



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
ESTACIÓN ACUÁTICA AUTOSUSTENTABLE MEDIANTE ENERGÍA
SOLAR, QUE PERMITE VÍA RF ADQUIRIR DATOS METEOROLÓGICOS
EN TIEMPO REAL**

**AUTOR:
XAVIER ANTONIO LASCANO FILIÁN**

**DIRECTOR:
ING. CARLOS BÓSCUEZ**

GUAYAQUIL, AGOSTO DE 2014

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Xavier Antonio Lascano Filián, portador de la cédula de ciudadanía No. 0921975702; declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que no ha sido presentado con anterioridad para ninguna calificación o grado profesional; soy responsable de las ideas, conceptos desarrollados y resultados conseguidos en el desarrollo de este proyecto; y he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Cedo a través de esta declaratoria, mis derechos de propiedad intelectual que corresponden al presente trabajo de titulación, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establece la ley de propiedad intelectual por su reglamento y su normativa vigente.

Guayaquil, Agosto 22 de 2014.

(f) _____

Xavier Lascano F.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico a Dios Todopoderoso, por tantas bendiciones que me ha dado en la vida, por brindarme la oportunidad de crecer constantemente y ser mejor persona; por darme la fortaleza necesaria para seguir adelante cada día y saber que con él lo puedo todo.

A mis Padres: Sylvia y Gustavo, por darme su amor y apoyo incondicional desde siempre; por su honestidad, humildad, respeto, les dedico con todo mi cariño este modesto pero esforzado trabajo.

A mi amada esposa Diana, por toda su comprensión y tolerancia; por estar a mi lado en los momentos más delicados de este trabajo. Por ser mi mejor amiga y compañera, por ser mi respaldo en todo momento; por su completa entrega y amor.

A mi hijo Xavier Alejandro por ser mi fuente de inspiración, por darme la alegría de vivir y enseñarme a amar inmensamente.

A mi querido abuelito, Don Walter Lascano Cárdenas que siempre está presente en mi mente y en mi corazón.

A toda mi familia.

Xavier Lascano F.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios Todopoderoso, que me dio la vida y la salud para alcanzar mis metas.

A mis Padres: Sylvia y Gustavo, que con amor supieron guiarme por el camino correcto y convertirme en una persona capaz y responsable de mis actos.

Al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y al Instituto Oceanográfico de la Armada, por brindarme las facilidades en el desarrollo de este proyecto.

A mis profesores de la UPS-G, en especial al Ing. Luis Córdova, Ing. Orlando Barcia, Ing. Carlos Bósquez y al Ing. Víctor Huilcapi por su valioso aporte en cada etapa de este proyecto.

A mi amada esposa Diana Martínez, por darme las fuerzas que necesitaba y creer en mí siempre.

A mi hijo Xavier Alejandro, por ser mi fuente de inspiración.

Xavier Lascano F.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	1
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
RESUMEN.....	18
ABSTRACT.....	19
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO 1	21
1 EL PROBLEMA	21
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3 OBJETIVOS	23
1.3.1 Objetivo general	23
1.3.2 Objetivos específicos	23
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4.1 Importancia de la información meteorológica e hidrológica en la planificación nacional	24
1.5 HIPÓTESIS	25
1.6 VARIABLES.....	25
1.6.1 Variable independiente	25
1.6.2 Variables dependientes.....	25
1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.7.1 Métodos.....	26
1.7.1.1 Método de análisis	26
1.7.1.2 Método experimental	26
1.7.2 Técnicas.....	26

1.7.2.1 Técnica documental	26
1.7.2.2 Técnica de campo.....	27
1.7.3 Instrumentos de investigación y recolección de los datos	27
1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA	27
1.8.1 Población.....	27
1.8.2 Muestra.....	28
1.9 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	28
1.9.1 Beneficiarios	29
1.9.2 Impacto.....	29
1.9.3 Diagrama de bloques.....	30
CAPÍTULO 2.....	31
2 MARCO TEÓRICO.....	31
2.1 ANTECEDENTES.....	31
2.1.1 La meteorología en el Ecuador	31
2.1.2 El Tiempo.....	33
2.1.3 INAMHI.....	34
2.1.4 INOCAR	35
2.2 ¿QUÉ ES LA METEOROLOGÍA?	36
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS QUE SE INCLUYEN EN LA INVESTIGACIÓN	36
2.3.1 La temperatura	36
2.3.1.1 Temperatura ambiente o del aire.....	37
2.3.1.2 La temperatura de la superficie del mar	37
2.3.2 La humedad.....	37
2.3.2.1 Humedad absoluta.....	37
2.3.2.2 Humedad específica	38
2.3.2.3 Razón de mezcla	38
2.3.2.4 Humedad relativa	38
2.3.3 El punto de rocío	38
2.3.4 Pronóstico del tiempo.....	39
2.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	39
2.4.1 Estación meteorológica convencional.....	39
2.4.1.1 Termohigrógrafo	40

2.4.1.2 Pluviómetro	40
2.4.1.3 Piranómetro	40
2.4.1.4 Veleta	40
2.4.1.5 Barómetro.....	40
2.4.1.6 Anemómetro.....	40
2.4.2 Estación meteorológica automática.....	40
2.4.2.1 Estaciones GPRS.....	41
2.4.2.2 Estaciones GOES	42
2.4.3 Boya meteorológica	43
2.5 SENSOR DE TEMPERATURA	43
2.5.1 Sensor de temperatura DS18B20	43
2.6 SENSOR DE HUMEDAD	44
2.6.1 Módulo AM2301.....	44
2.7 MICROCONTROLADOR	45
2.7.1 Microcontrolador PIC	45
2.7.2 PIC16F877A	46
2.8 MÓDULO DE PANTALLA LCD	48
2.9 CRISTAL DE CUARZO	50
2.10 PANEL SOLAR	50
2.11 CONVERSOR SERIAL/ETHERNET	51
2.11.1 Conversor rs232/Ethernet wiz110sr.....	51
2.12 CONTROLADOR DE CARGA.....	52
2.13 BATERÍA RECARGABLE.....	52
2.14 REGULADOR DE VOLTAJE	53
2.15 ESTÁNDARES INALÁMBRICOS	53
2.15.1 IEEE 802.11	54
2.15.2 Tecnología MIMO	54
2.15.3 Tecnología TDMA	54
2.15.4 Protocolo NV2 TDMA.....	54
2.16 OMNITIK UPA-5HND.....	55
2.17 MODELO OSI	56
2.18 RADIOENLACE.....	57
2.18.1 Enlace punto a punto.....	57
2.18.2 Enlace multipunto	57

2.19 MODELO BÁSICO DE PROPAGACIÓN	57
2.19.1 Propagación en el espacio libre.....	57
2.19.2 Propagación con línea de vista (LOS).....	58
2.19.3 Reflexiones sobre el agua.....	59
2.20 ZONA DE FRESNEL.....	59
2.20.1 Cálculo del radio de la zona de Fresnel	59
2.21 POLARIZACIÓN	60
2.22 LABVIEW.....	61
2.23 GOOGLE EARTH	61
CAPÍTULO 3.....	62
3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y MONITOREO DE LA INFORMACIÓN.....	62
3.1 ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO	62
3.1.1 Modelado del sistema.....	62
3.1.2 Pseudocódigo del sistema	63
3.1.3 Medios a utilizar.....	64
3.2 SISTEMA DE SENSORES	65
3.2.1 Sensor digital de temperatura DS18B20	66
3.2.2 Módulo digital de humedad y temperatura AM2301	67
3.2.3 Conexión entre el sistema de sensores y el microcontrolador pic16f877a.....	67
3.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y VISUALIZACIÓN LOCAL	68
3.3.1 Procesamiento de los datos	69
3.3.2 Visualización local	73
3.4 FUENTES DE ALIMENTACIÓN	74
3.4.1 Panel solar “Proviento”	75
3.4.2 Batería recargable “Powersonic”	75
3.4.3 Controlador de carga “Morningstar SHS-6”	76
3.4.4 Regulador de voltaje LM7805	77
3.4.5 Adaptador de voltaje de 120VAC/24VDC	78
3.5 TRANSMISIÓN DE DATOS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	78
3.5.1 Transceptor MAX232	79
3.5.2 Conversor serial rs232 a Ethernet modelo wiz110sr.....	79
3.5.3 Antena Omitik (STATION WDS)	79

