

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

# TRABAJO FIN DE GRADO

## *ADQUISICIÓN, PROCESAMIENTO Y MONITORIZACIÓN DE SEÑALES VÍA XBEE EN EL ENTORNO LABVIEW*

**DOCUMENTO 1- MEMORIA**

**Alumno/Alumna:** Fuente, Fernández, Ivon

**Director/Directora (1):** Oleagordía, Aguirre, Iñigo Javier

**Curso:** 2017-2018

**Fecha:** 23/07/2018

## RESUMEN

EL presente trabajo fin de grado pretende generar una red de sensores para su instalación en una red domótica en una vivienda común. Para ello, se diseña una estación de sensorización empleando diferentes transductores que otorguen mediciones fiables de diferentes variables físicas a muestrear.

Como se observa en el título del proyecto, existen diferentes fases a tener en cuenta como son la adquisición, procesamiento y monitorización de las señales.

El apartado de adquisición engloba la propia estación de sensores y la tarjeta de adquisición de datos. La estación consta de sensores de temperatura, luminosidad y un anemómetro para la medición de la velocidad del viento.

Para la adquisición de los datos desde la estación, el proyecto se sustenta en el empleo de un microcontrolador Arduino Uno. Esta plataforma permite generar una DAQ de bajo coste que permita introducir los datos para su procesamiento posterior. En la comunicación entre la estación de sensores y la DAQ es donde se introduce la comunicación inalámbrica vía XBee y cuyo desarrollo lleva a cabo mi compañero José Javier Estévez Santé en su proyecto "*Sistema de comunicación XBee para una red de sensores*".

Para el procesamiento y monitorización de las señales, se emplea la plataforma Software LabView, a través de la cual se genera una pantalla de explotación con los datos adquiridos.

Además, se añade la conversión de esos datos a formato hoja de cálculo para su extracción del sistema y así tener la posibilidad de realizar seguimientos de datos históricos.

## Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS.....	7
3	BENEFICIOS DEL TRABAJO .....	8
4	DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS .....	8
5	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	9
6	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	9
6.1	DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL.....	9
6.2	DIAGRAMA DE MÓDULO DE SENSORIZACIÓN .....	10
6.3	DESCRIPCIÓN BLOQUES HARDWARE DEL PROYECTO .....	11
6.3.1	BLOQUE SENSOR ANEMÓMETRO .....	11
6.3.2	BLOQUE SENSOR TEMPERATURA 1 Y 2.....	12
6.3.3	BLOQUE SENSOR DE LUMINOSIDAD .....	13
6.3.4	BLOQUE SENSOR DE TEMPERATURA REMOTO .....	15
6.3.5	BLOQUE MÓDULO XBEE INALÁMBRICO .....	16
6.3.6	BLOQUE MÓDULO DAQ ARDUINO UNO.....	17
7	HERRAMIENTAS SOFTWARE.....	18
7.1	PROTEUS.....	19
7.2	ARDUINO IDE.....	20
7.3	LABVIEW .....	21
8	MEJORAS PLANIFICADAS A FUTURO .....	22
9	BIBLIOGRAFÍA .....	23

## Índice de figuras

Figura 2.1. Representación del proyecto.....	7
Figura 6.1. Diagrama de bloques del proyecto.....	9
Figura 6.2. Diagrama de bloques del módulo sensorización.....	10
Figura 6.3. Bloque sensor anemómetro.....	11
Figura 6.4. Bloque sensores de temperatura 1 y 2.....	12
Figura 6.5. Fotorresistencia LDR.....	13
Figura 6.6. Espectro electromagnético.....	13
Figura 6.7. Bloque sensor luminosidad.....	14
Figura 6.8. Bloque sensor temperatura remoto.....	15
Figura 6.9. Módulo XBee 2.....	16
Figura 6.10. Placa Arduino Uno.....	17
Figura 6.10. Pantalla Proteus.....	19
Figura 6.11. Interfaz Arduino IDE.....	20
Figura 6.12. Interfaz Gráfica Diseño LabView.....	21
Figura 6.13. Interfaz Pantalla Explotación LabView.....	22

## Índice de Tablas

<i>Tabla 6.1. Características Técnicas Módulo XBee2.....</i>	16
<i>Tabla 6.2. Características de la placa Arduino Uno.....</i>	18

## 1 INTRODUCCIÓN

---

En las últimas décadas, los sistemas domóticos han sufrido una evolución significativa en las viviendas de nueva construcción. El empleo de estas tecnologías es una gran ayuda a la hora de automatizar determinadas acciones que se llevan a cabo en el día a día como pueden ser; abrir y cerrar persianas, controlar la temperatura de las diferentes estancias de la casa, recoger o extender los toldos para cubrir las terrazas, encendido y apagado de diferentes electrodomésticos etc.

Para optimizar el desarrollo de la tecnología en la automatización, es de gran importancia el desarrollo de las redes inalámbricas que permitan establecer las comunicaciones abaratando los costes derivados de la infraestructura de los cableados, alimentaciones etc.

Parte fundamental del proceso es la sensorización de variables físicas. El empleo de dispositivos electrónicos es una herramienta muy útil para el control de procesos. Es ampliamente utilizado en industria desde hace años y a medida que avanza la tecnología la exactitud de medición de este tipo de dispositivos va en aumento.

Para la adquisición de datos analógicos del mundo real se emplean los denominados sensores. Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Existen diferentes variables de instrumentación medibles identificables por este tipo de dispositivos como, por ejemplo; temperatura, humedad relativa, intensidad lumínica, aceleración, presión, desplazamiento etc. Las magnitudes eléctricas en las que los sensores convierten las variable físicas pueden ser; resistencia eléctrica (RTD), una tensión eléctrica (termopares), una corriente eléctrica (fototransistores), etc. Los sensores aprovechan sus propiedades físicas con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

Por lo tanto, estos dispositivos son los encargados de convertir determinadas señales del mundo real (analógicas) en señales eléctricas manipulables por los sistemas electrónicos. En el proceso de digitalización la DAQ es la encargada, mediante un conversor analógico digital, de convertir las variables analógicas a medir en variables digitales.

Para el diseño y construcción de la tarjeta de adquisición y generación de datos de bajo coste del proyecto, se emplea una plataforma de hardware libre llamada Arduino. En este caso se emplea el modelo de placa Arduino UNO, que contiene un microcontrolador Atmega 328P.

Resulta atractivo ya que la utilización de hardware libre permite crear una tarjeta DAQ de bajo coste en una aplicación de instrumentación virtual.

