

PROCESAMIENTO DE MEDICIONES DE POTENCIA ELÉCTRICA EN PEQUEÑOS SISTEMAS EÓLICOS DOMICILIARIOS

R.Oliva ^(*,§), N.Cortez ^(*), R. D. Jones ^(**).

^(*)Area Energías Alternativas, Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA)

Lisandro de la Torre 1070 - 9400 Río Gallegos - Santa Cruz TE 02966 442317/19 int 21, email: micro-en@unpa.edu.ar

^(**) Centro Regional de Energía Eólica – Dirección General de Energías Renovables (Rawson, Chubut)

^(§) L&R Ingeniería (Río Gallegos, Santa Cruz)

RESUMEN: El presente trabajo expone el procesamiento de mediciones de potencia eléctrica (tanto en generación como consumo) en pequeños sistemas eólicos domiciliarios en ubicaciones remotas de Patagonia Sur (Chubut). Se han tomado como base los sistemas instalados en el marco del Proyecto Piloto PERMER (2005-2007). Este tipo de sistemas, aunque sólo suministra tensión continua y una potencia limitada, ofrece una solución para muchos usuarios de escasos recursos cuyos principales consumos se restringen a iluminación y comunicación radial. Para la selección de dichos usuarios se realizó un intenso trabajo previo de tipo multidisciplinario en las zonas seleccionadas (Comunidad de Pocitos de Quichaura y Costa de Ñorquínco, NO de Chubut). En solo 3 de los 115 usuarios definidos para el Proyecto Piloto se instalaron sistemas completos de relevamiento que incluían adquirentes de energía, potencia, tensión de baterías y datos meteorológicos (uno de los equipos relevaba la curva de potencia del aerogenerador). Las series de tiempo recolectadas desde fines de 2006 a mediados de 2007 se analizaron a través de un programa generador de bases de datos, y se presentan aquí algunos resultados preliminares de dicho análisis.

Palabras clave: energía eólica, mediciones, sistemas domiciliarios, adquisición de datos.

INTRODUCCION

La utilización de sistemas eólicos domiciliarios para aplicaciones de carga de baterías en puntos aislados de baja potencia se ha visto impulsada a través de programas con apoyo internacional como el PERMER (Proyecto de Electrificación Rural con Energías Renovables, con financiamiento del GEF y el Banco Mundial). El apoyo gubernamental provincial ha sido muy importante en Chubut a través del Centro Regional de Energía Eólica (CREE, 2006) (dependiente de la Dirección General de Energías Renovables de la Provincia) que ha tenido un protagonismo central en la implementación de estos programas. Esta región cuenta con una importante densidad de comunidades unifamiliares rurales y escuelas aisladas. Para las comunidades unifamiliares, el Proyecto Piloto definió la instalación de sistemas exclusivamente en 12VCC para cargas de iluminación con una potencia limitada a 600W. El almacenamiento se realiza en baterías de plomo de 12V/225Ah de tipo ciclo profundo. Para el caso de escuelas, puestos sanitarios y otras aplicaciones que requieren mayor potencia, las instalaciones se realizan mayormente con inversores de 24 o 48VCC a 220VCA, para potencias mayores hasta los 10kW, aunque estas aplicaciones se realizan por fuera del Proyecto Piloto PERMER.

EQUIPAMIENTO INSTALADO

Los sistemas instalados en las zonas indicadas en el noroeste del Chubut permiten obtener valores de operación de los sistemas eólicos domiciliarios, y controlar el funcionamiento del sistema. En la Figura 1 pueden observarse dos de esas instalaciones, y en la Figura 2 un diagrama general de estos sistemas.



Figura 1 - Fotos de las Instalaciones en Pocitos de Quichaura (izq) y Ñorquínco (der.) en Chubut

Los sistemas DL2/12 cumplen las mediciones a intervalos de 1 minuto (configurable a 10min ó mas) requeridas por las especificaciones del PERMER. Sus características internas son similares a las del equipo de curva de potencia denominado PWRC/12 (Oliva, 2007), aunque no incluyen la lectura de datos meteorológicos vía RS485 (Oliva y Cortez, 2007). El equipo comparte una placa de sensores de efecto Hall (con buffers duales) con el PWRC/12. Pueden instalarse individualmente, en conjunto o removerse totalmente, sin afectar el funcionamiento del WHS.