3.5.4 Antena Omintik (AP BRIDGE)	80
3.6 GESTIÓN Y MONITOREO DE DATOS.....	81
3.6.1 Gestión de los datos	81
3.6.2 Monitoreo de los datos	82
3.6.3 Tabla de reporte generada en labview.....	83
3.7 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA	83
CAPÍTULO 4.....	90
4 ESTUDIO DEL RADIOENLACE E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA	90
4.1 ESQUEMA DEL DISEÑO DE LA RED, EN FUNCIÓN A LA ESTACIÓN ACUÁTICA	90
4.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	91
4.2.1 Levantamiento de la información general	92
4.2.2 Datos de la localización geográfica.....	92
4.2.3 Estudio de la línea de vista.....	92
4.2.4 Datos para el levantamiento de la antena	93
4.3 COORDENADAS GEOGRÁFICAS	93
4.3.1 Coordenadas geográficas de la estación base en el malecón de la UPS-G93	
4.3.2 Coordenadas ubicación sugerida de la estación acuática en el río Guayas93	
4.4 SIMULACIÓN DEL RADIOENLACE USANDO LA HERRAMIENTA DEL SOFTWARE RADIO MOBILE.....	94
4.4.1 Software radio mobile	94
4.4.2 Red de comunicación UPS – RÍO GUAYAS	95
4.4.3 Simulación del radioenlace de la red de comunicación UPS – RÍO GUAYAS	95
4.4.4 Cobertura de la señal de la red de comunicación UPS – RÍO GUAYAS .	96
4.4.5 Red de comunicación BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS	96
4.4.6 Simulación del radioenlace de la red de comunicación BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS	97
4.4.7 Cobertura de la señal de la red de comunicación BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS	97
4.4.8 Diagrama de radiación de las antenas Omnitik.....	98
4.5 PROGRAMACIÓN DE LAS ANTENAS OMNITIK	99
4.5.1 Configuración de la antena MAESTRA	100

4.5.2 Configuración de la antena ESCLAVA	102
4.5.3 Pruebas de conectividad de las antenas (ping).....	104
4.6 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO “BOYA-UPS”	106
4.7 NORMATIVA REGULATORIA.....	107
4.7.1 De la navegación en el río Guayas	107
4.7.2 Del uso del espectro radioeléctrico	108
CAPÍTULO 5.....	111
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	111
5.1 CONSUMO DEL PROTOTIPO ACUÁTICO	112
5.1.1 Análisis del consumo eléctrico del prototipo	112
5.1.2 Estabilización del consumo de la carga	114
5.1.3 Consumo de la tarjeta “MET-UPS”	116
5.1.4 Consumo de la tarjeta “WIZ110SR”	118
5.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO.....	120
5.3 RESULTADO DE LAS MUESTRAS.	122
5.3.1 Muestreo de la información meteorológica del prototipo en 24 horas....	123
5.4 COMPARACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS CON OTRAS TECNOLOGÍAS	130
5.4.1 Comparación con los datos que ofrece el INAMHI.....	131
5.4.2 Curvas comparativas Met-Ups vs. Datos Inamhi en 24 horas	136
CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	140
PRESUPUESTO	141
CRONOGRAMA.....	142
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESTACIONES INAMHI 2013.....	32
TABLA 2. CONFIGURACIÓN DE PINES DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877A.....	47
TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO DE PANTALLA LCD HD44780.....	49
TABLA 4. ESPECIFICACIONES DE LA TARJETA WIZ110SR.....	52
TABLA 5. COMPARATIVA DE ESTÁNDARES INALÁMBRICOS IEEE 802.11.....	53
TABLA 6. CARACTERÍSTICAS ANTENA OMNITIK.....	55
TABLA 7. CONSUMO EN EL ARRANQUE DE LA CARGA TOTAL DEL PROTOTIPO.	113
TABLA 8. CONSUMO DE LA CARGA TOTAL EN AMPERIOS/HORA, ESTABILIZACIÓN DEL CIRCUITO.....	115
TABLA 9. CONSUMO DE CORRIENTE DE LA TARJETA MET-Ups.....	117
TABLA 10. CONSUMO DE CORRIENTE DE LA TARJETA WIZ110SR.	119
TABLA 11. MUESTRA EN 24 HORAS DEL SENSOR DS18B20, TSM (°C).	124
TABLA 12. MUESTRA EN 24 HORAS DEL SENSOR AM2301, TA (°C).	125
TABLA 13. TABLA DE DATOS DE LA HUMEDAD RELATIVA EN (%) DE 24 HORAS.....	126
TABLA 14. MUESTRA PUNTO DE ROCÍO EN C°	127
TABLA 15. COMPARATIVA DE DATOS DEL PROTOTIPO VS. EQUIPO VAISALA	131

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA UPS-G.	29
FIGURA 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO.	30
FIGURA 3. PORCENTAJE DE ESTACIONES DEL INAMHI.	32
FIGURA 4. LOGO DEL INAMHI.	35
FIGURA 5. LOGO DEL INOCAR.	35
FIGURA 6. INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, MAYO 2013.	39
FIGURA 7. ESTACIÓN AUTOMÁTICA VAISALA, CON TRANSMISIÓN GPRS.	41
FIGURA 8. EJEMPLO DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA.	41
FIGURA 9. ESTACIÓN GOES PERTENECIENTE AL SAT-CAÑAR EN DJ RAURA.	42
FIGURA 10. ANTENA SATELITAL DEL SISTEMA GOES.	42
FIGURA 11. BOYA METEOROLÓGICA - INOCAR 2014.	43
FIGURA 12. SENSOR DS18B20.	44
FIGURA 13. CERTIFICACIÓN ISO 9001 DEL MÓDULO AM2301.	45
FIGURA 14. MÓDULO AM2301, SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA	45
FIGURA 15. MICROCONTROLADOR PIC16F877A.	46
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL PIC16F877A.	48
FIGURA 17. CONEXIÓN ENTRE EL MODULO LCD Y EL PIC16F877A.	48
FIGURA 18. PANTALLA LCD 16X2 HD44780.	50
FIGURA 19. CRISTAL DE CUARZO DE 4 MHZ.	50
FIGURA 20. PANEL SOLAR.	51
FIGURA 21. CONVERTOR SERIAL/ETHERNET WIZ110SR DE WIZNET.	51
FIGURA 22. OMNITIK DE MIKROTIK (ANTENA OMNIDIRECCIONAL).	56
FIGURA 23. CAPAS DEL MODELO OSI.	56
FIGURA 24. EJEMPLO DE PROPAGACIÓN CON LÍNEA DE VISTA.	58
FIGURA 25. EJEMPLO DE LA ZONA DE FRESNEL	60
FIGURA 26. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA.	62
FIGURA 27. DISEÑO DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN ARES PROTEUS, PARA LA ESTACIÓN ACUÁTICA.	65
FIGURA 28. PINES DEL PIC DONDE SE CONECTAN LOS SENSORES DS18B20 Y AM2301 RESPECTIVAMENTE.	66