La comunicación de los distintos módulos de sensorización y adquisición de datos, normalmente se realiza mediante el empleo de cableado de cobre. En el caso que ocupa el presente proyecto, la comunicación entre la estación de medición y la DAQ se realiza empleando red inalámbrica de tipo XBee. Dichos datos comunicados por vía inalámbrica, permiten la colocación de manera autónoma del dispositivo de medición en cualquier punto dentro de la cobertura de red. Esta característica otorga una mayor maniobrabilidad de la estación, así como la posibilidad de su instalación en zonas en las que la colocación de infraestructura de conexión resulte imposible.

Por otra parte, cabe destacar la visualización y manipulación de las señales obtenidas mediante el empleo de Software LabView.

El resultado de la obtención de datos de variables físicas, así como el control de procesos resulta interesante desde el punto de vista de la instrumentación virtual. Como se ha descrito anteriormente se emplea la plataforma hardware Arduino Uno a modo de comunicación entre el módulo de comunicaciones y el PC encargado de visualizar la pantalla de explotación correspondiente mediante LabView.

La comunicación de Arduino con el entorno LabVIEW se consigue, gracias a la existencia de librerías por parte de National Instruments. De este modo se puede realizar un programa en LabVIEW que permite llevar a cabo ciertas tareas, tales como:

- Lectura de señales analógicas y digitales.
- Generación de señales digitales como pueden ser, el control de unos LEDs RGB mediante tres señales PWM, o el control de un pequeño motor DC manipulando el DutyCycle de una PWM.

## 2 OBJETIVOS

El objeto del presente proyecto fin de grado es el diseño e implementación de un sistema de sensorización y visualización de variables físicas para una red domótica. El proyecto consta de dos partes diferenciadas, por un lado, la estación encargada de la medición de las correspondientes variables físicas y por el otro la tarjeta de adquisición de datos que permite la comunicación con el entorno Software LabView.

La idea es emplear una red de comunicación inalámbrica de tipo XBee para la conexión de ambos módulos. Dicha red está desarrollada por mi compañero José Javier Estévez en el TFG denominado “Sistema de comunicación XBee para una red de sensores”.

Gracias a la conjunción de ambos proyectos se obtiene una estación autónoma ubicable en cualquier zona sin la necesidad de emplear cables de conexión para el envío de datos. (Fig.2.1)

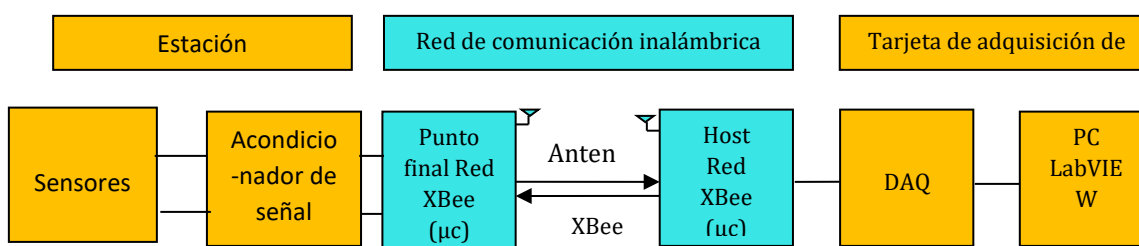


Figura 2.1. Representación del proyecto.

Como puede observarse en el diagrama de bloques la zona coloreada en naranja corresponde a la parte que se desarrollará en el presente proyecto. En la misma se diferencian dos partes, por un lado, la estación de sensorización y acondicionamiento la señal. En esta parte se miden las variables físicas correspondientes y se acondiciona la señal obtenida para su introducción en la red inalámbrica de comunicaciones. Por otro se encuentra el bloque denominado DAQ, tarjeta de adquisición de datos, que es el encargado de la introducción de los datos obtenidos por la red XBee al PC vía puerto serie para la elaboración de la pantalla de explotación en la plataforma Software LabVIEW.

En la implementación del proyecto se desarrollan competencias de tipo software y hardware que se de tallan a continuación:

- Hardware: Desarrollo de la estación de sensorización, así como la tarjeta de adquisición de datos de bajo coste.
- Software: Programación del microcontrolador empleado para la DAQ, así como el desarrollo de la pantalla de explotación en el entorno LabVIEW para la monitorización.

### 3 BENEFICIOS DEL TRABAJO

---

La implementación de una red de sensorización empleando las plataformas libres descritas, permite generar un sistema fiable sin necesidad de recurrir a costosos dispositivos de control. La evolución de la automatización de procesos permite eliminar la necesidad de realizar procesos repetitivos por parte del usuario.

Por otra parte, al proyectarse a futuro un sistema de control autónomo, se podría instalar en puntos complejos ya que no necesita de un mantenimiento preventivo pormenorizado.

### 4 DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS

---

- Diseñar una estación de medición con sensores que permitan obtener medidas fiables de las variables medidas.
- Generar un sistema de comunicación fiable con la plataforma Software LabView para el control y tratamiento de las señales medidas. Se dan dos casuísticas en la comunicación entre la estación de sensores y la tarjeta DAQ de bajo coste implementada:
  - Comunicación cableada
  - Comunicación inalámbrica mediante el empleo de XBee (*Esta parte la desarrolla mi compañero Jose Javier Estevez Santé en el TFG denominado "Sistema de comunicación XBee para una red de sensores"*)
- Generación de una pantalla de explotación que permita visionar el comportamiento de las variables en el tiempo.
- Tener la posibilidad de extraer los datos en formato hoja de cálculo para poder realizar registros históricos de los datos.



## 5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En un principio se plantea la posibilidad de realizar una estación de sensores completa comunicada a través de red Zigbee. Esta opción se barajó debido a que la idea era generar una estación que midiera únicamente variables en el exterior de la vivienda.

Posteriormente, se optó por cablear parte de los sensores directamente a la DAQ. El módulo ubicado en el interior de la casa también mide la temperatura interior, por ejemplo, con lo que resultaría menos costoso cablear parte de los sensores si están a corta distancia en lugar de enviar toda la información de manera inalámbrica.

En la parte del proyecto de conexión inalámbrica, mi compañero José Javier Estévez también ha modificado el protocolo de comunicación de ZigBee a XBee por la obsolescencia del circuito planteado en un inicio. Por ello, el título del proyecto pasa a denominarse *“Adquisición, procesamiento y monitorización de señales vía XBee en el entorno LabView”*.

En lo relativo a la sensorización, se plantearon una alternativa inicial para la medición de la velocidad del viento en el exterior. En un principio, se diseñó un dispositivo óptico para la medición del giro. A la hora de realizar la conversión, se empleó un circuito basado en un convertor F-V con un LM331. En la práctica al no disponer de un rango de tensión óptimo en la alimentación, unido a que la generación de los pulsos no era correcta, otorgaba valores en las mediciones que distaban mucho de ser exactas.