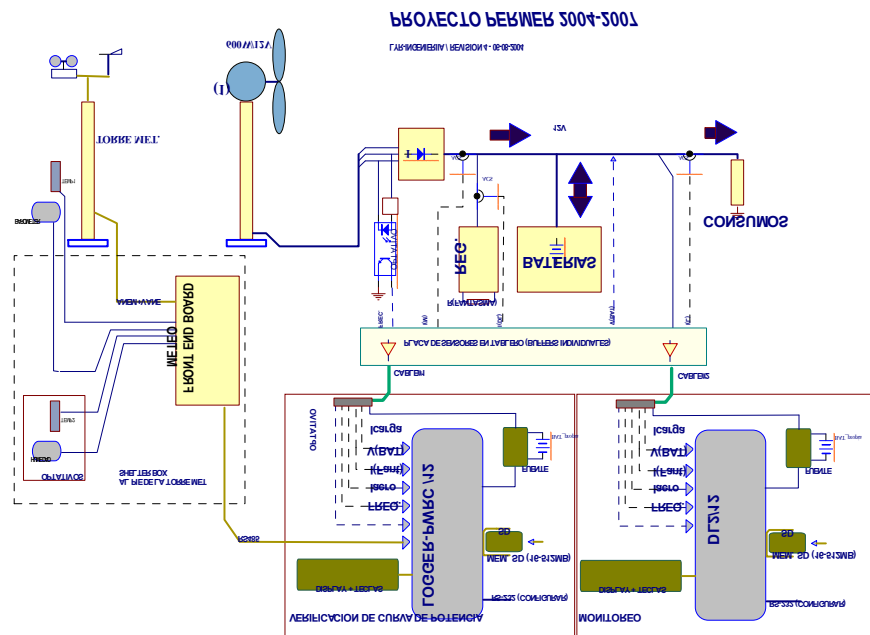


Figura 2 Distribución de equipos de Medición instalados en Pocitos de Quichaura y Costa de Ñorquingo.

Los equipos DL2/12 instalados permiten configurar la prueba vía USB con una PC portátil, indicando Sitio, Nombre, N° de estación y otras características que se almacenan en memoria no volátil, y realizar un lanzamiento de la prueba. Dentro de los parámetros leídos se cuentan las corrientes del Aerogenerador (Iaero), corriente suma (Isigma), corriente de carga dividida en corriente de Iluminación (IL1), corriente de tomas de 12V (IL2, – ej. para radio), Tensión batería principal (VB) y auxiliar (Vbi). Se computan internamente las potencias en forma instantánea, y los Promedios, Desvío Standard, Máximo y Mínimo de cada canal, pudiendo verse dichos valores en un display LCD de 4x20 alfanumérico. El sistema lleva un registro del desarrollo de la prueba. También almacena horas desde inicio / horas de operación, almacenando en tarjeta tipo SD (Secure Disk) un archivo (identificado con fecha de lectura) compatible con planilla de cálculo y con el software DLogger v3.2. Asimismo, se almacenan eventos en la tarjeta SD. Si el equipo deja de estar energizado o la tensión de las baterías interna y externa es inferior a un parámetro ajustable de tensión, se corta la prueba. Al reiniciarse, el sistema retoma desde la hora actual, recupera el nombre del archivo si la prueba ya estaba lanzada y recommienza en el N° de registro siguiente al último.