FIGURA 29. Sonda resistente al agua, que contiene el sensor de temperatura DS18B20.....	66
FIGURA 30. Módulo AM2301.....	67
FIGURA 31. Sistema de sensores y conexión al microcontrolador.....	68
FIGURA 32. Circuito esquemático general de la tarjeta de adquisición de datos.....	69
FIGURA 33. Compilador PCWH.....	69
FIGURA 34. Extracto del programa principal en código C.....	70
FIGURA 35. Simulación en Proteus ISIS del programa principal de la tarjeta de adquisición de datos.....	70
FIGURA 36. Quemador PIC, desarrollado por I&T.....	71
FIGURA 37. Software PicKIT2 para la grabación del programa principal....	72
FIGURA 38. Pruebas de funcionamiento de los sensores y del microcontrolador PIC.....	72
FIGURA 39. Pines 25 y 26 para Tx/Rx que se conectan con el transceptor MAX232.....	73
FIGURA 40. Pruebas de funcionamiento de los sensores y el módulo de pantalla LCD.....	73
FIGURA 41. Diagrama de bloques de la fuente de alimentación del prototipo.....	74
FIGURA 42. Panel solar del prototipo acuático.....	75
FIGURA 43. Batería recargable Power Sonic de 12 VDC a 26.0 AMP/Hr.....	76
FIGURA 44. Controlador de carga Morningstar SHS-6.....	76
FIGURA 45. Regulador LM7805.....	77
FIGURA 46. Colocación del regulador de voltaje para la alimentación de las tarjetas WIZ110SR y Meteoro-UPS.....	77
FIGURA 47. Adaptador de voltaje 120VAC/24VDC Omnitik.....	78
FIGURA 48. Módulo para el transceptor MAX232 y conector DB9.....	79
FIGURA 49. Tarjeta WIZ110SR rev1.0.....	79
FIGURA 50. Conexión del cable de red que viene del PoE.....	80
FIGURA 51. Antena Omnitik del lado de la base – modo AP Bridge.....	80
FIGURA 52. Conector DB9 hembra.....	81
FIGURA 53. Programación en lenguaje gráfico.....	81

FIGURA 54. MONITOREO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA EN LA PLATAFORMA LABVIEW.....	82
FIGURA 55. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UPS-G. CONEXIÓN LAN.	82
FIGURA 56. REPORTE DE LOS DATOS EN UNA TABLA DE EXCEL.....	83
FIGURA 57. ESQUEMA GENERAL DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA UPS-G, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	84
FIGURA 58. IMPRESO DEL DISEÑO DE LA PISTA PARA LA PCB DE LA TARJETA METEORO-UPS, PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS.....	84
FIGURA 59. IMPRESO DE LA PISTA EN LA BAQUELITA PARA EL MONTAJE DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.	85
FIGURA 60. COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS EN LA TARJETA PARA LA SOLDADURA.	85
FIGURA 61. SOLDADURA DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	85
FIGURA 62. TARJETA ELECTRÓNICA METEORO-UPS, PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA.....	86
FIGURA 63. CONEXIÓN ENTRE EL CONVERTOR WIZ110SR Y LA TARJETA METEORO-UPS.	86
FIGURA 64. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS, LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES.	86
FIGURA 65. MONITOREO DE LA INFORMACIÓN EN LABVIEW.	87
FIGURA 66. CAJA METÁLICA PARA EL SISTEMA CONTROLADOR Y LA BATERÍA.....	87
FIGURA 67. INSTALACIÓN DEL PANEL SOLAR EN EL TRÍPODE METÁLICO.	87
FIGURA 68. COLOCACIÓN DEL CONTROLADOR Y LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS.	88
FIGURA 69. COLOCACIÓN DE LA BATERÍA RECARGABLE Y CABLEADO DE LOS SENSORES.....	88
FIGURA 70. COLOCACIÓN DE LA ANTENA OMNIDIRECCIONAL Y LA MINI CASETA METEOROLÓGICA.	88
FIGURA 71. MEDICIÓN DE CORRIENTE Y VOLTAJE DE LA CARGA.	89
FIGURA 72. PROTOTIPO DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA UPS-G.	89
FIGURA 73. ESQUEMA DEL DISEÑO PRÁCTICO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	90
FIGURA 74. UBICACIÓN SUGERIDA PARA LA INSTALACIÓN DE LA BASE MASTER Y DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA, SEGÚN EL ESQUEMA GENERAL DEL RADIOENLACE.	91

FIGURA 75. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MALECÓN DE LA UPS-G.	93
FIGURA 76. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA UPS-G.	94
FIGURA 77. RED UPS - RIO GUAYAS, RADIO MOBILE.	95
FIGURA 78. SIMULACIÓN DEL ENLACE DE RADIO DE LA RED UPS – RIO GUAYAS, RADIO MOBILE.....	95
FIGURA 79. COBERTURA DE LA SEÑAL DE LA RED UPS – RIO GUAYAS.	96
FIGURA 80. RED BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS.	96
FIGURA 81. SIMULACIÓN DEL ENLACE DE RADIO DE LA RED BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS	97
FIGURA 82. COBERTURA DE LA SEÑAL DE LA RED BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS.	97
FIGURA 83. ANTENA OMNITIK U-5HND. POLARIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL. .	98
FIGURA 84. ANTENA OMNITIK U-5HND. AZIMUT Y ELEVACIÓN HORIZONTAL.	98
FIGURA 85. ANTENA OMNITIK U-5HND. AZIMUT Y ELEVACIÓN VERTICAL.....	99
FIGURA 86. HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN WINBOX v2.2.18.	99
FIGURA 87. ESQUEMA DE RED PRÁCTICO.	100
FIGURA 88. CONFIGURACIÓN GENERAL DE LA ANTENA MAESTRA.	101
FIGURA 89. CONFIGURACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP ANTENA MAESTRA.....	101
FIGURA 90. CONFIGURACIÓN DEL MODO, FRECUENCIA Y SSID ANTENA MAESTRA ..	102
FIGURA 91. CONFIGURACIÓN GENERAL DE LA ANTENA ESCLAVA.....	103
FIGURA 92. CONFIGURACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP ANTENA MAESTRA	103
FIGURA 93. CONFIGURACIÓN DEL MODO, FRECUENCIA Y SSID ANTENA MAESTRA ..	104
FIGURA 94. PRUEBA DE PING DE LA ANTENA MAESTRA.	105
FIGURA 95. PRUEBA DE PING DE LA ANTENA ESCLAVA.	105
FIGURA 96. INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA EN UNA DE LAS BOYAS DE AVISO, SOBRE EL ESTERO SALADO DE GUAYAQUIL EN LA BASE NAVAL (INOCAR). ..	106
FIGURA 97. IMAGEN SATELITAL DEL MUELLE DE LA BASE NAVAL SUR EN EL INOCAR. PRUEBAS DEL PROTOTIPO ACUÁTICO.....	111
FIGURA 98. COLOCACIÓN DEL PROTOTIPO DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA EN UNA DE LAS BOYAS DEL INOCAR.....	112
FIGURA 99. CONSUMO EN EL ARRANQUE DE LA CARGA TOTAL DEL PROTOTIPO.	113
FIGURA 100. CORRIENTE MÁXIMA EN EL ARRANQUE DEL PROTOTIPO.	113
FIGURA 101. CORRIENTE MÍNIMA EN EL ARRANQUE DEL PROTOTIPO.	114
FIGURA 102. CORRIENTE PROMEDIO EN EL ARRANQUE DEL PROTOTIPO.	114