## 6 DESCRIPCIÓN GENERAL

### 6.1 DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL

En la figura adjunta aparece el diagrama general de bloques del proyecto. En el aparecen reflejadas los tres bloques principales en los que se distribuye el proyecto.

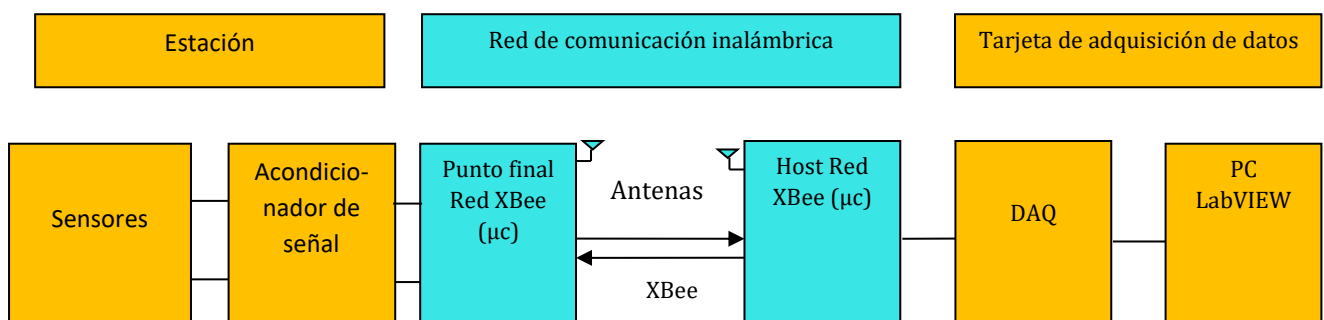


Figura 6.1. Diagrama de bloques del proyecto

## BLOQUE ESTACIÓN

En la estación de medición, se distinguen dos bloques diferenciados. Por un lado, están los sensores y por otra parte los acondicionadores de señal correspondientes. En primer lugar, se van a detallar los diferentes sensores que se han montado en la estación, así como la comunicación empleada en cada uno de ellos.

## 6.2 DIAGRAMA DE MÓDULO DE SENSORIZACIÓN

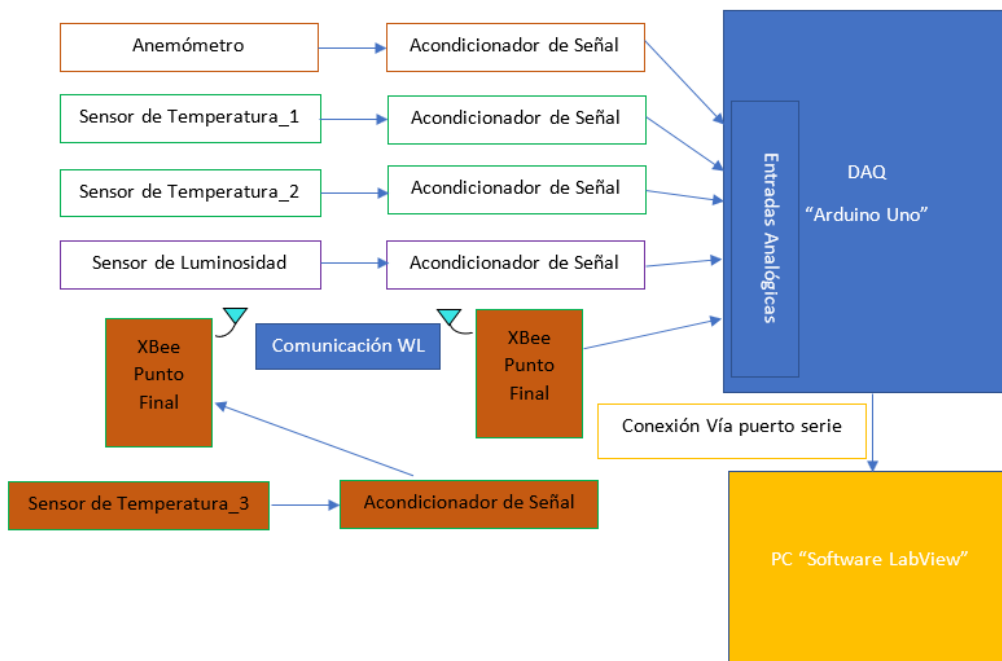


Figura 6.2. Diagrama de bloques del módulo sensorización

Como se puede observar en el diagrama de bloques, existen 5 sensores diferentes. Los cuatro superiores están cableados directamente a las DAQ como se ha comentado anteriormente. El quinto "Sensor de temperatura 3" va conectado al módulo XBee.

En lo relativo a la alimentación, los circuitos que van cableados directamente a la DAQ, se aprovechan de la alimentación que suministra el Arduino Uno. Para el sensor conectado vía inalámbrica, se genera una fuente de alimentación independiente como se comentará posteriormente.

A continuación, se va a describir detalladamente cada bloque y su función.

### 6.3 DESCRIPCIÓN BLOQUES HARDWARE DEL PROYECTO

En la explicación en detalle de los bloques que conciernen el proyecto completo, los bloques sensores se encuentran en la parte izquierda. A continuación, se van a detallar individualmente.

#### 6.3.1 BLOQUE SENSOR ANEMÓMETRO

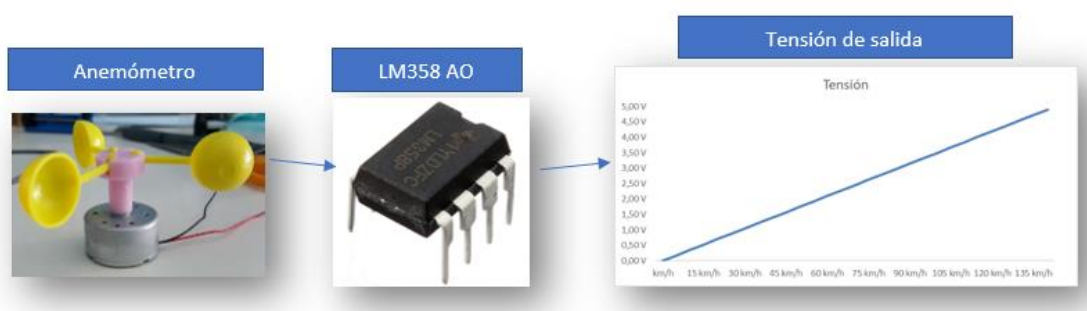


Figura 6.3. Bloque sensor anemómetro

Un anemómetro básicamente es un dispositivo para la medición de la velocidad del viento. El fundamento principal del mismo es la conversión del movimiento físico del perfil de las hélices en una magnitud eléctrica medible por parte de los sistemas de control.