Una vez recolectados los archivos, puede realizarse su procesamiento con planillas de cálculo convencionales, o alternativamente con el software DLogger 3.2 provisto (Vallejos, 2006) (Figura 3). Este último tiene la ventaja de permitir acumular las series de tiempo en bases de datos de formato texto convencional (DBase). Esta posibilidad facilita el tratamiento de archivos extensos y la construcción de gráficas de las series de tiempo. Como desventaja del sistema, en las primeras versiones se observó una gran lentitud en el procesamiento de los datos, sobre todo en archivos con registros cada 1 min (en cuestión de semanas se acumulan archivos de 40MB o más).

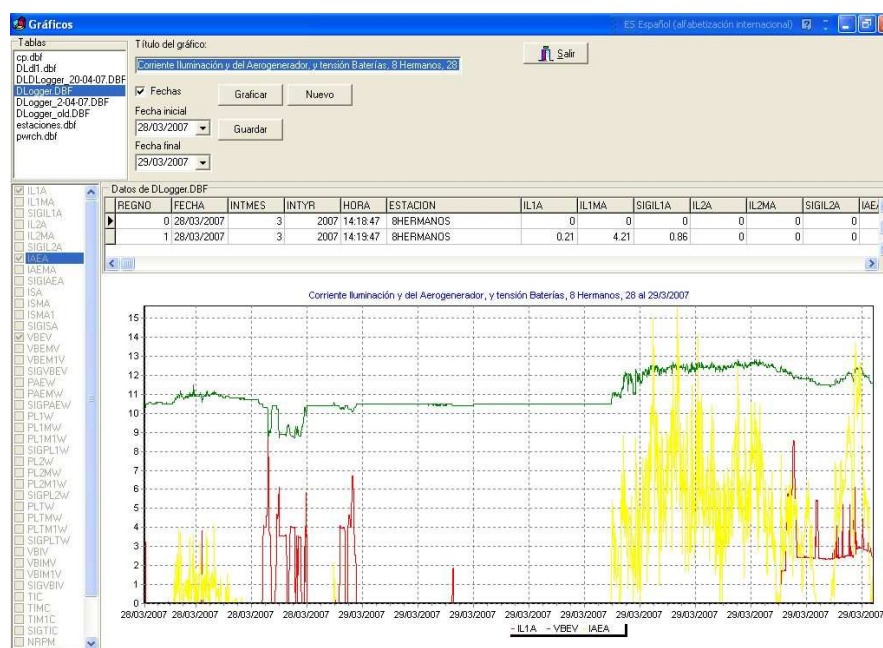


Figura 3 – Software DLogger 3.2 en graficación: Corrientes de carga y de aerogenerador, tensión de banco.