FIGURA 103. CONSUMO DE LA CARGA TOTAL ESTABILIZADA.....	115
FIGURA 104. CORRIENTE MÁXIMA CON LA CARGA ESTABILIZADA.	115
FIGURA 105. CORRIENTE MÍNIMA CON LA CARGA ESTABILIZADA.	116
FIGURA 106. CORRIENTE PROMEDIO CON LA CARGA ESTABILIZADA.	116
FIGURA 107. CONSUMO DE LA TARJETA MET-UPS.	117
FIGURA 108. CORRIENTE MÁXIMA DE LA TARJETA MET-UPS.....	117
FIGURA 109. CORRIENTE MÍNIMA DE LA TARJETA MET-UPS.	118
FIGURA 110. CORRIENTE PROMEDIO DE LA TARJETA MET-UPS.....	118
FIGURA 111. CONSUMO DE CORRIENTE DE LA TARJETA WIZ110SR.....	119
FIGURA 112. CORRIENTE MÁXIMA DE LA TARJETA WIZ110SR.	119
FIGURA 113. CORRIENTE MÍNIMA DE LA TARJETA WIZ110SR.	120
FIGURA 114. CORRIENTE MÁXIMA DE LA TARJETA WIZ110SR.	120
FIGURA 115. CURVA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA (SONDA DS18B20).....	121
FIGURA 116. CURVA DE LA TEMPERATURA AMBIENTE.....	121
FIGURA 117. GRÁFICA DE LA HUMEDAD RELATIVA.....	122
FIGURA 118. GRAFICA DEL PUNTO DE ROCÍO.	122
FIGURA 119. SENSORES DS18B20 Y AM2301 DENTRO DE LA CASETA METEOROLÓGICA PARA LA COMPARACIÓN DE LOS DATOS CON LA ESTACIÓN VAISALA.....	123
FIGURA 120. CURVA DE LA TSM (°C) EN 24 HORAS.	128
FIGURA 121. GRÁFICA DE LA CURVA DE LA TEMPERATURA AMBIENTE EN 24 HORAS.	128
FIGURA 122. GRÁFICA DE LA CURVA DE LA HUMEDAD RELATIVA EN 24 HORAS.	129
FIGURA 123. TABLA DE LA CURVA DEL PUNTO DE ROCÍO EN 24 HORAS.....	129
FIGURA 124. ESTACIÓN METEOROLÓGICA PORTÁTIL VAISALA PTB330TS.	130
FIGURA 125. COMPARACIÓN DE DATOS ESTACIÓN UPS-G VS. ESTACIÓN VAISALA.	130
FIGURA 126. MUESTRA DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN VAISALA.	131
FIGURA 127. HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACIÓN SONGA.	132
FIGURA 128. TEMPERATURA AMBIENTE EN LA ESTACIÓN SONGA.....	132
FIGURA 129. HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACIÓN PUERTO HONDO.	133
FIGURA 130. TEMPERATURA AMBIENTE EN LA ESTACIÓN PUERTO HONDO.	133
FIGURA 131. HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACIÓN MONTEBELLO.	134
FIGURA 132. TEMPERATURA AMBIENTE EN LA ESTACIÓN MONTEBELLO.....	134
FIGURA 133. HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACIÓN DURÁN.....	135
FIGURA 134. TEMPERATURA AMBIENTE EN LA ESTACIÓN DURÁN.	135

FIGURA 135. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0001 (°C).....	136
FIGURA 136. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0002 (°C).....	136
FIGURA 137. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0003 (°C).....	137
FIGURA 138. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0004 (°C).....	137
FIGURA 139. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0001 (%).....	138
FIGURA 140. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0002 (%).....	138
FIGURA 141. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0003 (%).....	139
FIGURA 142. ESTACIÓN MET-Ups vs. INAMHI D0004 (%).....	139

RESUMEN

AÑO	TÍTULO	ALUMNO	DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	TEMA
2014	INGENIERO ELECTRÓNICO	LASCANO FILIÁN, Xavier Antonio	ING. CARLOS BÓSQUEZ	“ESTACIÓN ACUÁTICA AUTOSUSTENTABLE MEDIANTE ENERGÍA SOLAR, QUE PERMITE VÍA RF ADQUIRIR DATOS METEOROLÓGICOS EN TIEMPO REAL”

El proyecto realizado en la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, tiene como finalidad la recopilación de datos océano-atmosféricos en una determinada zona de interés, para incrementar los índices de aciertos en la predicción del tiempo; mismo que consistió en diseñar un prototipo autosustentable, capaz de adquirir datos meteorológicos mediante el uso de microcontroladores y sensores de temperatura y humedad, junto a un sistema de energía renovable; que transmite los datos recolectados por medio de un sistema de comunicaciones inalámbricas (radio frecuencia) a una pc, para la gestión y monitoreo en tiempo real, usando el software LabVIEW.

Este sistema beneficia de manera directa a estudiantes de la UPS-G, especialmente de la carrera de ingeniería electrónica, ya que puede ser utilizado como un recurso didáctico en la realización de prácticas de telecomunicaciones y/o en la inclusión de proyectos de investigación; de igual manera contribuye al público en general por suministrar información meteorológica eficaz, al ser una herramienta tecnológica, adicional a las ya existentes.

PALABRAS CLAVES

Datos océano-atmosféricos, prototipo autosustentable, microcontroladores, sensores temperatura y humedad, comunicaciones inalámbricas, predicción del tiempo.

ABSTRACT

YEAR	THESIS TYPE	AUTHORS	ADVISOR	TITLE
2014	INGENIERO ELECTRÓNICO	LASCANO FILIÁN, Xavier Antonio	ING. CARLOS BÓSQUEZ	AQUATIC SELF- SUSTAINING STATION THROUGH SOLAR ENERGY, THAT ALLOWS BY RF ACQUIRE METEOROLOGICAL DATA IN REAL TIME

The project in the Salesian University – Sede Guayaquil, aims gathering ocean-atmospheric data in a particular area of interest, to increase hit rates in weather forecasting; same was to design a self-sustaining prototype able to acquire meteorological data using microcontrollers and temperature and humidity sensors, coupled to a renewable energy system; transmitting the data collected through a wireless communication system (radio frequency) to a pc, for the management and monitoring in real time using the LabVIEW software.

This system directly benefits to the UPS-G students, especially electronic engineering career because it can be used as a teaching resource in the telecommunications experiments and / or the inclusion of research projects; contributes equally to the general public by providing effective weather information, being a technological tool, in addition to the existing ones.

KEYWORDS

Ocean-atmospheric data, self-sustaining prototype, microcontrollers, temperature and humidity sensors, wireless communications, weather forecasting.

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto trata sobre el diseño y la implementación de un prototipo acuático autosustentable, capaz de medir ciertas variables meteorológicas en un punto específico dentro de una zona marítima de interés; transmitiendo la información obtenida hacia un sistema de monitoreo en una PC, mediante la transmisión de datos inalámbrica en 5GHz 2x2 MIMO y el software LabVIEW.

Este proyecto tiene como finalidad convertirse en una herramienta útil para los meteorólogos al momento de disponer de información meteorológica en tiempo real, para el mejoramiento en el incremento de los índices de aciertos en la predicción del tiempo. Se puede implementar en muelles, barcos, botes, boyas, buques o cualquier otra estructura flotante.

Para el monitoreo de los datos se diseñó una tarjeta electrónica que es la encargada de adquirir los datos y la utilización de microcontroladores. A su vez un sistema de comunicación el cual transmite los datos obtenidos y los representa gráficamente en una PC.

En el Capítulo 1 se especifica el planteamiento del problema, la metodología a usarse, el objetivo general del proyecto y otros detalles importantes de la investigación.

