

Contenido

1	RESUMEN.....	4
1.	Capítulo 1. Presentación	5
1.1	Introducción	5
1.2	Planteamiento del problema.....	5
1.3	Objetivos	6
1.3.1	General	6
1.3.2	Específicos	7
1.4	Justificación	7
1.5	Estado del arte.....	8
1.5.1	Dataloggers en la actualidad	9
1.5.2	Equipos que actualmente maneja el CICY	12
1.5.3	Limitaciones de los Dataloggers ambientales	14
2	Capítulo 2 Marco teórico.....	16
2.1	Características de un Datalogger	16
2.1.1	Sensores y Detectores	19
2.1.2	Acondicionamiento de la Señal.....	21
2.1.3	Convertidores Analógico - digital.....	21
2.1.4	Microcontrolador	22
2.1.4.1	Procesador	22
2.1.4.2	Periféricos Entrada/Salida.....	23
2.1.4.3	Tipos de Memoria.	23
2.1.5	Etapa de Almacenamiento	24
2.1.6	Modo Básico de funcionamiento del sistema de un Datalogger	26
2.1.7	Interfaz de comunicación HMI de un Datalogger.....	28

2.1.8	Características esenciales de un Datalogger	28
2.1.9	Dispositivos y Estrategias de Bajo Consumo para Dataloggers Ambientales	29
2.1.10	Alimentación de un Datalogger	30
3	Capítulo 3. Metodología.....	33
3.1	Métodos	33
3.1.1	Estándares de los sensores	35
3.1.1.1	Comunicación de los sensores con el microcontrolador	35
3.1.1.2	Características de un Sensor	36
3.1.1.3	Estándar a usar en temperatura	37
3.1.1.4	Estándar a usar en la humedad	37
3.1.2	Batería de LiPo.....	39
3.1.3	Comunicación Inalámbrica Bluetooth en microcontroladores.....	39
3.2	Materiales Utilizados	41
3.2.1	Dispositivos y Software del prototipo a implementar.....	41
3.2.1.1	Firebeetle 2 ESP32-E	41
3.2.1.2	Sensor AHT10.....	43
3.2.1.3	Modulo para MicroSD Mini Arduino TresD Print Tech	45
3.2.1.4	Modulo RTC DS1302	46
3.2.2	Conexión de los equipos y dispositivos del prototipo a implementar...	48
3.3	Diseño del PCB.....	49
3.4	Programación del Sistema del Datalogger.....	52
3.5	Integración de los dispositivos en la caja.....	61
4	Capítulo 4. Pruebas y Resultados	66
4.1	Resultados de pruebas de registro de datos.....	66

4.1.1	Pruebas de Medición de Temperatura y Humedad	66
4.1.2	Pruebas de almacenamiento de datos en la memoria MicroSD	74
4.2	Pruebas de comunicación Bluetooth con la App	76
4.3	Pruebas de Consumo de Energía	88
5	Conclusiones	91
6	Referencias	93
7	Apéndices	97
7.1	Apéndice A Glosario	97
7.2	Apéndice B Tablas de Presupuesto.....	99
7.3	Apéndice C Código en Arduino IDE	100

Índice de Figuras

Figura 1.1 Logger de datos Log100 de pce-iberica.....	10
Figura 1.2 Kit de Estación Meteorológica HOBO.....	11
Figura 1.3 Sensor Onset hobo S-LIA-M003.....	12
Figura 1.4 Sensores de IButton.....	13
Figura 2.1 Registrador circular Dickson.....	17
Figura 2.2 Datalogger con wifi de la marca Elitech.....	18
Figura 2.3 Esquema de las partes de un Datalogger.....	19
Figura 2.4 Ejemplo de un sensor (derecha) y un detector (izquierda) muy comunes para microcontroladores.....	20
Figura 2.5 Tarjetas SD, miniSD y microSD.....	25
Figura 2.6 Partes de un Datalogger.....	26
Figura 2.7 Diagrama de Flujo de un Datalogger.....	27
Figura 2.8 Ejemplo de un solo sensor de temperatura y humedad económico y resistente de bajo consumo.....	30
Figura 2.9 Ejemplo de algunas baterías utilizadas con gran capacidad de carga para desarrollo de proyectos de tamaño reducido.....	32
Figura 2.10 Tiras de conectores Pin Header Hembra izquierda y Macho Derecha.....	33
Figura 2.11 Modulo Bluetooth HC-06.....	40
Figura 3.1 Firebeetle 2 ESP32-E.....	43
Figura 3.2 Sensor de Temperatura y Humedad AHT10.....	45
Figura 3.3 Modulo para MicroSD.....	46
Figura 3.4 RTC DS1302.....	48
Figura 3.5 Conexiones de dispositivos de la placa.....	48
Figura 3.6. PCB principal del Datalogger.....	49
Figura 3.7 Pistas de cobre de la placa PCB.....	50
Figura 3.8 Bases y entradas de los pines de los dispositivos del control vista superior de la placa.....	51
Figura 3.9 Vista superior de los dispositivos insertados en la placa.....	52
Figura 3.10 Diagrama del programa principal del Datalogger.....	53