NRO_REG

FECHA

HORA

IL1A

IL1MA

SIGIL1A

IL2A

IL2MA

SIGIL2A

IAEA

IAEMA

SIGIAEA

ISA

ISMA

ISMA1

SIGISA

VBEV

VBEMV

VBEM1V

SIGVBEV

PAEW

PAEMW

SIGPAEW

PL1W

PL1MW

PL1M1W

SIGPL1W

PL2W

PL2MW

PL2M1W

SIGPL2W

PLTW

PLTMW

PLTM1W

SIGPLTW

VBIV

VBIMV

VBIM1V

SIGVBIV

TIC

TIMC

TIM1C

SIGTIC

NRPM

NMRPM

NMRPM1

SIGNRPM

STATUS

Corriente - Cargas de Iluminacion - Promedio

Corriente - Cargas de Iluminacion - Max

Corriente - Cargas de Iluminacion - Desvio Standard

Corriente - Cargas de Tomas - Promedio

Corriente - Cargas de Tomas - Max

Corriente - Cargas de Tomas - Desvio Standard

Corriente - Produccion Aerogenerador - Promedio

Corriente - Produccion Aerogenerador - Max

Corriente - Produccion Aerogenerador - Desvio Standard

Corriente - Sumatoria - Promedio

Corriente - Sumatoria - Max

Corriente - Sumatoria - Minima

Corriente - Sumatoria - Desvio Standard

Tension de Batería Externa - Promedio

Tension de Batería Externa - Maxima

Tension de Batería Externa - Minima

Tension de Batería Externa - Desvio Std

Potencia Aerogenerador - Promedio

Potencia Aerogenerador - Maximo

Potencia Aerogenerador - Desvio Std

Potencia Iluminación - Promedio

Potencia Iluminación - Maximo

Potencia Iluminación - Minimo

Potencia Iluminación - Desvio Std

Potencia Tomas - Promedio

Potencia Tomas - Maximo

Potencia Tomas - Minimo

Potencia Tomas - Desvio Std

Potencia Total - Promedio

Potencia Total - Maximo

Potencia Total - Minimo

Potencia Total - Desvio Std

Tension de Batería Interna - Promedio

Tension de Batería Interna - Maxima

Tension de Batería Interna - Minima

Tension de Batería Interna - Desvio Std

Temperatura Interna - Promedio

Temperatura Interna - Maxima

Temperatura Interna - Minimo

Temperatura Interna - Desvio Std

RPM Rotor - Promedio

RPM Rotor - Maximo

RPM Rotor - Minimo

RPM Rotor - Desvio Std

Status del Sistema

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[A]

[V]

[V]

[V]

[V]

[V]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]

[W]



Figura 4 – (izq.) parámetros almacenados en versión completa y (der.) vistas de los equipos instalados y en operación

PROCESAMIENTO PRELIMINAR DE SERIES DE TIEMPO

Se ha obtenido una interesante secuencia de datos de corriente consumida por los usuarios, tensión de banco de batería y corriente suministrada por los equipos aerogeneradores. El volumen de datos analizados es muy significativo, por lo cual sólo se incluyen algunos diagramas más representativos de los sistemas.

a) Series de potencia e intensidad de viento

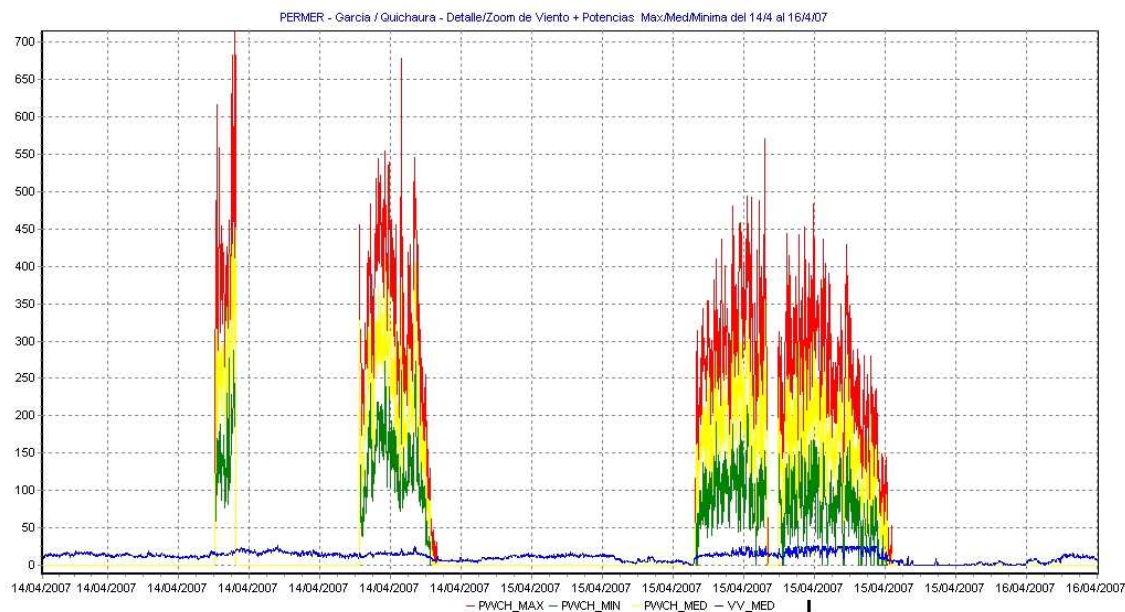


Figura 5 – Mediciones de intensidad de viento, potencia mínima, máxima y media por minuto, en una serie de 48 horas (Sistema García – Pocitos de Quichaura – Abril de 2007)