En el Capítulo 2 se encuentra el marco teórico y la explicación de las partes más importantes de este proyecto que involucra desde la adquisición, la transmisión, hasta el monitoreo de los datos obtenidos.

En el Capítulo 3 se trata sobre desarrollo del sistema de adquisición de datos y el monitoreo de la información. Se detallan cada una de las partes que conforman la tarjeta electrónica y demás componentes del sistema.

En el Capítulo 4 se realiza el estudio del radioenlace y la implementación de la estación acuática. Se hacen las pruebas de conectividad entre las antenas y el funcionamiento del prototipo.

En el Capítulo 5 se realiza el análisis de los resultados del prototipo y la obtención de las gráficas.

CAPÍTULO 1

1 EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Es una necesidad y un derecho fundamental de las personas tener información vital sobre el tiempo, el clima y el agua, para precautelar la vida humana y los bienes materiales. Conocer el estado del tiempo contribuye al desarrollo sostenible de las actividades sociales y económicas del país.

Las variables meteorológicas tales como: la temperatura de la superficie del mar, la temperatura ambiente, la humedad relativa y el punto de rocío son indicadores importantes para analizar el comportamiento del tiempo; con el objeto de prevenir a la población y mantenerla atenta a lo que acontece con el estado del tiempo.

En meteorología es necesario el uso de tecnología aplicada¹ en el intento de predecir el estado del tiempo, analizando las variables meteorológicas existentes en la atmósfera mediante procesos investigativos, observaciones, sondeos, modelaciones y cálculos.

Es necesaria la implementación de equipamiento adecuado que permita recolectar información oportuna, confiable y valiosa con el fin de tener un plan de contingencia para en lo posible reducir los daños materiales y proteger el medio ambiente.

El problema nace de la carencia de esta información en zonas pobladas con cierto nivel de riesgo; es así, que con la intención de contribuir a la comunidad, surge la idea de diseñar un prototipo electrónico el cual sea capaz de adquirir datos meteorológicos en un punto específico de la zona de riesgo y que se pueda implementar en sitios tales como: muelles, malecones, boyas, botes, buques, barcos, en desembocaduras de ríos, entre otros; y, la información obtenida sea suministrada a los organismos encargados de pronosticar el tiempo de la zona de interés, con el fin de fortalecer el desarrollo sostenible del país.

¹ La tecnología aplicada es un término que se utiliza generalmente para mostrar la manera en la que la tecnología beneficia a diferentes sectores del mundo tanto en actividades empresariales, cotidianas, de la salud entre otras. Ejemplo: la tecnología aplicada a la ciencia de la salud en las células madre. <http://tbtsistemasdeinformacionybasesdedatos.blogspot.com/2008/09/concepto-de-tecnologia-aplicada.html>

1.2 Delimitación del problema

Se trata de un prototipo que apoya y fortalece al estudio y análisis del comportamiento del tiempo y del clima, dentro de una zona de interés. El prototipo podrá instalarse en un muelle, malecón, boya, buque, barco o cualquier otra superficie ya sea fija o flotante, que facilite el acceso a la zona de estudio y que permita adquirir los datos de interés.

Con la intención de que la Universidad se convierta en actor protagonista en las líneas de investigación que favorezcan al desarrollo de la sociedad; la implementación del proyecto tendrá lugar en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, a modo de realización de pruebas del prototipo electrónico.

El prototipo será energéticamente autosustentable y adquirirá datos meteorológicos como temperatura de la superficie del agua, temperatura ambiente, humedad relativa y punto de rocío; y transmitirá los datos por radio frecuencia a un sistema de monitoreo de la información. Los datos serán procesados por la electrónica del prototipo y la información meteorológica será presentada gráficamente mediante la plataforma y el entorno de desarrollo LABVIEW.

La factibilidad del proyecto, el resultado de los estudios y las pruebas realizadas se desarrollaran en los laboratorios de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, tomando en cuenta cada etapa de la implementación del prototipo, como lo son el sistema de sensores, la tarjeta para la adquisición de datos, el sistema de comunicaciones, el estudio del radio enlace, la gestión y el procesamiento de los datos; y la aplicación del software de visualización.

La aplicación de este prototipo tendrá fines educativos y de investigación para proyectos que la misma Universidad patrocine, que generen conocimiento y que contribuyan de manera prolongada a la sociedad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Monitorear los datos meteorológicos locales, usando un sistema de adquisición de datos y comunicaciones inalámbricas, para conocer la situación actual del tiempo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Implementar un sistema de adquisición de datos, mediante sensores y microcontroladores, que permita recolectar información meteorológica.
- Utilizar energía renovable mediante paneles solares, que optimicen el rendimiento de baterías recargables para el funcionamiento prolongado de la estación acuática.
- Transmitir la información meteorológica obtenida hasta un computador mediante comunicación inalámbrica, para gestionar los datos.
- Monitorear en tiempo real la información meteorológica, usando la plataforma y entorno de desarrollo LabVIEW mediante indicadores gráficos.
- Socializar la información meteorológica a los organismos encargados.

1.4 Justificación de la investigación

Este proyecto constituye un importante aporte al estudio del tiempo en la zona y a los futuros proyectos investigativos que lleve a cabo la UPS-G, ya que surge del derecho y la necesidad de las personas a recibir información oportuna, confiable y veraz de lo que sucede con el estado del tiempo, por ende será útil para desarrollar actividades de carácter social, comercial e investigativo, comprometiéndose con el ecosistema, el medio ambiente; y con la posibilidad de mejorar el estilo de vida de las personas.

La idea de diseñar un sistema de monitoreo meteorológico complementario al ya existente, además de innovar en las líneas de investigación de la UPS-G y en proyectos cooperativos, permite el fortalecimiento en la actualización de datos meteorológicos y el mejoramiento de los índices de aciertos en la predicción del tiempo en la ciudad de Guayaquil.

Una de las variables meteorológicas más importantes a monitorear de este proyecto es la temperatura de la superficie del agua (TSM), la cual contribuye en el estudio del comportamiento del ciclo del agua, que en realidad no tiene un lugar específico en donde se inicie; pero para poder explicarlo de mejor forma se asume que comienza en los océanos y dice lo siguiente:

Toda el agua que está en la tierra forma parte del ciclo del agua. Bajo el efecto de la energía térmica aportada por el Sol, el agua se evapora desde la superficie de los océanos y también de los continentes, este vapor de agua sube libremente por la atmósfera y se convierte en nubes, que luego cae en forma de lluvia sobre los continentes y los océanos.
(Marsily, 2001)

Desde el punto de vista práctico, al desarrollar varias unidades de este prototipo, la información meteorológica podrá tener mayor exactitud en el modelamiento de la información meteorológica.

1.4.1 Importancia de la información meteorológica e hidrológica en la planificación nacional (INAMHI, 2014)

El Ecuador reconoce los derechos de la naturaleza como una respuesta contundente al estado actual de la misma, enfocando sus esfuerzos en su respeto integral, su mantenimiento y la regeneración de sus ciclos vitales y procesos evolutivos (Constitución de la República, Arts. 71-74).

El estado ecuatoriano asegura y protege el espacio donde se reproduce y se realiza la vida, de esta manera en conjunto con las leyes y demás organismos regulatorios se intenta proteger el derecho constitucional de la población ecuatoriana de gozar con un medio ambiente agradable y seguro donde desarrollar sus actividades cotidianas.

