

Desarrollo y evolución de equipo datalogger OES y software de representación asociado

Mg.Ing. Juan Salerno
Observatorio de Energía y
Sustentabilidad (OES)
Universidad Tecnológica Nacional,
Facultad Regional Rosario, Santa Fé
juansalerno63@hotmail.com

Ing. Marcelo Castello
Observatorio de Energía y
Sustentabilidad (OES)
Universidad Tecnológica Nacional,
Facultad Regional Rosario, Santa Fé
castello.marcelo@gmail.com

Esp. Ing. Rafael Oliva
Energías Alternativas / Instituto de
Tecnología Aplicada UARG - UNPA
Río Gallegos, Santa Cruz
roliva@uarg.unpa.edu.ar

Abstract—Este trabajo pretende mostrar las etapas y evolución de un datalogger y software asociado, desarrollados en el marco de un proyecto orientado al relevamiento y procesamiento de datos de potencial eólico con fines energéticos mediante herramientas de acceso libre.

Palabras clave—datalogger, energía eólica, mediciones, software

I. INTRODUCCION

El presente trabajo muestra los avances y el desarrollo de un sistema de adquisición de datos y su software asociado, orientado a mediciones meteorológicas para aplicaciones de energía eólica según estándares IEC [1]. Las señales más importantes son las de intensidad y dirección de viento, temperatura y presión atmosférica. El énfasis ha sido en el desarrollo de una cadena completa de medición que incluye hardware y software. El hardware consiste de una placa base que aloja un módulo LPCXpresso [2], basado en un LPC1769 de NXP [3], con interfaces analógicas y digitales protegidas, almacenamiento en micro-SD, reloj de tiempo real, fuente de alimentación filtrada e interfaces de comunicaciones Ethernet y GPRS. El software se ha desarrollado en un modelo de capas. La capa inferior o Capa 1 es el firmware del LPC1769 que trabaja en modalidad de lazo infinito y ha sido escrito en lenguaje C. Dicha capa realiza las tareas de base y un primer procesamiento estadístico con almacenamiento de promedios, máximo, mínimo y desvío estándar. La capa siguiente o Capa 2 corre en el servidor remoto y es la encargada de la interfaz entre el datalogger y el servidor de base de datos, y la gestión y validación de los paquetes de datos. Asociada directamente a ésta, se encuentra el motor de la base de datos que constituye la Capa 3 y garantiza la persistencia de los datos en el servidor. La capa de representación accesible vía web o Capa 4 es la encargada de mostrar los datos medidos, ya sea en forma de gráficos temporales, por ejemplo series de tiempo, o gráficos específicos como rosa de vientos, o de distribución de probabilidad. Dicha capa incluye además la posición geográfica del sistema de medición, ya que el diseño permite el empleo de múltiples sistemas en distintas torres de medición.

II. DISTRIBUCIÓN DEL HARDWARE

En el hardware de la placa se realiza un tratamiento diferenciado para dos tipos básicos de señal a procesar: en primer lugar la señal de los anemómetros que proporcionan una tensión de CA de amplitud y frecuencia variable, con información de velocidad de viento contenida en la

frecuencia; y por otro lado el resto de las señales que son del tipo analógico y de variación lenta.

Los criterios de diseño del hardware han contemplado la posibilidad de agregar más canales tanto de frecuencia como analógicos en futuros desarrollos, para el caso de requerirse su empleo en una torre con mayor cantidad de alturas de medición. El modelo actual es para 2 alturas. El hardware ha ido evolucionando desde su primer modelo [4], hasta el más reciente que se puede apreciar en la Figura 1. Se incorporaron al hardware etapas de protección y acondicionamiento de las entradas. En el caso de los anemómetros se realiza un filtrado activo analógico del tipo Sallen-Key de 2° orden, y posteriormente se agrega una etapa de conformación de la onda necesaria para su tratamiento posterior.

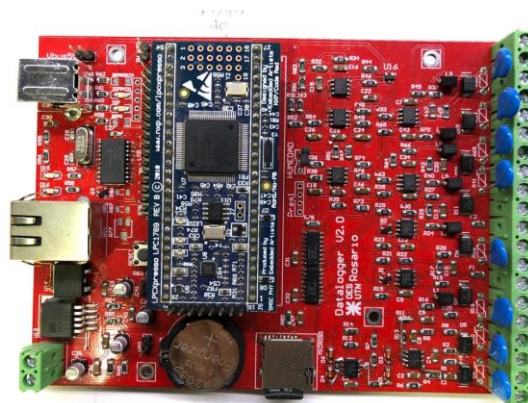


Fig.1. Foto de la Placa OES v2.0 (2019)

III. ESQUEMA DE CAPAS DE SOFTWARE

En la Figura 2 se muestra un diagrama de las distintas capas de software con que se ha diseñado el sistema.