Figura 3.11 Diagrama de la función “Calculo de Fecha”.....	55
Figura 3.12 Diagrama de la función “Conexión Bluetooth”.....	60
Figura 3.13 Diagrama de la función Lectura.....	61
Figura 3.14 Caja Impermeable de plástico con cubierta transparente.....	62
Figura 3.15 Primer nivel de la caja con Batería y tornillos fijados en los postes.....	63
Figura 3.16 Diseño final de la primera etapa del Datalogger con terminales de corriente y dispositivos conectados a la placa en el segundo nivel de la caja.....	64
Figura 3.17 Diseño final de la primera etapa del Datalogger Ambiental con terminales de corriente y dispositivos conectados.....	65
Figura 4.1 Grafica comparativa de los valores de temperatura obtenidos por ambos sensores.	69
Figura 4.2 Grafica de Diferencia de medidas de Temperatura entre el Datalogger y el sensor del CICY.	69
Figura 4.3 Grafica comparativa de los valores de Humedad Relativa obtenidos por ambos sensores.	73
Figura 4.4 Grafica de diferencia de medidas de Humedad relativa entre el Datalogger y el sensor del CICY.	73
Figura 4.5 Archivo de texto con los datos registrados.	75
Figura 4.6 APP Terminal de Bluetooth mostrando los valores de temperatura y humedad del Datalogger Ambiental en tiempo real.	77
Figura 4.7 Monitor Serie de Arduino IDE mostrando el momento en el que el datalogger entra función de conexión por bluetooth.....	78
Figura 4.8 APP Terminal de Bluetooth mostrando los valores de la Fecha y Hora elegidos por un usurario para ajustar el reloj.....	79
Figura 4.9 Monitor Serie de Arduino IDE mostrando el momento en el que se asigna el Ajuste de Fecha.	80
Figura 4.10 APP Terminal de Bluetooth mostrando el nuevo periodo de muestreo en 30 segundos.....	81
Figura 4.11 Monitor Serie de Arduino IDE mostrando el momento en el que se cambia el Periodo de Muestreo.	82

Figura 4.12 APP Terminal de Bluetooth mostrando los valores de la Fecha y Hora elegidos para la primera lectura.....	83
Figura 4.13 Monitor Serie de Arduino IDE mostrando el momento en el que se asigna una Fecha de Inicio de lectura.	84
Figura 4.14 APP Terminal de Bluetooth mostrando los valores desde el principio hasta el final alojados en el archivo de texto en la SD.....	85
Figura 4.15 Monitor Serie de Arduino IDE mostrando el momento en el que se realiza la descarga de datos.....	86
Figura 4.16 APP Terminal de Bluetooth mostrando el momento en que se desconecta del dispositivo por medio de “Adiós”.	87
Figura 4.17 Monitor Serie de Arduino IDE mostrando el momento en el que se Borran los datos.	88
Figura 4.18 Medición de consumo de corriente del datalogger en modo sleep.	89
Figura 4.19 Medición de consumo de corriente eléctrica del Datalogger cuando se establece conexión por Bluetooth.	90

Índice de Tablas

Tabla 1. Pines I2C.	35
Tabla 2. Pines del BUS SD.....	38
Tabla 3. Pines del puerto SPI.	38
Tabla 4. Pines de un módulo Bluetooth.....	40
Tabla 5. Pines de un módulo RTC DS1302.	47
Tabla 6. Comparación de valores de Temperatura del Datalogger.	68
Tabla 7. Comparación de valores de Humedad Relativa del Datalogger.	72

RESUMEN

En este trabajo se presenta el prototipo de un sistema para registrar datos del medio ambiente, que reemplazará a los equipos y sensores actualmente utilizados por los investigadores del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) para el estudio de las condiciones ambientales de las áreas de distribución de la flora de la península de Yucatán.

El prototipo se encarga de medir 3 datos: temperatura, humedad relativa y radiación fotosintéticamente activa (PAR, por sus siglas en inglés), por medio del uso de sensores colocados en conjunto y en un solo equipo, que registra datos y los envía a una sola unidad donde son procesados y almacenados en un paquete de datos en una memoria SD.

Los datos almacenados pueden ser transferidos con la aplicación APP Inventor a cualquier dispositivo por medio de comunicación inalámbrica vía Bluetooth o Wifi (según lo permita la zona) a cualquier dispositivo portátil (Smartphones, Laptops, Tablet) con la suficiente memoria y acceso a la app podrá ver los datos registrados.

La configuración de estas tres mediciones en un sólo equipo y su vinculación con dispositivos portátiles puede hacer más eficiente el trabajo en condiciones de campo.

Así mismo, por medio de este dispositivo los investigadores podrán contar con un equipo que cuenta con una mayor capacidad de almacenamiento y mayor tiempo de vida útil, más eficiente y en una interfase más amigable para obtener los datos almacenados.