Es entonces donde el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), actúa como un agente regulador e intermediador que busca día a día pronosticar el estado del tiempo con el fin de evitar alguna situación de riesgo y precautelar la vida humana; de igual manera, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), trabaja en conjunto con los demás organismos comprometiéndose a incentivar los estudios e investigaciones que tengan como objetivo principal asegurar

el buen vivir de los ecuatorianos. Es relevante mencionar uno de los principales proyectos investigativos puesto en marcha por el INAMHI en el año 2009:

Dentro de este marco, en 2009, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) puso en marcha al proyecto de inversión denominado “Fortalecimiento del Laboratorio Nacional de Calidad del Agua y Sedimentos”. Su objetivo es la implementación de normativas para lograr una gestión integrada de calidad, seguridad y ambiente, que permita cumplir con los criterios establecidos en las normas nacionales y contribuir de esta manera al nuevo esquema nacional de gestión de los recursos hídricos. (INAMHI, 2014)

1.5 Hipótesis

Aplicando los conocimientos adquiridos en la universidad y analizando los distintos parámetros que se ven involucrados en este proyecto; es posible implementar un prototipo electrónico que sea una herramienta en el estudio del tiempo adicional a las ya existentes, que contribuya de manera eficaz en el fortalecimiento del mismo; convirtiéndola entonces, en una estación acuática sobre una estructura flotante que se retroalimente con energía solar y sea capaz de adquirir datos meteorológicos, para luego transmitirlos por RF y que estos datos puedan ser representados y monitoreados en tiempo real en una aplicación como LabVIEW.

1.6 Variables

1.6.1 Variable independiente

Estación meteorológica autosustentable (sensores, microcontroladores, paneles solares, tarjetas y antenas RF, servidores, software y aplicación).

1.6.2 Variables dependientes

Porcentaje de aciertos y credibilidad al momento de pronosticar el tiempo en una determinada zona poblacional, Sistema interpretativo y modelación de la información meteorológica.

1.7 Metodología de la investigación

En este proyecto, la investigación se fundamentará en el paradigma cuantitativo positivista; de la modalidad de investigación será bibliográfica-documental y de campo; y el tipo de investigación será descriptiva, aplicada y explicativa.

1.7.1 Métodos

1.7.1.1 Método de análisis

El método de análisis nos permitirá empezar este proyecto adecuadamente, teniendo en cuenta los diferentes parámetros que habrá que considerar al momento del desarrollo del proyecto y de las distintas etapas que lo conforman.

Así tener una visión clara de la finalidad del prototipo, que será la de suministrar información importante acerca del estado del tiempo en una determinada zona de interés.

1.7.1.2 Método experimental

Se utilizará el método experimental realizando pruebas de funcionamiento del prototipo y del monitoreo de los datos, para obtener la información meteorológica en la zona de interés, mediante la utilización de sensores, microcontroladores y comunicación RF para la construcción de la estación acuática.

Demostrar qué tan factible resulta desarrollar equipamiento de fabricación nacional para la utilización en proyectos de investigación.

1.7.2 Técnicas

1.7.2.1 Técnica documental

Para la obtención de resultados, el marco teórico será realizado a partir de la fusión de lo práctico con lo teórico en base a los principios de adquisición de datos y el monitoreo de los mismos de una manera aplicada y en base a la información ya existente.

1.7.2.2 Técnica de campo

La técnica de campo se realizará mediante las pruebas del prototipo en la zona de interés, ya que nos permitirá manipularlo para observar su funcionamiento en sitio.

1.7.3 Instrumentos de investigación y recolección de los datos

Para la investigación y recolección de los datos, visitaremos instituciones de carácter científico que tienen a cargo varios proyectos similares y manejan la temática de los datos de una manera más enfocada y que hacen uso de tecnologías diversas al momento de obtener información científica.

El método a utilizar será investigativo, de exploración y de consultas mediante entrevistas formales, observaciones focalizadas, estadísticas publicadas en medios de información. Por eso solicitaremos permisos a estas instituciones para averiguar, consultar, investigar cuáles son los pasos a seguir en un proceso científico para la recolección de los datos y para consultas técnicas y muestras que estas instituciones ejecutan con mayor eficiencia.

Con toda la información pertinente recolectada se analizará la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta los consejos, recomendaciones y experiencias adquiridas en la parte inicial de la investigación.

Es así como se obtendrá un criterio adecuado en el tratamiento de la información y en el desarrollo del prototipo.

1.8 Población y muestra

1.8.1 Población

La Población tomada en cuenta en este proyecto involucra los procesos de recolección de datos en la ciudad de Guayaquil por las instituciones de carácter científico. Por ejemplo el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y el INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada).

1.8.2 Muestra

Para este proyecto la muestra serán los datos que podamos recolectar del prototipo de la estación acuática que queremos desarrollar.

1.9 Descripción de la propuesta

Implementar un sistema de adquisición de datos meteorológicos mediante sensores y microcontroladores junto a un sistema de energía renovable con paneles fotovoltaicos para la optimización del consumo de energía eléctrica en la estación acuática, en un punto específico del río Guayas.

Al mismo tiempo diseñar e implementar un sistema de radio frecuencia mediante la instalación de antenas y equipos de telecomunicación, capaces de transmitir la información recolectada a una estación base. Luego realizar una aplicación de monitoreo de los datos mediante la plataforma de programación gráfica y de desarrollo LABVIEW de la National Instruments² para capturar, gestionar y graficar los datos y monitorearlos en tiempo real.

Con las muestras de temperaturas de la superficie del mar, temperaturas ambiente, humedad relativa y punto de rocío se realizará la investigación de campo; situando la estación acuática sobre una boya o muelle, en un punto específico (zona de interés) por varios días durante un tiempo determinado, con el fin de recolectar información meteorológica en el mismo espacio y tiempo, y así generar un reporte en el que se detallen las variables meteorológicas.

Consecuentemente se realizarán cálculos y pruebas de funcionamiento en todas y cada una de las etapas del proyecto, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de las partes como son los sensores, microcontroladores, transceptores, convertidores, energía autosustentable, fuentes de alimentación, panel solar, antenas, monitoreo de los datos, etc.

Luego de la adquisición de los datos, el suministro prolongado de energía autosustentable, la transmisión inalámbrica de la información, la conversión y

² National Instruments, fundada en 1976, es líder en la instrumentación virtual que se ejecuta en computadoras estándar de la industria, la Internet y otras tecnologías avanzadas.
<http://www.ni.com/company/suppliers/>

discriminación de los datos, la representación gráfica de los mismos y el monitoreo de las variables meteorológicas se podrá ofrecer un prototipo amigable con el medio ambiente que tenga la posibilidad de convertirse en una herramienta de uso productivo para la investigación. Finalmente se realizarán las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

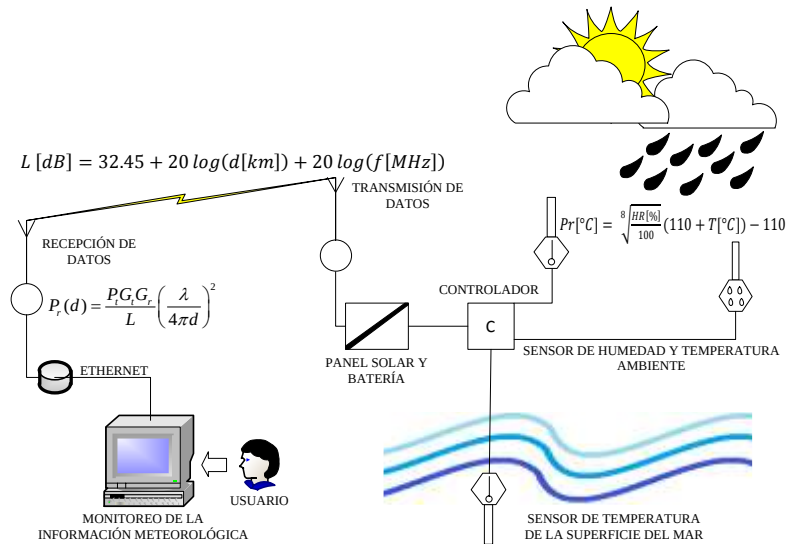


Figura 1. Descripción de la propuesta del proyecto de la estación acuática UPS-G.