A. Firmware de Capa 1

La Capa 1 alojada en el microcontrolador LPC1769, controla el convertor A/D de 12 bits, del tipo MCP3208 [5], con interfaz SPI. Además administra la temporización para las lecturas de los anemómetros, que requieren el cálculo de frecuencia, y procesa las variables para obtener promedio, máximo, mínimo y desvío estándar en períodos configurables. Estas variables son grabadas localmente en la tarjeta SD con sistema de archivos FAT, utilizando la biblioteca libre ElmChan [6]. Esta característica agrega seguridad en caso de pérdida de comunicación de la estación. Se gestionan asimismo las comunicaciones ya sea por capa

física Ethernet (vía protocolo TCP/IP) o GPRS. Posee un procesador de comandos utilizado para la configuración y comunicación. Para la elaboración de esta capa, se utiliza lenguaje C y se obtiene el archivo binario con el compilador GCC integrado en el IDE LPCXpresso, utilizando las bibliotecas LPCOpen y depuración vía LPCLink [7].

B. Software de Capa 2 – M2M y Capa 3 – Base de Datos

Estas capas son las encargadas de la interfaz entre el datalogger y el servidor de base de datos donde se almacenan las variables procesadas, denominado M2M o diálogo máquina a máquina. La Capa 2 corre en un servidor y está escrita en lenguaje Python [8]. La misma se encarga de gestionar la comunicación desde el servidor, validar los paquetes que llegan desde el datalogger y remitirlos al motor de la base de datos. Posee un algoritmo de confirmación para evitar la pérdida de datos por falla en la capa física. La Capa 3 es un motor de base de datos tipo MySQL [9] que se encarga de recibir los datos de la capa anterior y efectivizar el almacenamiento en el hardware del servidor, lo cual garantiza la persistencia de los datos.

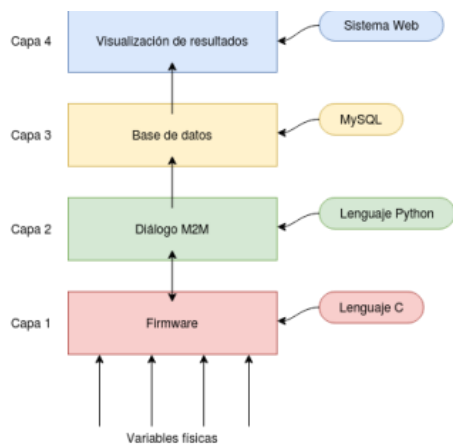


Fig. 2. Diagrama de capas del software del sistema OES

C. Software de Capa 4 - Representacion

La Capa 4 de interfaz web es la encargada de mostrar los datos medidos, ya sea en forma de gráficos de serie de tiempos (velocidad del viento, temperatura, etc.) o gráficos específicos (rosa de los vientos, densidad de probabilidad de Weibull, etc.). Muestra también de manera simple e intuitiva los últimos datos medidos, y la posición geográfica de un único equipo o de varios, ya que el sistema se ha diseñado para albergar varias unidades. Posee formularios para la configuración del sistema en general. Está desarrollada en una combinación de lenguajes PHP[10], Javascript [11] y HTML5 [12]. Para la parte gráfica se han utilizado las librerías de acceso libre Highcharts [13], escritas en Javascript.

D. Diagrama general del sistema

En la Figura 3 se puede apreciar un diagrama general del sistema. El ingreso de las señales se representa desde el lado izquierdo, y hacia la derecha se muestra el procesamiento de distintas capas de los datos hasta su almacenamiento y visualización remota.

