

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	I
Abstract.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimientos.....	IV
Tabla de contenido.....	1
Índice de figuras	4
Índice de tablas	6
Capítulo 1 Introducción	7
1.1. Introducción General	8
1.2. Objetivos Generales	9
1.3. Objetivos Específicos.....	9
1.4. Metodología	11
1.5. Alcances	12
1.6. Resultados esperados	13
Capítulo 2 Componentes electrónicos y Comunicación Digital.....	14
2.1. Hardware Arduino.	15
2.1.1. Comunicación SPI:.....	15
2.1.2. Comunicación I ² C:.....	16
2.1.3. Comunicación Serial.....	17
2.1.4. Lectura/Escritura de datos digitales.	17
2.1.5. Lectura análoga:.....	18
2.1.6. Salidas PWM:	20
2.2. XBee	23
2.3. Módulo GPRS.....	27
2.4. Módulo LCD	30

2.5. Shield Arduino RTC + MicroSD	31
2.6. Sensor de humedad EC-5.....	33
2.7. Otros elementos	35
2.8. Software	35
2.8.1. Arduino	35
2.8.2. X-CTU	37
Capítulo 3 Prototipos.	39
3.1. Prototipo con sensor de humedad EC-5.....	40
3.1.1. Programa para prototipo sensor de humedad EC-5.....	45
3.1.2. Calibración de resultados entregados por sensor EC-5.....	46
3.2. Prototipo Final.	50
Capítulo 4 Resultados.	57
4.1. Prototipo sensor EC-5	58
4.2. Prototipo Final	60
Capítulo 5 Conclusiones y trabajo futuro.	66
5.1. Conclusiones	67
5.2. Trabajo futuro	68
Glosario	70
Bibliografía.....	71
Anexos	- 1 -
Otro Software Utilizado.....	- 2 -
ISIS Proteus	- 2 -
Eagle 5.12.0.....	- 2 -
RoutePro 2008	- 4 -
Fritzing	- 6 -
Equipos y Herramientas	- 7 -
Bungard CCD MTC.....	- 7 -

Instalación y uso de Software Arduino en entorno Microsoft Windows.....	- 9 -
Programas para Arduino	- 9 -
Programa Arduino Uno R3 para sensor EC-5:.....	- 10 -
Programa Arduino Mega 2560 para Nodo Central.....	- 11 -
Programa Arduino Fio para Nodo Sensor	- 14 -
Programa Arduino UNO RTC DS1307	- 16 -
Programa Arduino UNO RTC DS1340z.....	- 19 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de conexión SPI; 1 maestro, 3 esclavos.	16
Figura 2: Esquema de conexión I ² C; 1 maestro, 3 esclavos.	17
Figura 3: Equivalencia analógica digital.	19
Figura 4: Ejemplos de ciclos de trabajo PWM.....	20
Figura 5: Arduino Uno R3.....	21
Figura 6: Arduino FIO.....	21
Figura 7: Arduino Mega 2560.....	21
Figura 8: XBee Pro Digimesh 2.4 GHz.....	24
Figura 9: Topología Mesh utilizando ZigBee con módulos XBee S2.....	25
Figura 10: Topología Mesh utilizando Digimesh.....	26
Figura 11: Shield XBee desarrollado por MCI.....	26
Figura 12: Módulo Celular GSM/GPRS GM862-QUAD.....	28
Figura 13: <i>Shield</i> GM862-QUAD.....	29
Figura 14: LCD 16x2 HD44780.....	30
Figura 15: <i>Shield</i> Arduino LCD de DFRobot.....	31
Figura 16: Shield Arduino RTC + MicroSD MCI.....	32
Figura 17: Shield MicroSD SparkFun Electronics.....	32
Figura 18: Sensor de humedad EC-5.....	33
Figura 19: Plug 3.5 de sensor EC-5.....	34
Figura 20: Cables sensor EC-5.....	34
Figura 21: Ventana principal de Ide Arduino.....	36
Figura 22: Ventana principal de XCTU.....	38
Figura 23: Diagrama de flujo prototipo sensor.....	40
Figura 24: Modificación de Shield microSD para Arduino (vista inferior).	42
Figura 25: Modificación de Shield microSD para Arduino (vista superior).	42
Figura 26: Esquema de un transistor NPN 2N2222.....	43
Figura 27: Caracterización de elementos para la alimentación del sensor EC-5.....	43
Figura 28: Montaje de placa <i>Shield RTC + microSD</i>	44
Figura 29: Prototipo terminado para sensor EC-5.....	45

Figura 30: Ajuste de datos obtenidos del sensor EC-5 y el WVC teórico.....	49
Figura 31: Prototipo Nodo Gateway.....	53
Figura 32: Prototipo Nodo Sensor en detalle.....	54
Figura 33: Prototipos Nodos Sensores.....	54
Figura 34: Diagrama de flujo de nodo central.....	55
Figura 35: Diagrama de flujo de nodo sensor.....	56
Figura 36: Gráfica de datos obtenidos por el sensor.	59
Figura 37: Ubicación de terreno de prueba de comunicación.	61
Figura 38: Medición de distancia en comunicación punto a punto.	61
Figura 39: Configuración Malla Parcial.	62
Figura 40: Configuración Malla Parcial.	62
Figura 41: Configuración Malla Completa.....	62
Figura 42: Recepción de datos en equipo móvil.....	63
Figura 43: Isis Proteus	- 2 -
Figura 44: Navegador de Eagle 5.12.0	- 3 -
Figura 45: Esquemático de un circuito realizado en Eagle 5.12.0	- 4 -
Figura 46: Diseño de una PCB en Eagle 5.12.0	- 4 -
Figura 47: Pantalla de configuración de herramienta de RoutePro 2008.	- 5 -
Figura 48: Pantalla de configuración de área de trabajo de RoutePro 2008.....	- 5 -
Figura 49: Pantalla de visualización de trabajo de CNC CCD en RoutePro 2008.	- 6 -
Figura 50: Fritzing	- 7 -
Figura 51: Fotografía de CNC Bungard CDD MTC realizando diseño de PCB.....	- 8 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de Arduinos utilizados.	22
Tabla 2: Descripción de XBee Pro Digimesh 2.4 GHz	24
Tabla 3: Descripción de módulo GM862 QUAD.....	27
Tabla 4: Especificaciones técnicas de <i>Shield LCD</i> de DFRobot	31
Tabla 5: Pines Shield microSD + RTC y Shield microSD	33
Tabla 6: Especificaciones técnicas sensor ECH2O EC-5 de Decagon Devices.	34
Tabla 7: Listado de componentes registrador de datos (sin conexión <i>mesh</i>)	41
Tabla 8: Datos obtenidos para la calibración del sensor EC-5.	48
Tabla 9: Listado de componentes nodo central de “ <i>mesh</i> ”, incluye Gateway.....	51
Tabla 10: Listado de componentes de un nodo sensor.	52
Tabla 11: Datos obtenidos del Sensor EC-5	58
Tabla 12: Consumo máximo de corriente de prototipo para sensor EC-5.....	59
Tabla 13: Consumo máximo de corriente de Prototipo Nodo Central (<i>Mesh</i>).....	64
Tabla 14: Consumo máximo de corriente, Prototipo Nodo Sensor EC-5 (<i>Mesh</i>)	65
Tabla 15: Especificaciones técnicas de máquina CNC Router.....	- 8 -