Para la obtención de la medida de velocidad del viento se emplea un motor DC trabajando como generador de tensión. Se montan unas hélices sobre el mástil del motor DC de pequeña potencia. Al soplar el viento, la incidencia sobre los perfiles cóncavos fuerza el movimiento solidario eje del motor.

El comportamiento en generación de los motores DC es bastante lineal con lo que resulta atractivo el empleo de este dispositivo para la medición descrita. Se ha seleccionado un motor de baja potencia y baja resistencia en el bobinado (genera poca tensión), para evitar en la medida de lo posible que la resistencia interna altere el movimiento natural del perfil de las hélices.

Como acondicionador de señal se emplea un circuito amplificador de señal como seguidor de tensión. Para ello se emplea un circuito integrado de tipo LM358 que permite este tipo de configuración. Con ello se consigue, entre otras cosas, aislar la DAQ del dispositivo de

medición para evitar un eventual problema que lo dañara. La tensión de alimentación empleada para alimentar el circuito es de 5V procedente de la placa Arduino Uno.

### 6.3.2 BLOQUE SENSOR TEMPERATURA 1 Y 2

Los bloques de sensores de temperatura cableados se abordan juntos ya que disponen de la misma configuración en ambos casos. Por lo tanto, la figura que aparece a continuación sería válida para ambos.



Figura 6.4. Bloque sensores de temperatura 1 y 2

Para la medición de las temperaturas en diferentes estancias, se ha optado por el empleo de sensores de tipo LM35.

El LM35 es un sensor que no requiere un acondicionador de señal muy complejo, de ahí que se haya seleccionado para implementar los controles de temperatura. Posee una baja impedancia de salida y una salida muy lineal de tensión dependiente de la temperatura. Su alimentación es en continua desde 4 a 20 V por lo que resulta adecuado. La baja potencia en la alimentación del mismo le confiere baja afección al autocalentamiento.

Como acondicionador de señal se emplea un circuito amplificador en configuración no inversora fundamentado en el amplificador operacional LM358. Se amplifica la señal para obtener mayor resolución de salida para enviar la señal a la DAQ.

Al igual que el anemómetro, en el caso de estos sensores de temperatura, la alimentación se toma directamente de la placa Arduino conectado a 5V.

### 6.3.3 BLOQUE SENSOR DE LUMINOSIDAD

Para la medición de la luminosidad ambiental, se emplea como base una fotorresistencia LDR "Light Dependent Resistor". Las fotorresistencias, disminuyen su resistencia interna con el incremento de la incidencia de la luz.

El efecto que genera este comportamiento con la luz es el denominado efecto fotoeléctrico. La composición de la fotorresistencia en base a semiconductores hace que, al incidir la luz sobre ella, los fotones otorguen determinada energía a los electrones para efectuar el salto a la banda de conducción como se observa en el circuito de la figura 6.5.

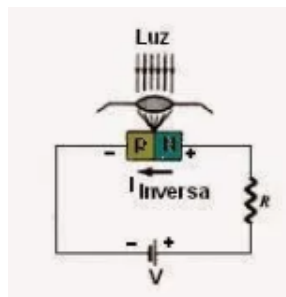


Figura 6.5. Fotorresistencia LDR

Las fotorresistencias son capaces de captar diferentes longitudes de onda desde el infrarrojo hasta la banda de ultravioleta. En el punto intermedio se encuentra como es sabido la longitud de onda del visible que es la que interesa en la aplicación que se está llevando a cabo en el presente proyecto. Espectro electromagnético en la figura 6.6 adjunta:

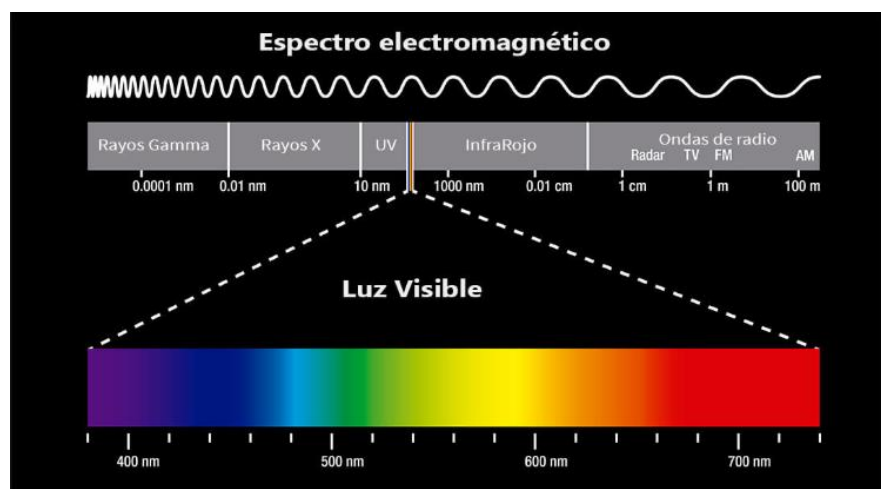


Figura 6.6. Espectro electromagnético

Aprovechando las características técnicas de las fotorresistencias se genera el siguiente bloque sensor que aparece en la figura 6.7 y que permite captar la luminosidad ambiental.

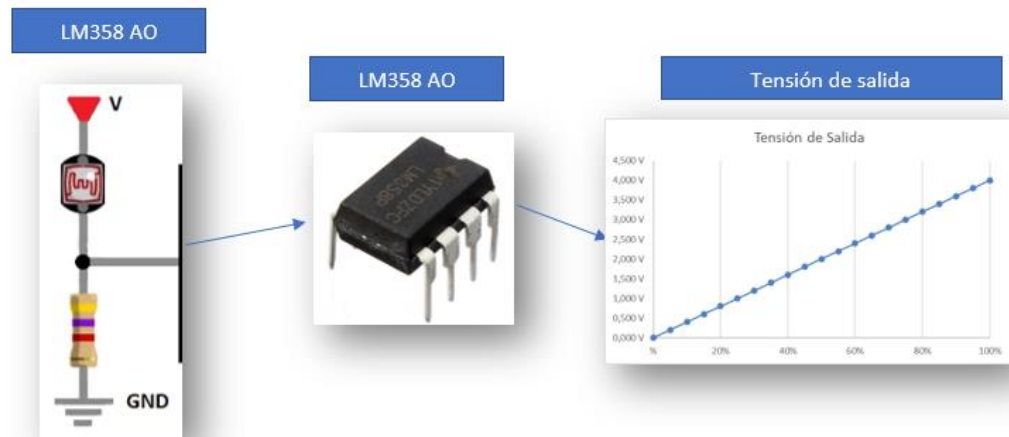


Figura 6.7. Bloque sensor luminosidad

El acondicionador de señal implementado para el sensor de luminosidad y que aparece en la figura 6.7 es muy sencillo. Se trata de un divisor de tensión generado con la LDR y una resistencia de valor fijo.