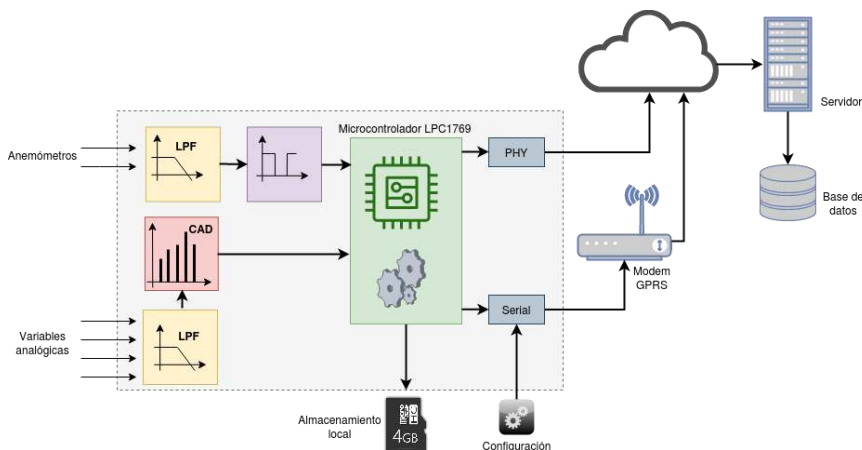


Fig. 3 Diagrama del Datalogger

IV. RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra una serie temporal de datos de viento a distintas alturas de abril 2020, y en la Figura 5 la construcción de la rosa de vientos a partir de datos medidos en 2019, accesible mediante un navegador web convencional.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Se ha buscado mostrar los avances en el desarrollo de una estación meteorológica y software asociado, orientada a aplicaciones de energía eólica. El trabajo se encuentra en evolución y se espera poder realizar una transferencia tecnológica para llegar a una versión de fabricación local.



Fig. 4. Serie de tiempo de intensidad de viento, 2020 CEMAR

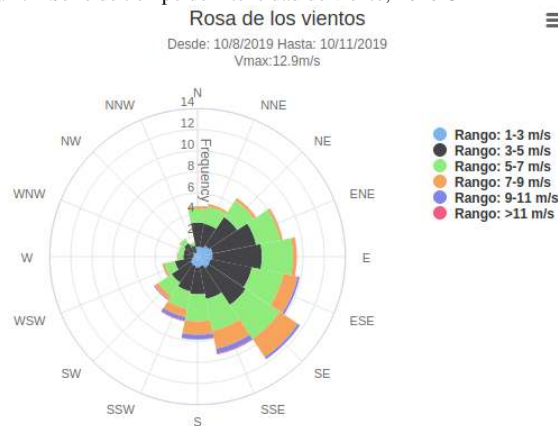


Fig. 5. Rosa de los vientos de medición, 08 a 11-2019 – CEMAR

REFERENCIAS

- [1] IEC Standard (2017) IEC 61400-12-1 Wind energy generation systems - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines.
<https://webstore.iec.ch/publication/26603>
- [2] <https://www.embeddedartists.com/products/lpc1769-lpcxpresso/>
- [3] LPC 1769 / NXP Semic.: <https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/arm-microcontrollers/general-purpose-mcus/lpc1700-cortex-m3/512kb-flash-64kb-sram-ethernet-usb-lqfp100-package:LPC1769FBD100>
- [4] Tesis de Maestría XXXXXXXX (2017), "Diseño de herramientas propias para evaluar el potencial eólico local - Desarrollo de equipamiento y procesamiento de datos software libre" Defensa 08/2019 UTN-FRRO
- [5] MCP3208, Microchip:
<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/MCP3208>
- [6] ELM-Chan:
http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html
- [7] LPCOpen/LPCLink (NXP Semiconductors):
<https://www.nxp.com/design/microcontrollers-developer-resources/lpcopen-libraries-and-examples/lpcopen-software-development-platform-lpc17xx:LPCOPEN-SOFTWARE-FOR-LPC17XX>
- [8] Python (1991) - lenguaje de programación de alto nivel ampliamente utilizado, autor Guido Van Rossum: <https://www.python.org/>
- [9] MySQL - sistema de gestión de base de datos de código abierto. Propiedad de Oracle Corp. <https://www.mysql.com/>
- [10] PHP lenguaje de scripting de lado servidor, orientado a objetos. Creado por Rasmus Lerdorf en 1994 <https://www.php.net/>
- [11] JavaScript – Implementación de ECMAScript, primera versión 1995. <https://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm>
- [12] HTML5 – Versión más reciente de Hypertext Markup Language: <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>
- [13] Librerías de graficación HighCharts: <https://www.highcharts.com/>