

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS INTELIGENTE PARA UN REACTOR DE FUSIÓN

Alberto Sánchez Florido²³, Joaquín del Río³, Carola Artero²⁰, Manuel Moreno²¹

Abstract A system has been implemented for remote and intelligent gain control with an offset or voltage level added to the amplifiers, to exploit the full dynamic range of a data acquisition system (DAQ). The system collects information about the radiation from a nuclear fusion reactor installed at CIEMAT (Madrid). The hardware and software has been developed to replace the current acquisition system, which enhance its functionality.

Keywords bolometer; Data Acquisition System; nuclear reactor; gain control; LabVIEW; TEDS

I. INTRODUCCIÓN

El hardware encargado de recoger información sobre la radiación producida por las reacciones nucleares de fusión se encuentra instalado en el reactor de fusión situado en las dependencias del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), en Madrid.

Consta de un conjunto de bolómetros y de una tarjeta de adaptación de nivel de voltaje y amplificación de señal. El bolómetro es el instrumento que permite obtener información sobre la radiación electromagnética.

Para obtener lecturas óptimas es necesario que el instrumento disponga de parámetros ajustables con los que variar la ganancia de los amplificadores. El sistema existente dispone de un sistema físico y manual para la configuración de cuatro posibles ganancias.

Para este trabajo, se ha diseñado una placa con un total de 16 líneas de adaptación y amplificación con un control de ganancia remota e inteligente.

Dicho control se gestiona mediante un microcontrolador dispuesto en una plataforma de desarrollo denominada Netduino Plus2.

Como característica a destacar, el sistema dispone de una hoja de datos electrónica TEDS. Esto permite la lectura y la escritura de parámetros destacables e importantes del diseño hardware que se deben tener en cuenta en momentos determinados durante los ensayos.

El sistema descrito y las pruebas efectuadas se han realizado en el reactor nuclear de fusión del CIEMAT (Madrid).

II. PLACA CONTROLADORA

El sistema de control se realiza con la placa de desarrollo Netduino Plus2 (Figura 1). Esta placa se puede programar en lenguaje C# a través de Microsoft Visual Studio. Cuenta con una tarjeta micro-SD en la cual se ha instalado una hoja de datos electrónica (TEDS) con parámetros básicos del sistema.

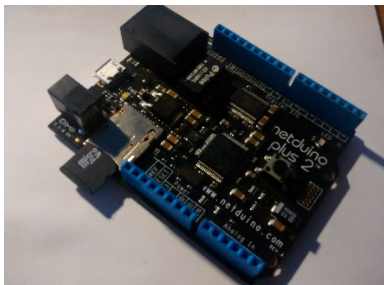


Figura 1. La placa controladora Netduino Plus 2 y la tarjeta micro-SD.

El formato de datos del TEDS es .txt (Figura 2).

En un principio se pensó en un archivo con formato XML pero finalmente se rediseñó la hoja de características para reducir el número de bytes de información.

El acceso al TEDS se realiza mediante el protocolo TCP/IP y éste protocolo da problemas si el archivo de datos es de un tamaño superior a 536 bytes.

III. PROGRAMA DE CONTROL

La idea principal es poder utilizar la placa controladora Netduino Plus 2 para controlar remotamente todas las ganancias de los amplificadores INA128 y a la vez almacenar y consultar el TEDS propio de la placa. Para ello, se ha almacenado en una tarjeta Micro-SD el contenido básico de algunos parámetros de la placa en formato .txt, como las ganancias (inicialmente con un valor por defecto) y otros parámetros propios de un TEDS básico.

```
teds.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
ManufacturerID:SARTI,
ModelNumber:1,
VersionLetter:A,
VersionNumber:1,
SerialNumber:1,
Gain1:2.5161,
Gain2:2.5161,
Gain3:2.5161,
Gain4:2.5161,
Gain5:2.5161,
Gain6:2.5161,
Gain7:2.5161,
Gain8:2.5161,
Gain9:2.5161,
Gain10:2.5161,
Gain11:2.5161,
Gain12:2.5161,
Gain13:2.5161,
Gain14:2.5161,
Gain15:2.5161,
Gain16:2.5161,
VsMin:4.5 Volts,
VsMax:36 Volts,
CalibrationDate:02/08/2014,
CalibrationInitials:ASF,
CalibrationPeriod:365,
MeasurementLocationID:0,|
```