Por las características de la LDR descritas con anterioridad, la resistencia interna de la misma disminuye en relación al incremento de la incidencia directa de la luz. A medida que la luminosidad incidente aumenta, la tensión de salida del divisor de tensión irá incrementándose hasta llegar al máximo.

En la gráfica de la tensión de salida se ha escalado de 0 a 100% la incidencia de la luz visible del entorno sobre el dispositivo, por lo tanto:

- Escala 0% → Equivale a oscuridad total
- Escala 100% → Equivale a luminosidad total

Finalmente, y para aislar el circuito sensor de la tarjeta de adquisición de datos DAQ se emplea un circuito amplificador operacional en configuración de seguidor de tensión.

## 6.3.4 BLOQUE SENSOR DE TEMPERATURA REMOTO

Para el bloque del sensor de temperatura remoto, se ha de generar una fuente de alimentación que lo alimente. El diagrama de bloques de la estación remota se muestra en la figura 6.8.

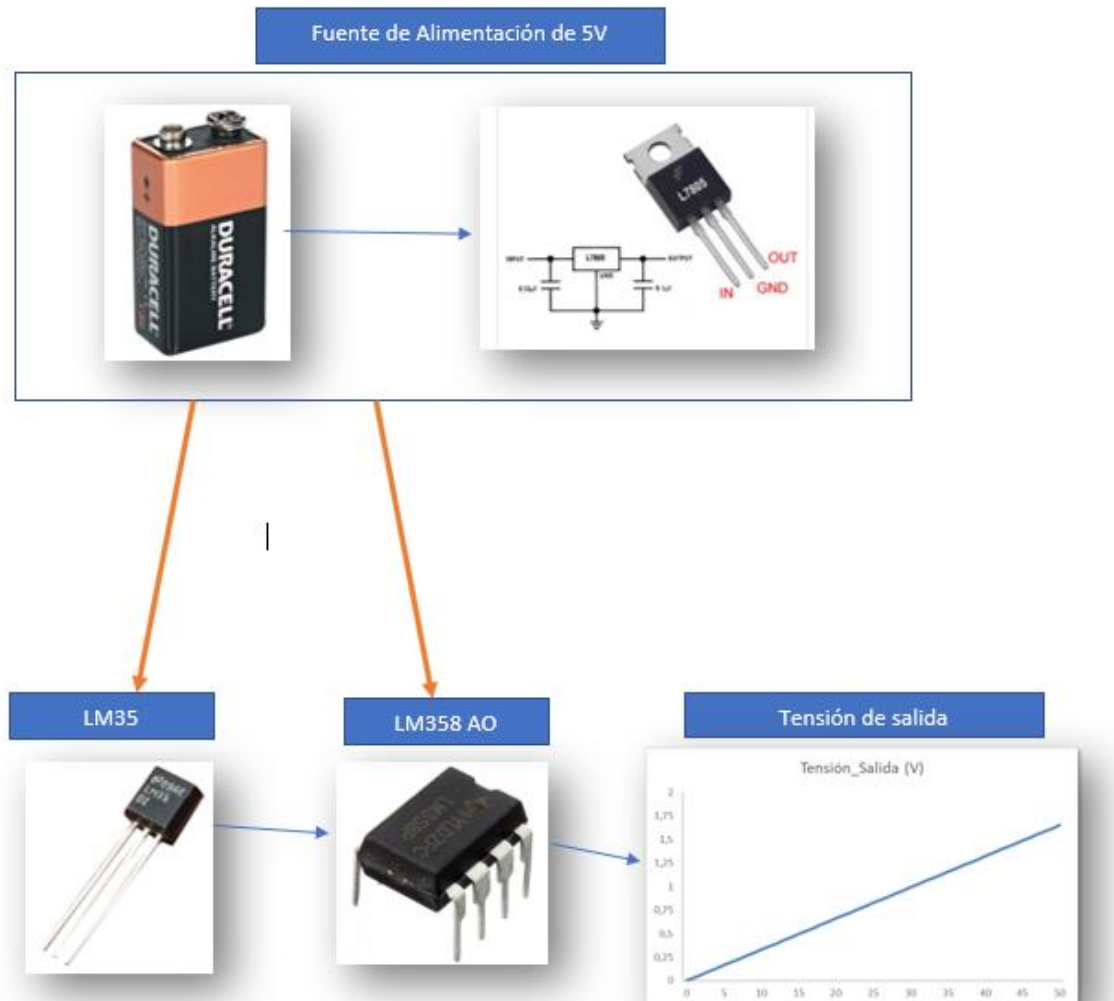


Figura 6.8. Bloque sensor temperatura remoto

Como se puede observar en la figura, para la generación de una fuente de tensión de 5V se emplea el circuito integrado L7805. Este otorga a su salida una tensión de 5V estable con una alimentación estable en su entrada por encima de 7V.

Como alimentación del circuito se emplea una pila de 9V que permite obtener una salida de 5V estable para alimentar el LM35, así como el amplificador operacional conectado en configuración no inversora.

La peculiaridad del sensor remoto es su conexionado al módulo XBee de comunicaciones desarrollado por mi compañero José Javier Estévez Santé en su proyecto “Sistema de comunicación XBee para una red de sensores”. Habrá que tener especial cuidado en los rangos de tensión obtenidos a la salida del acondicionador de señal, para no dañar el módulo inalámbrico.

### 6.3.5 BLOQUE MÓDULO XBEE INALÁMBRICO

En lo referente al módulo de comunicaciones inalámbrico XBee, únicamente se va a nombrar de manera general ya que es una competencia desarrollada en el proyecto nombrado anteriormente. Únicamente, señalar las características más generales.



Figura 6.9. Módulo XBee 2

Las características técnicas principales del módulo aparecen en la tabla adjunta 6.1.