En la figura 5 pueden observarse los datos de potencia generada por el molino e intensidad de viento, para una serie de tiempo de 2 días en Pocitos de Quichaura, procesado con DLogger v3.2. El usuario tiene la opción de realizar la apertura o cierre (frenado) manual del equipo, que queda a veces frenado por largos períodos si el propietario está ausente. Aunque la escala de viento (en m/s) es más reducida que la de potencia (en W), de todas formas se aprecia que mayores intensidades de

viento producen potencias pico del orden de 500 a 700W si el equipo no se encuentra frenado. Las medias de 1 minuto y los mínimos en ese período dan una idea de la variabilidad del recurso.

b) Series de tensión de baterías

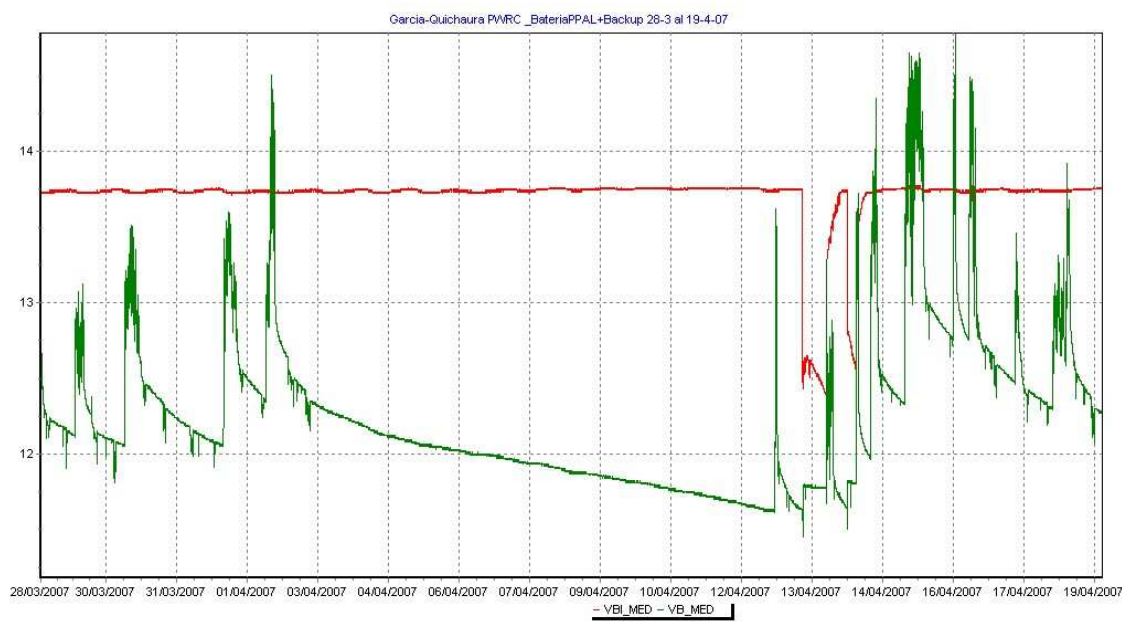


Figura 6 – Voltaje de baterías principal (línea infer. - 2 x 12V / 220Ah, I29 Autobat) y auxiliar (superior - 12V/7Ah) interna

En la Figura 6, procesada con DLogger v3.2, se observa la consecuencia de períodos prolongados de cierre del aerogenerador, en que se produce un drenaje de la tensión del banco por los consumos propios de la iluminación exterior mínima y consumo del sistema de medición. Entre el 28/3 y el 2/4 el sistema recibió aportes de potencia del aerogenerador, que impulsa aumentos de tensión de hasta 14.8V (limitados por el regulador). A partir del día 4/4, el aerogenerador permanece cerrado. La tensión de suministro de la batería principal cae hasta que comienza a funcionar como suministro la batería interna de backup del DL2/12, cosa que ocurre 10 días después, el 13/4, a pesar de que ese día el molino estuvo abierto por unas horas sin llegar a recuperar carga suficiente. Luego, a partir del día 15/4 se recupera la situación normal de carga. Los sistemas indicados no han estado exentos de fallas, especialmente en lo relativo a su alimentación dado que se dimensionó su consumo para aerogeneradores más grandes de los que finalmente se instalaron, y en muchos casos resultó insuficiente. Para nuevos sistemas, si la potencia del aerogenerador es escasa, se adiciona un panel solar de 11W que compensa el autoconsumo.