Fuente: El autor.

1.9.1 Beneficiarios

- Autor intelectual de este proyecto.
- UPS-G, estudiantes, docentes y grupos de investigación.
- Comunidades, entidades públicas y organismos privados; interesados en el estado de la atmósfera y el pronóstico del tiempo en el país, actividades comerciales, etc.
- Organizaciones de investigación nacionales y extranjeras.

1.9.2 Impacto

En base a las investigaciones realizadas, podremos desarrollar un prototipo capaz de recolectar datos meteorológicos y también un sistema de comunicaciones para transmitir esa información de manera segura a un sistema de monitoreo, de esta manera contribuir en el fortalecimiento de los índices de estudios del tiempo y del

clima. Es así que contaremos con un prototipo autosustentable que adquiere datos meteorológicos y que servirá tanto para los estudiantes como para los docentes y el público en general como herramienta productiva para la investigación científica por parte de la Universidad en futuros proyectos y en beneficio de la sociedad. El prototipo producirá importante información al momento de precautelar la vida de las personas mediante sistemas de alerta temprana y así proteger el medio ambiente y los bienes materiales.

1.9.3 Diagrama de bloques

A continuación se detalla el diagrama de bloques del prototipo electrónico de la estación acuática.

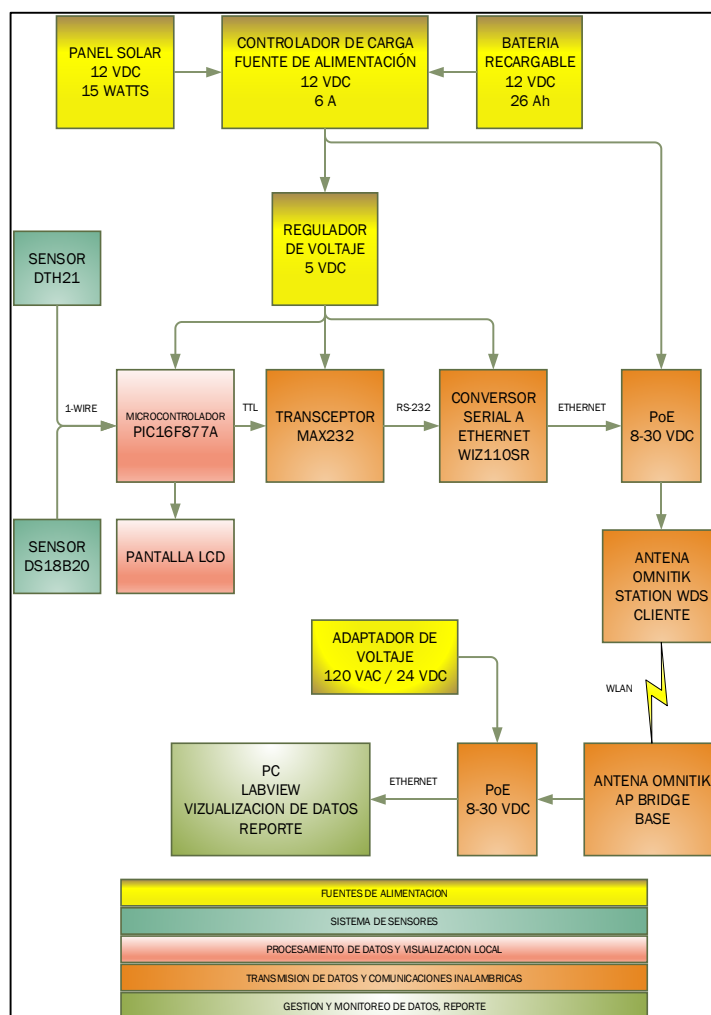


Figura 2. Diagrama de bloques del proyecto.

Fuente: El autor.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN Y CONCEPTOS GENERALES

2.1 Antecedentes

2.1.1 La meteorología en el Ecuador

Una de las primeras observaciones meteorológicas en el Ecuador se originó en la Hacienda del Antizana; es importante recalcar también que, en el año de 1873 bajo la presidencia del Sr. Gabriel García Moreno, se efectúan observaciones astronómicas en la capital debido a su altitud sobre el nivel del mar, dando origen a la fundación de lo que hoy denominamos Observatorio de Quito; siendo el jesuita Alemán, el padre Juan Bautista Menten, uno de los pioneros para la realización de este instrumento que daría al Ecuador una herramienta base para inmiscuirse en las investigaciones de la meteorología y demás ciencias a fines con el objetivo de indagar en asuntos que contribuyan a evitar situaciones riesgosas en el país.

El refractómetro Ecuatorial Merz, el instrumento meridiano Pistor y Martins, algunos teodolitos y sextantes, así como también dos cronómetros portátiles fueron las principales herramientas en este observatorio. De igual manera como aumentaba la tecnología en otros países aledaños, en Ecuador se daban las primeras modificaciones sobre el telescopio Merz; así como la adquisición de un sin número de herramientas que contribuyeran a una mejor investigación.

Siguiendo el orden cronológico a las más importantes citas dentro de la historia de la meteorología en Ecuador, se suscita un hecho magno en el año de 1890, la apertura de las primeras observaciones meteorológicas, dando apertura a este suceso, con la instalación de las estaciones en las ciudades de Quito y Ambato; y realzando sobre todo en el año 1892 la incorporación del barógrafo, paso importante y fundamental para la Meteorología ecuatoriana. Es así que en la década de los 30's, la empresa Panagra, instala estaciones en aeropuertos con el fin de implementar la previsión meteorológica aeronáutica; de esta manera se inicia un sin número de acontecimientos importantes para el país que da la apertura a esta ciencia de conocer

los diferentes estados del tiempo con el fin de ayudar a los ecuatorianos a mejorar su nivel de vida y a evitar situaciones que puedan alterar el buen vivir.

Tabla 1. Estaciones INAMHI 2013.

ESTACIÓN	COSTA	SIERRA	ORIENTE	INSULAR
Agrometeorológica	5	6	2	-
Climatológica Principal	16	31	4	3
Climatológica Ordinaria	46	44	6	1
Pluviométrica	77	122	13	1
Pluviográfica	2	4	1	-
Subtotal	146	207	26	5
%	38,02083	53,90625	6,770833	1,302083
Total	384			

Fuente: El autor.

Cerca de los años 60's se empiezan a dar los primeros pasos para la construcción de uno de los institutos más importantes en la actualidad en el Ecuador, la creación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); la misma que no solo implicó apoyo técnico, científico; sino también una fuerte suma económica y una responsabilidad social; la misma que inicia sus actividades en el año de 1961.

Actualmente, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) cuenta con una Red de 383 Estaciones Meteorológicas Convencionales distribuidas de la siguiente forma:

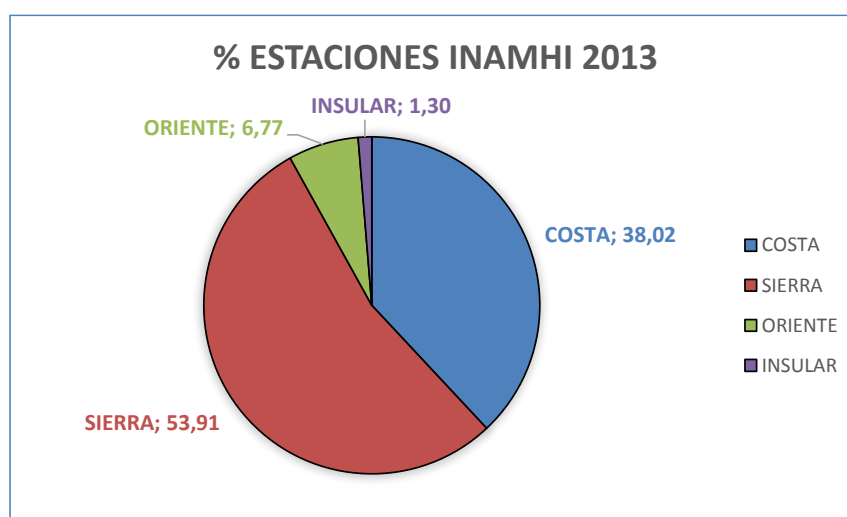


Figura 3. Porcentaje de estaciones del INAMHI.