Concepto	Rango / Tipo
Cobertura Interior/Exterior	Hasta 90m / Hasta 60m
Cobertura Exterior RF en línea Recta	Hasta 3200m / Hasta 1500m
Potencia de Transmisión de salida	50mW (+17dBm) 10mW (+10dBm)
Velocidad de transmisión datos RF	250 bps
Rendimiento en Datos	Hasta 35000 bps
Rendimiento Interfaz Serie	1200 bps -1Mbps
Sensibilidad Recepción	-102 dBm

Tabla 6.1. Características Técnicas Módulo XBee2

Posee considerables virtudes entre las que se pueden destacar las siguiente:

- Software gratuito sin aplicaciones concretas
- Consumo reducido
- Bajo coste de adquisición-mantenimiento
- Pequeño tamaño
- Alcance y velocidad considerables



### 6.3.6 BLOQUE MÓDULO DAQ ARDUINO UNO

Como tarjeta de adquisición de datos de bajo coste se emplea el módulo Arduino Uno. El Arduino UNO es un microcontrolador que basa su funcionamiento en el microprocesador ATmega328.

La placa dispone de las siguientes características técnicas que aparecen gráficamente en la figura 6.10.

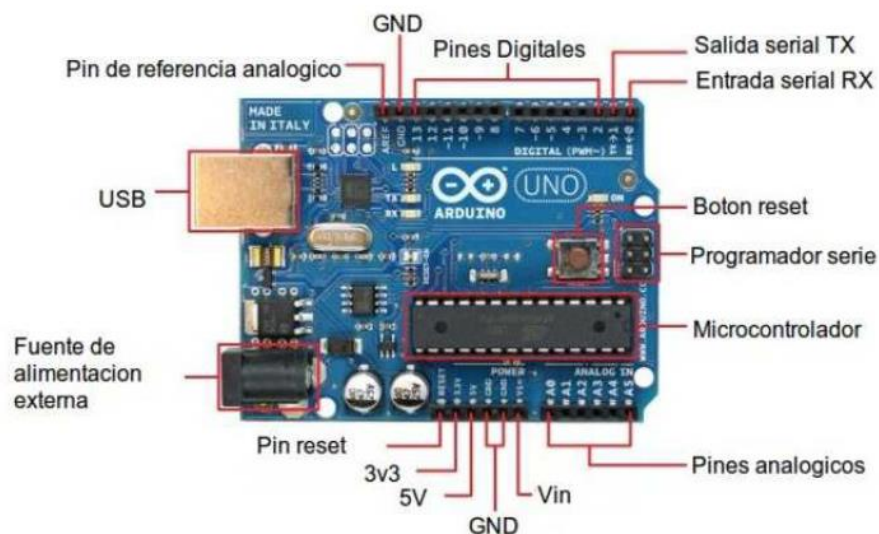


Figura 6.10. Placa Arduino Uno

- 14 pines de Entrada/Salida digitales (De las cuales 6 se pueden emplear para la generación de salidas digitales de tipo PWM "Pulse Width Modulation" Por otra parte existen 2 pines para la comunicación serie Rx y Tx.
- 6 pines de entrada analógicos (Los empleados en el proyecto para la adquisición de las señales provenientes de los sensores)
- 2 pines de alimentación de tensión continua (uno de 5V y otro de 3,3V). El pin de tensión que otorga 5V es el empleado para alimentar los módulos cableados.
- 2 pines de masa "GND".
- 1 pin de reset para aplicaciones en los que se necesita realizar un borrado.
- 1 pin de referencia analógico
- 1 pulsador físico para reiniciar el microcontrolador
- 1 puerto USB que dota de alimentación a la placa y que se emplea para llevar a cabo la comunicación con LabView.

- Conector de 2,1mm para la conexión a una fuente de alimentación externa para uso autónomo del dispositivo.
- 1 microcontrolador de tipo Atmega328.

Las especificaciones técnicas de la placa aparecen en la figura 6.10. En ella se pueden ver tanto las tensiones de alimentación como las intensidades permitidas. Estas características se tienen en cuenta a la hora de dimensionar los módulos para evitar dañar la placa.

Concepto	Rango / Tipo
Microcontrolador	ATmega328
Tensión de Funcionamiento	5V
Alimentación Externa (Recom)	[7 - 12]V
Límite tensión Alimentación	[6 - 20]V
Pines Digitales I/O	14 (6 PWM)
Pines Analógicos I	6
Intensidad de Corriente I/O	40 mA
Intensidad de Corriente Alim 3,3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (Atmega 328)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad Procesador	16 MHz

Tabla 6.2. Características de la placa Arduino Uno

## 7 HERRAMIENTAS SOFTWARE

Para el desarrollo y realización de este proyecto se han utilizado diferentes herramientas software informáticas. Estos se han utilizado, por un lado, para la realización de las simulaciones en el desarrollo de los circuitos sensores y acondicionadores de señal. Por otro lado, también se han empleado programas para establecer la comunicación entre la DAQ y la pantalla de explotación.

Los programas empleados se detallan a continuación.

## 7.1 PROTEUS

Proteus es un entorno software de automatización de diseño electrónico. En el se han simulado los módulos sensores empleados, así como la generación de las posibles placas a implementar en el futuro.

Se ha empleado por ser una herramienta muy intuitiva y con una librería hardware bastante extensa que facilita en gran medida la labor del diseño. En la figura 6.11 aparece el detalle de un diseño llevado a cabo durante el proyecto.