c) Series de consumo de carga (iluminación), producción y tensión de batería

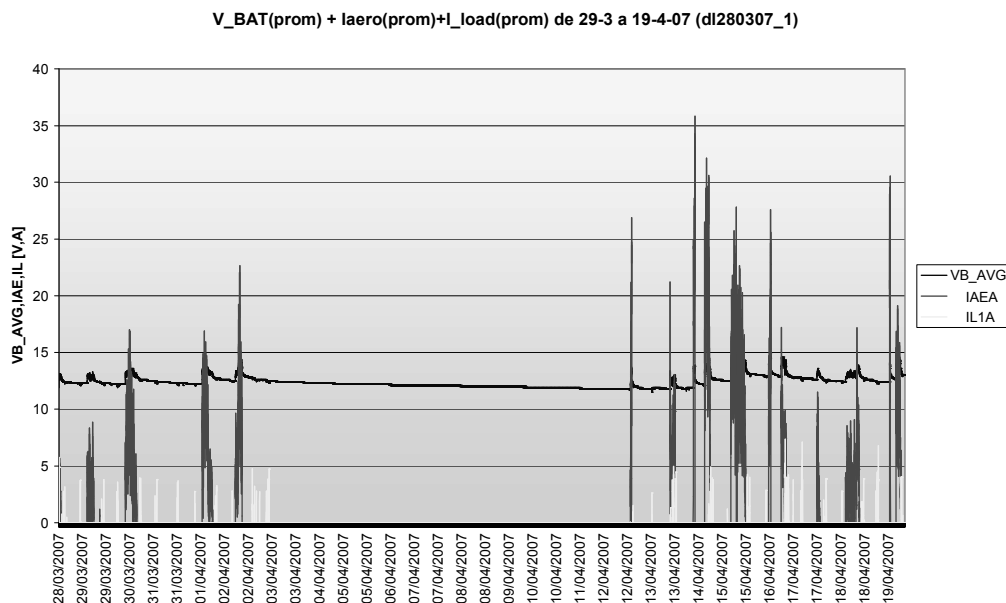


Figura 7.1 – Parte I - Voltaje de batería principal promedio (VB_AVG), corriente del aerogenerador (IAEA) y de carga usuario (IL1A) – Sistema García-Pocitos de Quichaura procesado con Excel (sectores de 32K)