Figura 2. Archivo TEDS

Paralelamente, el sistema controlador se encarga de gestionar las ganancias programables de la placa de adaptación y amplificación diseñada.

III. HARDWARE

Se ha diseñado una placa hardware que se encarga de adaptar niveles de tensión entre el conjunto de bolómetros y el sistema de adquisición de control propuesto. Esta placa consta de un receptor de línea diferencial para recibir la señal de tensión analógica, y de un amplificador de instrumentación con ganancia seleccionable, para adaptar los niveles de señal al rango de entrada de adquisición de datos.

Por otro lado, al necesitar 64 pines digitales para acceder a las diferentes combinaciones de ganancias (16 canales, 4 ganancias por canal) se ha optado por desarrollar una segunda placa hardware compuesta por registros de desplazamientos y multiplexores. De esta manera el número de pines se reduce a tan sólo 3. En la Figura 3 se muestra un fragmento del software para el control de la ganancia en la propia tarjeta de adaptación de nivel y control mediante la placa Netduino Plus2. Los registros de desplazamiento reciben la palabra digital desde un pin digital mediante software. Estos registros colocan los bits de la palabra digital a través de sus pines de manera que se obtienen más pines de salida. Una vez están los bits correspondientes a cada pin de los registros, los multiplexores los reciben en sus pines de selección de salida.

La ganancia depende entonces de la palabra digital que reciben los registros de desplazamiento.

```

public void selectAmplifierAndGain(Amplifier s, Gain g)
{
    int ser = (int)g;
    SerValue = (uint)(ser << (((int)s) * 2));
}

public void selectAmplifierAndGain(int s, int g)
{
    int ser = (int)g;
    SerValue = (uint)(ser << (((int)s) * 2));
}

private void RefreshSelection(uint SerValue)
{
    cnt = 31;
    while (cnt >= 0)
    {
        int bit = (int)SerValue % 2;
        rckport.Write(false);
        sckport.Write(false);
        if (bit == 1)
        {
            serport.Write(true);
        }
        else
        {
            serport.Write(false);
        }
        sckport.Write(true);
        rckport.Write(true);
        SerValue = SerValue / 2;
        cnt--;
    }
}

```

Figura 3. Software de control de ganancia.

IV. APLICACIÓN DE VISUALIZACIÓN

Se ha diseñado un programa en LabVIEW para controlar el sistema.

En la Figura 4 se ve que cuando pulsamos sobre READ, se establece una comunicación TCP con la placa controladora Netduino. La placa Netduino recibe el comando READ y envía toda la información del archivo .txt al programa LabVIEW que a su vez muestra la información recogida en el panel frontal.

El programa también permite realizar cambios sobre la información, ya sea en los campos del TEDS como en las ganancias. Dichos cambios se reflejan en la placa Netduino y ésta se encarga de actualizar todas las ganancias de la placa automáticamente según la información introducida en el panel frontal.

Antes de poder modificar la información, se debe entrar en modo edición pulsando sobre el botón EDIT. Una vez pulsado, se pueden aplicar los cambios sobre el canal en el que se esté según la disposición de las pestañas pulsando sobre el botón APPLY CHANGES.

V. CONCLUSIONES

Los resultados del sistema de adquisición de datos inteligente desarrollado han sido los esperados.