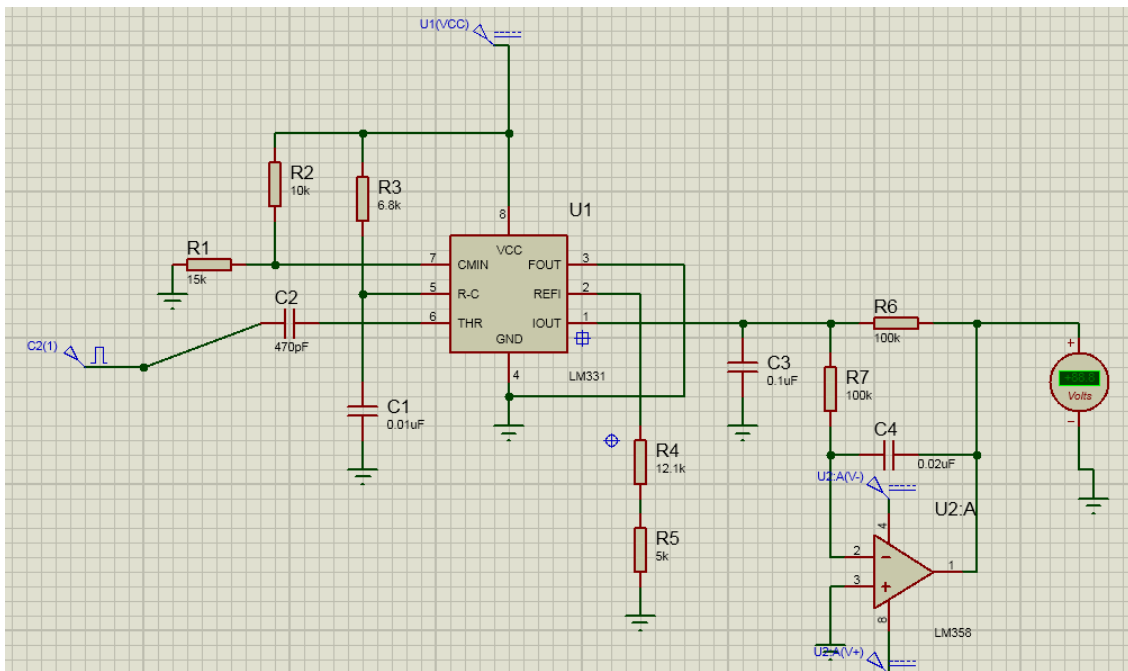


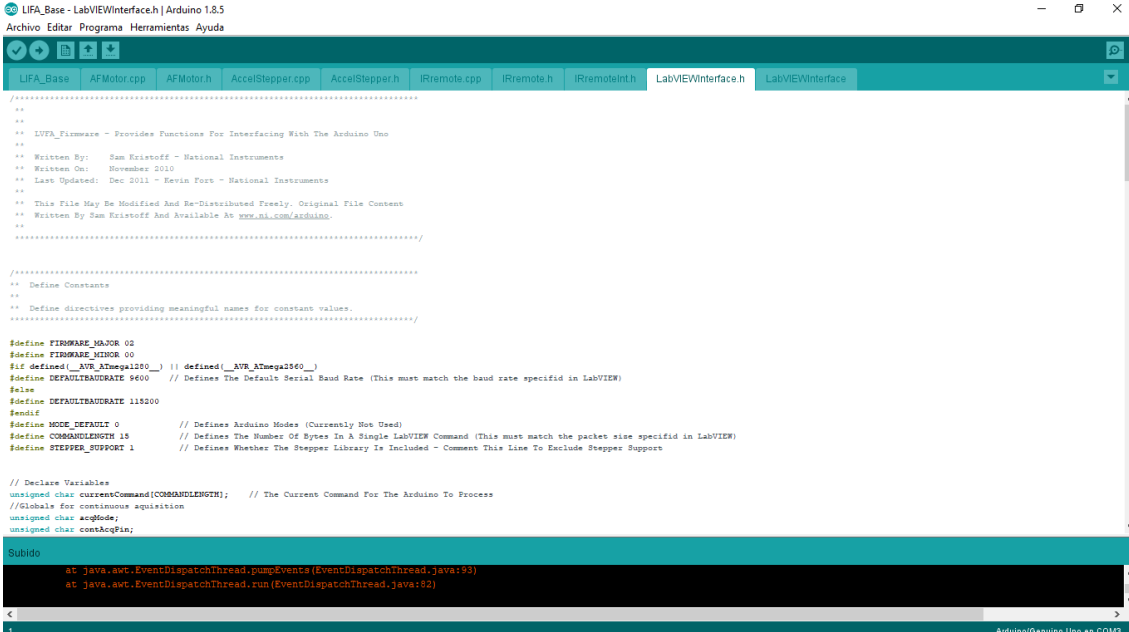
Figura 6.10. Pantalla Proteus

## 7.2 ARDUINO IDE

El entorno de programación empleado por la plataforma Arduino para todos sus dispositivos es libre y de uso abierto. Se trata de una aplicación multi-plataforma escrita en *Java* que consta de las siguientes partes:

- Editor de código
- Un compilador
- Un depurador
- Constructor de interfaz gráfica

Dentro del proyecto la utilidad que se le ha dado es el volcado del algoritmo de control que ha permitido establecer la comunicación entre Arduino y LabView a través del puerto serie. Un ejemplo de la interfaz del IDE de Arduino es el que aparece en la figura 6.11.



```

LIFA_Base - LabVIEWInterface.h | Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

LIFA_Base AFMotor.cpp AFMotor.h AccelStepper.cpp AccelStepper.h IRremote.cpp IRremote.h IRremoteInt.h LabVIEWInterface.h LabVIEWInterface

.....
**
** LIFA_Firmware - Provides Functions For Interfacing With The Arduino Uno
**
** Written By: Sam Kristoff - National Instruments
** Written On: November 2010
** Last Updated: Dec 2011 - Kevin Fort - National Instruments
**
** This File May Be Modified And Re-Distributed Freely, Original File Content
** Written By Sam Kristoff And Available At www.ni.com/arduino
**
.....

.....
** Define Constants
**
** Define directives providing meaningful names for constant values.
.....

#define FIRMWARE_MAJOR 02
#define FIRMWARE_MINOR 00
#if defined(__AVR_ATmega1280__) || defined(__AVR_ATmega2560__)
#define DEFAULTBAUDRATE 9600 // Defines The Default Serial Baud Rate (This must match the baud rate specified in LabVIEW)
#else
#define DEFAULTBAUDRATE 115200
#endif
#define MODE_DEFAULT 0 // Defines Arduino Modes (Currently Not Used)
#define COMMANDLENGTH 15 // Defines The Number Of Bytes In A Single LabVIEW Command (This must match the packet size specified in LabVIEW)
#define STEPPER_SUPPORT 1 // Defines Whether The Stepper Library Is Included - Comment This Line To Exclude Stepper Support

// Declare Variables
unsigned char currentCommand[COMMANDLENGTH]; // The Current Command For The Arduino To Process
//Globle for continuous acquisition
unsigned char acqMode;
unsigned char contAcqPin;

Subido
at java.awt.EventQueueThread.pumpEvents(EventDispatchThread.java:93)
at java.awt.EventQueueThread.run(EventDispatchThread.java:82)

```

Figura 6.11. Interfaz Arduino IDE

### 7.3 LABVIEW

LabView (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) es una plataforma de software cerrado que emplea un entorno de programación de tipo gráfico. Es una plataforma ideal para la adquisición, control, análisis, tratamiento y presentación de datos.

En el caso del proyecto que nos ocupa se ha desarrollado una pantalla de explotación a partir de los datos obtenidos a través de la DAQ de bajo coste. La configuración de la adquisición de datos se hace en el propio entorno gráfico del programa. Para ello se hace necesaria la descarga de determinados paquetes de librerías.

Un ejemplo de la interfaz gráfica de diseño, así como la pantalla de explotación aparecen en las figuras 6.12 y 6.13 respectivamente.