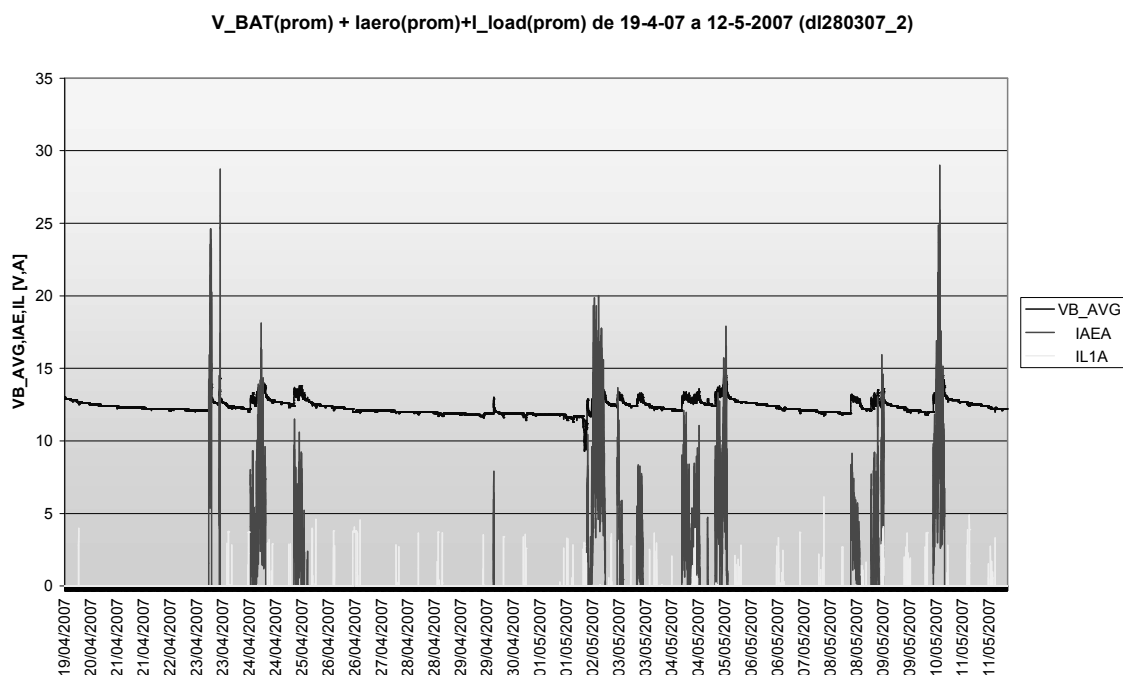


Figura 7.2 – Parte 2 - Voltaje de batería principal promedio (VB_AVG), corriente del aerogenerador (IAEA) y de carga usuario (IL1A) – Sistema García-Pocitos de Quichaura procesado con Excel (sectores de 32K)

