Interconexión energética a través de RIOGENERADORES PUCP”.

América renovable. Lima, 2011, 14, pp. 51-55.

Consulta: 25 de agosto del 2012.

<<http://gruporural.pucp.edu.pe/descargas/documentos/revista-america-renovable.pdf>>

-Manual del Riogenerador PUCP

<http://www.garciamiguel.com/2012/10/blog-post_13.html>

[5] HOFFMAN ONLINE

Productos para montaje en pared

<http://www.hoffmanonline.com/product_catalog/section_detail.aspx?cat_1=34&cat_2=299145&selectCatID=299145&catID=299145&itemID=301484>

[6] JUSTO TORRES, Ray A.

2010 “Diseño, desarrollo e implementación de una aplicación web-map para la visualización y consulta de los proyectos ejecutados por Auding-Intraesa S.A.” Tesis de Maestría en Tecnologías de la Información. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Geografía.

[7] KALPAKJIAN, Serope- SCHMID, Steven

2002 MANUFACTURA Ingeniería y tecnología. Cuarta edición. México: Prentice Hall. Consulta: 25 de agosto del 2012.

[8] MCGRAW-HILL

Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

<<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/84448171691.pdf>>

[9] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

-2008 “Estudio del plan maestro de electrificación rural con energía renovable en la república del Perú”. Lima

<http://dger.minem.gob.pe/archivos/PlanMaestro_ER_Resumen.pdf>

-Curso virtual a distancia y manual digital de instalación y mantenimiento de equipos fotovoltaicos

<<http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/uso/4/04/imnicio.html>>

[10] ORDINOLA CASTILLO, Mario Alfonso

2009 “Diseño de un sistema de control de energía eléctrica en comunidades campesinas.”

Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Electrónica. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

[11] PRATT, Hugo

2007 Separatas del curso de Sistemas Digitales. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

[12] WAVECOM OPEN AT

Guía de usuario de comandos AT para Wavecom IP V5.1

<http://www.embeddedarm.com/documentation/third_party/ts_gsm1_AT_commands_user_guide_wavecom_ip_v5.01.pdf>

[13] ZEBALLOS CHONG, Aldo Carlo

2011 “Diseño e implementación de un sistema domótico de seguridad inalámbrica para un laboratorio de telecomunicaciones”. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Electrónica. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.