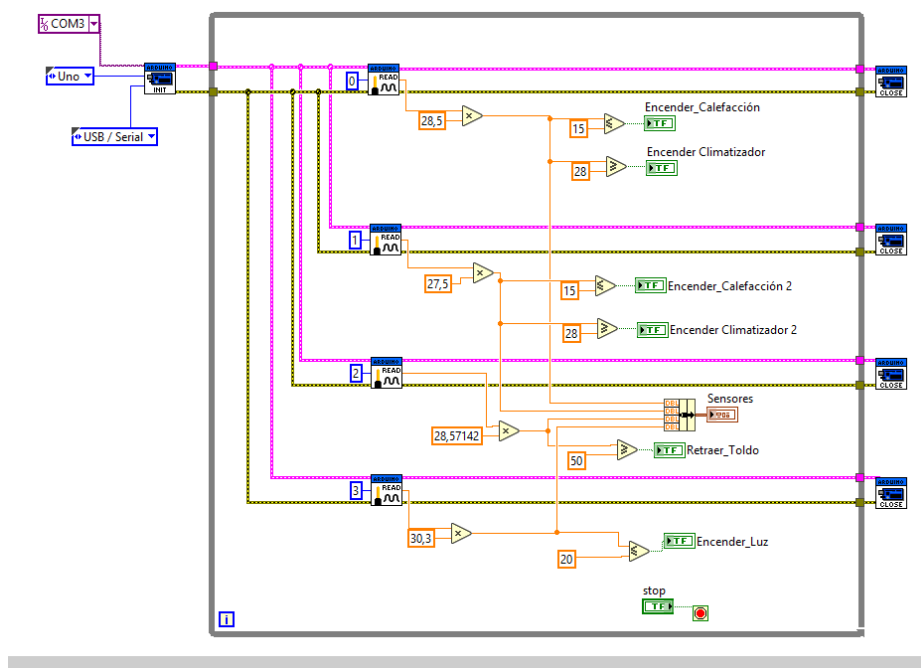


Figura 6.12. Interfaz Gráfica Diseño LabView

Se ha tomado la representación de la pantalla generada en el proyecto como ejemplo. En ella se observa como la programación se lleva a cabo mediante el empleo de diagramas de bloques.

Esta programación se hace muy intuitiva ya que recuerda en esencia a los sistemas secuenciales.

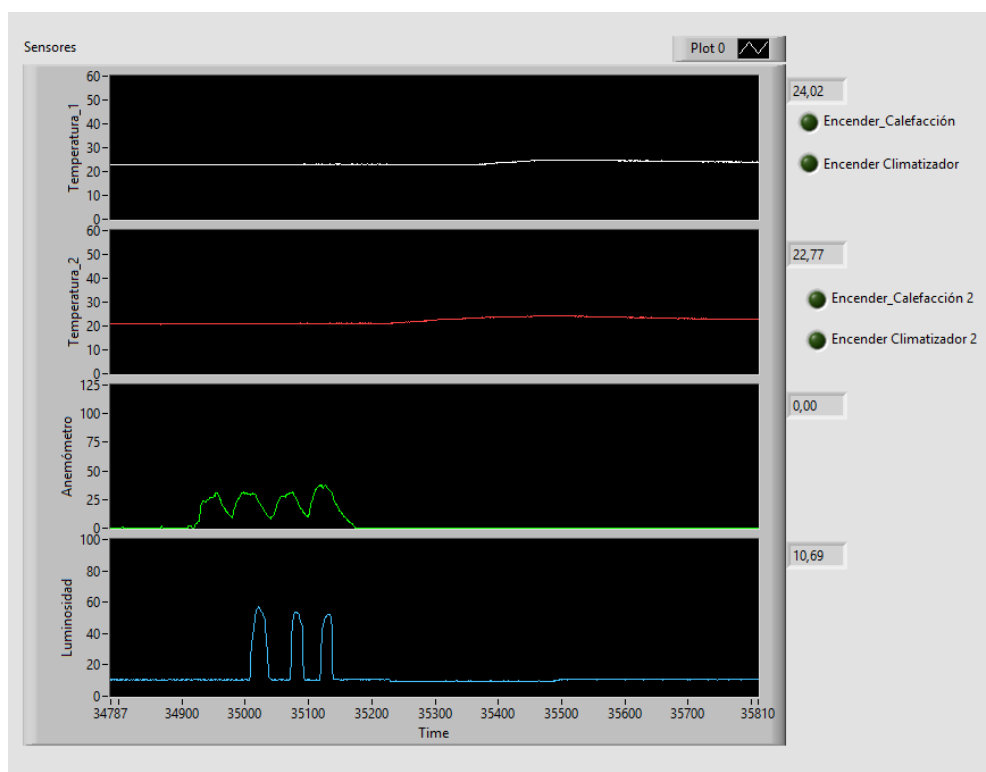


Figura 6.13. Interfaz Pantalla Explotación LabView

En la figura 6.13 se observa la pantalla de explotación generada en el proyecto. Se observa cómo se van registrando los datos de manera gráfica y ordenada por tipo de sensor.

## 8 MEJORAS PLANIFICADAS A FUTURO

Una de las principales mejoras a futuro y que sería interesante abordar es la generación de módulos inalámbricos para todos los sensores. La generación de una estación conjunta con varios sensores sería también una opción para aprovechar los recursos.

Por otra parte, la implementación de placas para cada módulo también es un punto que se debería tener en cuenta a futuro ya que en el presente proyecto se ha optado por la opción de prototipado rápido. Con ello, se podría incluso optar por el montaje SMD para reducir al máximo el consumo y el espacio necesario para los módulos.

La alimentación empleando placas solares como recurso energético sostenible también sería un buen planteamiento. Como algún módulo va colocado en el exterior de la vivienda se puede aprovechar este recurso energético.

Empleo de software LabView RT para monitorización en tiempo real. Sería una opción de calidad si se necesita desarrollar una aplicación de mayor exactitud.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

---

Para la realización del presente trabajo fin de grado se han consultado las siguientes referencias bibliográficas.

- Essic. J. (2013). *LabVIEW for Scientists and Engineers*. New York. Oxford University Press.
- Malvino. A., Bates. D.J. (2007). *Principios de electrónica analógica*. Madrid. McGraw-Hill / Interamericana.
- Floyd. Thomas.L. (2002). *Fundamentos de Sistemas Digitales*. Madrid. Prentice Hall.
- Barambones. O. (2004). *Sistemas Digitales de Control*. Zarautz. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Swartch. M (2014). *Programming Arduino with LabView*. Packt Publishing.

En lo relativo a páginas web de consulta la relación es la siguiente:

- [1] <https://www.arduino.cc/>
- [2] <http://www.ni.com/es-es/support.html>
- [3] <https://forum.arduino.cc/index.php?board=32.0>
- [4] <https://www.forosdeelectronica.com/>