

Instituto Tecnológico de Morelia

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PROGRAMA DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DATA LOGGER,
PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE
VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA LA
PLANIFICACIÓN ÓPTIMA DE SISTEMAS DE
GENERACIÓN EÓLICOS Y FOTOVOLTAICOS.”

T E S I S

que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica

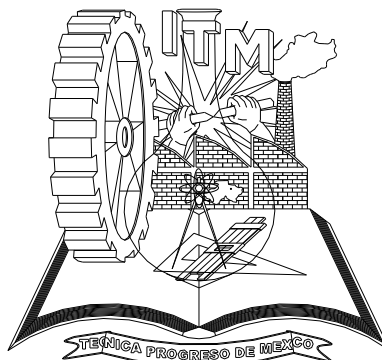
presenta

Hugo Enrique Parra López

Director de Tesis

Mc. Luis Eduardo Ugalde Caballero

Morelia Michoacán, Febrero de 2010



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica



Dirección General de Educación Superior Tecnológica

RESUMEN

Esta tesis presenta el diseño y construcción de un dispositivo electrónico (hardware y software) para la medición de las principales variables atmosféricas y el estudio de nuevos campos de generación de energía eólica y fotovoltaica llamado "*data logger*". Como antecedente se presenta una panorámica del uso de energía renovable en México y el mundo, la cual muestra el consumo y producción de las fuentes de energía convencionales y renovables más utilizadas.

El *data logger* diseñado en este trabajo, fue creado para la medición de de 4 variables atmosféricas (luminosidad, velocidad de viento, temperatura y humedad). Tiene la capacidad de guardar los datos medidos en una memoria por 1 año en intervalos de 1 hora entre cada muestra, se comunica con la computadora mediante el protocolo de comunicación serial RS232 para transferir los datos almacenados para un mejor proceso, graficas y modelos sobre la base de datos.

En este proyecto se utilizaron 3 sensores (fotorresistencia, sensor de humedad y temperatura "chip cap CCL", anemómetro de 3 aspas acoplado) para medir las variables atmosféricas e integrarlas al convertidor analógico/digital del microprocesador PIC18F4550. La construcción del dispositivo se basa principalmente en cuatro etapas: Medición (sensores), Almacenamiento (memoria asíncrona AT24C512), Comunicación (circuito MAX232) y suministro de energía (batería de 6V-4A).

Se realizaron pruebas con la estación meteorológica *Vantage Pro2* para llevar a cabo una comparación con el dispositivo diseñado, obteniendo resultados satisfactorios con un mínimo margen de error.

La medición de variables atmosféricas con estaciones portátiles es una gran oportunidad para explorar nuevos campos de generación de fuentes renovables para determinar los lugares óptimos para la implementación de pequeñas estaciones de generación eólica y fotovoltaica.

Resumen	i
Índice de figuras	ii
Índice de tablas	iv
Glosario	v
1 INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes	1
1.2 El consumo mundial de las fuentes renovables	2
1.3 El protocolo de Kyoto	6
1.4 Política energética en México sobre fuentes renovablesAntecedentes	7
1.5 Las energías renovables en datos y cifras	8
1.6 Instrumentos de medición para los campos de generación con energías alternas	10
1.6.1 Características del data logger	11
1.6.2 Data logger básico CR510	13
1.6.3 Data logger CR 7700X	14
1.6.4 Data logger CR5000	14
1.6.5 Micrologger CR3000.....	16
1.6.6 Data logger Mark	17
1.6.7 Data logger Microlog.....	18
1.6.8 Data logger Omega	19
1.7 Objetivo	20
1.8 Justificación	20
1.9 Descripción de los capítulos	22
2 DISEÑO DEL DATA LOGGER	
2.1 Introduccion.....	24
2.2 Descripción de los parámetros a medir (variables físicas)	24
2.2.1 Velocidad del viento.....	24
2.2.1 Aparatos de medición de velocidad de viento.....	25
2.2.2 Sensor de velocidad de viento	25
2.2.2 Luminosidad	26
2.4.2.1 Unidades de medición de luminosidad	27
2.4.2.2 Sensor de luminosidad	27

2.2.3	Temperatura	28
2.3.3.1	Equilibrio tèrmico	28
2.3.3.2	Unidad de medici3n de temperatura	29
2.3.3.3	Medidores	29
2.3.3.4	Sensor de temperatura y humedad (chip cap ge sensor)	30
2.2.4	Humedad	30
2.2.4.1	Parámetros t3picos para determinar la humedad	31
2.3	Diagramma a bloques del data loggers	31
2.4	Sensores	32
2.4.1	Sensor de luminosidad	32
2.4.2	Sensor de humedad y temperatura	33
2.4.3	Sensor de velocidad de viento	34
2.5	Energizaci3n	36
2.6	Almacenamiento de datos	36
2.7	Comunicaci3n con la computadora personal	37
2.8	Materiales utilizados	38
3 SOFTWARE DEL DATA LOGGER		
3.1	Introducci3n	43
3.2	Conversi3n anal3gica digital A/D	43
3.3	Rutina de visualizaci3n	46
3.4	Rutina de cntrol de botones	48
3.5	Rutina de almacenamiento y lectura de datos	51
3.6	Rutina de MAX 232	53
3.7	Diagrama general del data logger	55
4 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL DATA LOGGER		
4.1	Introducci3n	57
4.2	Modo de operaci3n	57
4.2.1	Energizaci3n del data logger.....	57
4.2.2	Mensajes de inicio	58
4.2.3	Modo de configuraci3n	59
4.2.4	Lectura de datos almacenados	61
4.2.5	Envio de datos de la memoria a la computadora personal.....	62

4.3 Resultado estación meteorológica vs data logger 65

5 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

5.1 Conclusión 70

5.2 Aportaciones 70

5.3 Trabajos futuros 71

REFERENCIAS

APENDICES (incluidos en un disco compacto)

APENDICE A

APENDICE B