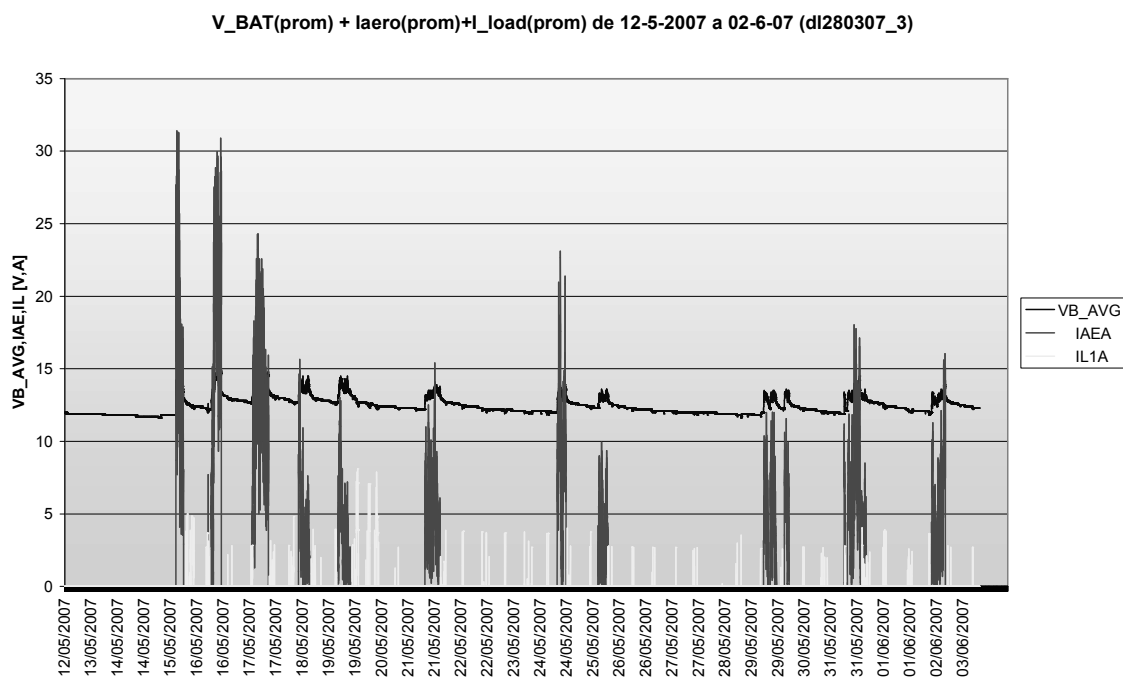


Figura 7.3 – Parte 3 - Voltaje de batería principal promedio (VB_AVG), corriente del aerogenerador (IAEA) y de carga usuario (IL1A) – Sistema García-Pocitos de Quichaura procesado con Excel (sectores de 32K)

En las figuras 7.1 a 7.3 se muestra la interacción aerogenerador – sistema y carga (usuario) – sistema. Las demandas de iluminación (barras color claro inferior), expresadas en A, tienen un patrón cíclico casi diario, excepto en períodos de ausencia de la familia (3/4 al 12/4 y 12/5 al 15/5). Mientras no se produzcan desfases excesivos entre la demanda y la recuperación cíclica (aleatoria) de las baterías a través de la carga del aerogenerador, no existen mayores problemas. Se detectaron sin embargo casos de descarga excesiva, en algunos casos por mal uso de los artefactos, desconocimiento de los usuarios (y a veces falta de un indicador adecuado de nivel de batería) o simplemente por falla de los aerogeneradores.

CONCLUSIONES

Una parte importante de la demanda eléctrica en baja potencia, para regiones aisladas en Patagonia puede ser cubierta por el uso de sistemas eólicos de baja potencia para carga de baterías. Las mediciones realizadas por estos sistemas requieren equipamiento específico, software adecuado y una logística de mantenimiento, recuperación y procesamiento de datos que se

puede implementar en forma efectiva a través de organismos oficiales como el CREE. Sin embargo, es preciso realizar un adecuado dimensionamiento de los consumos del sistema teniendo en cuenta las características de cada lugar, proporcionando una adecuada información a los usuarios sobre el estado de los sistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a las autoridades del CREE / DGER (Chubut) y de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (Santa Cruz) por la cooperación permanente recibida para llevar adelante este trabajo.

REFERENCIAS

Oliva, R. (2007) “Integrated Power Curve Evaluation Systems for Small Battery-Charging Wind Turbines”, presentado en World Wind Energy Conference 2007 (WVEC '07), Mar del Plata – Argentina 2 al 4 de octubre de 2007

Oliva, R.; Cortez, N. (2007) “A Meteorological front-end data transmission unit for a Small Wind Turbine - Power Curve Evaluation System”, en XII Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control (XII RPIC), Río Gallegos, Argentina, del 16 al 18 de octubre de 2007.

Vallejos, R. (2006) “Manual de Usuario del Software DLogger 3.2” realizado por Data Entry Sistemas (Rosario, Argentina).

CREE (2006) Especificación del CREE respecto a Metodologías de Medición / Licitación PERMER – Julio 2006 - Centro Regional de Energía Eólica: <http://www.eeolica.com.ar>

Forsyth, T. (2001) “Wind Turbine Generator System – Power Performance Test Plan for the Whisper H40” – NREL-NWTC, Junio 2001.

ABSTRACT

This work presents the processing of collected electrical-power data (both as consumption and generation) and other variables, in small wind power systems located in remote regions of Chubut in South Patagonia. Systems analyzed are those installed within the PERMER Pilot Project framework from 2005 to 2007. These small – household systems only provide low-voltage direct current (DC) and limited power, but nonetheless are of great value for low-income communities which mainly demand lighting and radio communications. The selection of target households involved a multi-disciplinary effort in the selected areas of Pocitos de Quichaura and Costa de Ñorquingo, to the NW of Chubut. Only 3 of the 115 systems installed were fitted with full data acquisition equipment as described. The data time series from end 2006 to mid-2007 were analyzed using spreadsheets and specific database generation software, and some preliminary conclusions are drawn.

Keywords: wind energy, measurements, renewable home power systems, data acquisition