El protocolo escogido en la escritura y lectura del TEDS en la placa Netduino es aceptable para una transmisión de datos de tamaño reducido. No obstante, si se desea transmitir información más extensa, ya sea en formato XML o JSON, se debe fraccionar en diferentes paquetes dado que el protocolo TCP/IP tan sólo soporta 536 bytes de manera remota. Al final se ha optado por adoptar un formato de texto similar a una versión simplificada del formato JSON, y de esta manera simplificar el envío y captura de datos en un solo paquete. Ello se traduce en una sola función en LabVIEW.

El siguiente paso del trabajo consiste en montar el sistema en un entorno de ensayo real.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte recibido al proyecto del Plan Nacional de I+D+i (2008-2011) con referencia ENE2012-38970-C04-02 y título Análisis de datos basados en aprendizaje automático y sistemas inteligentes de adquisición de datos: modelos avanzados para entornos de fusión (INTELLECT).

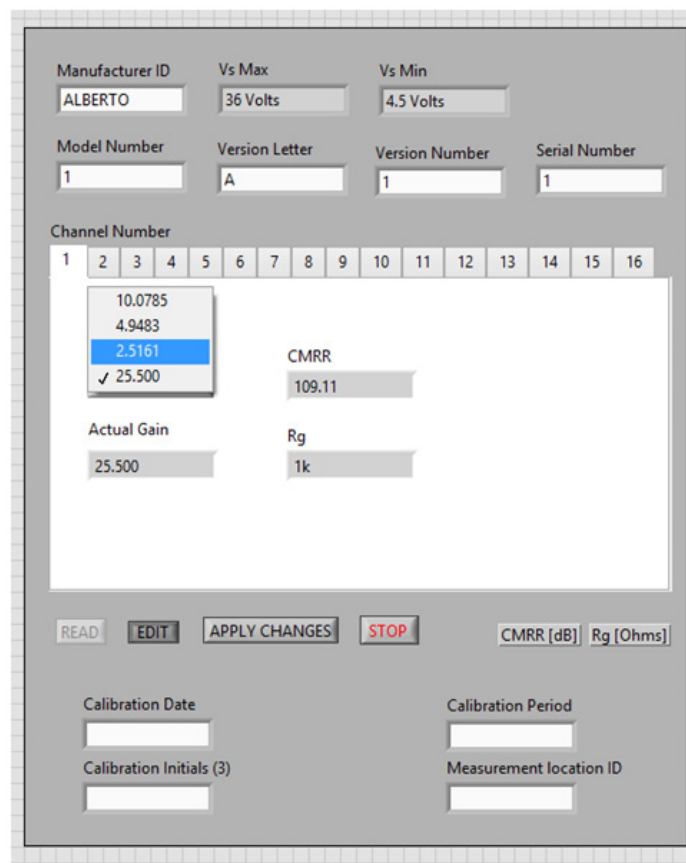


Figura 4. Modo edición del panel frontal donde se pueden modificar parámetros como las ganancias.

REFERENCIAS

- [1] <http://netduino.com/> [consulta: octubre 2014]
- [2] Del Rio J et al.: Standards-based Plug & Work for Instruments in Ocean Observing Systems, IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2011
- [3] Del Rio J et al.: IEEE 1451 HTTP Server Implementation for Marine Data, Fourth International Workshop on Marine Technology. MarTech, 2011
- [4] Lee K C, Kim M H, Lee S, Lee H H: IEEE-1451-Based Smart Module for In-Vehicle Networking, Systems of Intelligent Vehicles, 2004
- [5] Arcidiacono R et al.: Feasibility study of a XML-based software environment to manage data acquisition hardware devices, 2005
- [6] Soriano García J A: Desarrollo de un sistema de Adquisición de datos inteligente conforme a la norma IEEE Std. 1451.4, 2013
- [7] www.ni.com [consulta: octubre 2014]
- [8] <http://www.maximintegrated.com/en/products/1-wire/flash/overview/index.cfm> [consulta: octubre 2014]
- [9] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee435793.aspx>
- [10] [consulta: octubre 2014]