Fuente: El autor.

Con el avance tecnológico y las exigencias de disponer información en tiempo real para los Sistemas de Vigilancia Meteorológica y para los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), que permiten mitigar los efectos de los fenómenos meteorológicos anómalos y adversos, a partir del año 2003, se inició la automatización de la Red Nacional de Estaciones. A los diez años se contó con 91 Estaciones Automáticas AWS, con comunicación Satelital y GPRS en tiempo real (INAMHI, 2014).

2.1.2 El Tiempo

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) indica lo siguiente:

A todos nos interesa el tiempo³. En la mayoría de los países, el boletín meteorológico es el programa de televisión más popular. En todo el mundo, las personas desean saber el tiempo que hará hoy o mañana para conocer las perspectivas de la siembra, de las plantaciones, de los cultivos, de la navegación o de otros viajes, o para prepararse ante la inminencia de fenómenos naturales peligrosos, como los huracanes. Desean saber qué tiempo hará en los encuentros deportivos, en sus actividades recreativas o, simplemente, qué ropa llevar, o si será o no necesario llevar un paraguas. (OMM, 2014)

Alrededor de todo el mundo es una fijación muy alta los servicios meteorológicos dado el sin número de datos e información que estos poseen para poder transmitirlos a la comunidad; pero, detrás de la noticia que nos informan los medios de comunicaciones, se encuentra el personal humano que no descansa en la adquisición de datos y el personal técnico que intenta que estos datos sean lo más exactos posibles; sin embargo el Tiempo varia de una manera tan poco predecible que genera un alto nivel de dificultad al momento de realizar un acierto en las diferentes variables meteorológicas.

El sistema de observación y transmisión de datos es tan complejo, que incluye también al Sistema Mundial de Telecomunicación; con el fin de que suministre herramientas bases para que el servicio meteorológico sea más confiable y efectivo;

³ (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2014).

con el transcurrir de los años las herramientas tecnológicas han ayudado sin duda alguna a que el acierto en la predicción del tiempo sea cada vez más exacto y con un margen de errores mínimo.

El SMO es el más importante sistema operacional de observación de la Tierra, con capacidades de extremo a extremo. Los sistemas de observación integrados en estas redes recopilan datos meteorológicos, climatológicos, hidrológicos, marinos y oceanográficos enviados por más de 15 satélites, 100 boyas fondeadas, 600 boyas a la deriva, 3.000 aeronaves, 7.300 buques y unas 10.000 estaciones terrestres. (INAMHI, 2014)

Alrededor de todo el mundo existen diferentes programas capaces de ayudar en correlación con los institutos a hacer frente a los desafíos del estudio de los fenómenos meteorológicos a los que nos enfrentamos, uno de los más reconocidos es El Programa Mundial de Investigación Meteorológica de Organización Mundial de Meteorología (PMIM); del cual se puede resaltar una de las actividades más importantes realizadas por este programa:

El (THORPEX) (Experimento de investigación y predictibilidad de los sistemas de observación) está destinado a intensificar los progresos tanto de la precisión de las predicciones de las condiciones meteorológicas de fuerte impacto, a escala de un día a dos semanas, consiguiendo que se utilicen más.⁴ (INAMHI, 2014)

2.1.3 INAMHI

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI⁵), es el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador creado por Ley, como una necesidad y un derecho fundamental de la comunidad, con capacidad y la obligación de suministrar información vital sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos del pasado, presente y futuro, que necesita conocer el país para la protección de la vida humana y los bienes materiales. (INAMHI, 2014)

⁴ (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2014)

⁵ (INAMHI, 2014). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

El INAMHI, es un ente capaz de tener las más altas comunicaciones con las diferentes organizaciones meteorológicas a través del mundo; con el fin de estar siempre en contacto con las herramientas que se utilizan en otros países y salvaguardar la vida de los ciudadanos. Esta institución gubernamental ecuatoriana trabaja de la mano en conjunto con la Secretaría de Gestión de Riesgos, cuyo mismo nombre indica, tiene como principal finalidad contar con personal técnico y capacitado para evitar situaciones críticas que puedan alarmar y alterar la vida cotidiana de los ecuatorianos.



Figura 4. Logo del INAMHI.

Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/la-institucion/>

2.1.4 INOCAR

El 18 de Julio de 1972, mediante Decreto Ejecutivo No. 642, el Servicio Hidrográfico creado en 1932 fue elevado a la categoría de Instituto Oceanográfico cuya sede se fija en la ciudad de Guayaquil. Su función básica es proporcionar seguridad a la navegación, efectuar investigación oceanográfica, compilar la cartografía náutica nacional, emitir la hora oficial del Ecuador y además ser representante del Estado ante Organismos Internacionales relacionados con la actividad hidro-oceanográfica. (INOCAR, 2014)



Figura 5. Logo del INOCAR.

Fuente: <http://www.INOCAR.mil.ec/web/>

El Instituto Oceanográfico, ha logrado sumar diferentes experiencias que le permite brindar de manera oportuna y eficaz los servicios oceanográficos y demás temas relacionados; sobre todo haciendo énfasis en que Ecuador es un país rodeado de uno de los principales océanos, el Pacífico, de esta manera precautela la vida sobre todo de quienes viven en las costas ecuatorianas. De igual forma el INOCAR forma parte y es un digno representante del organismo que armoniza los estándares para los sistemas de ayudas a la navegación alrededor del mundo.

2.2 ¿Qué es la meteorología?

Según INAMHI, la definición de meteorología es la siguiente:

Es la ciencia que estudia el tiempo y el clima. Su objetivo es el entendimiento de los procesos físicos y químicos, que determinan el estado dinámico en la atmósfera en escalas espacial y temporal; abarca desde la turbulencia local hasta la circulación atmosférica global.
(INAMHI, 2014)

Se puede definir como meteorología al conjunto de herramientas tanto atmosféricas, físicas, científicas, tecnológicas y de correlación con la temperatura y ambiente, que contribuyen a la predicción del estado de tiempo de la manera más eficaz y veraz posible, con el fin de precautelar la vida humana de alguna situación de riesgo.

2.3 Fundamentación teórica de las variables meteorológicas que se incluyen en la investigación

2.3.1 La temperatura

La temperatura⁶ es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura. Para medir la temperatura, tenemos que basarnos en propiedades de la materia que se ven alteradas cuando ésta cambia: la resistencia eléctrica de algunos materiales, el volumen de un cuerpo, el color de un objeto, etc. (Jiménez, Capa, & Lozano, 2004)

⁶ METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA,
<http://www.atmosfera.unam.mx/jzavala/AnalisisDatos/VariablesMeteorologicas.pdf>

Si bien existen diferentes parámetros para la predicción del tiempo, la temperatura es la principal fuente de información y de vital importancia para la meteorología. El instrumento usado para la medición de la temperatura se llama termómetro y lo inventó Galileo Galilei en 1593.

2.3.1.1 Temperatura ambiente o del aire

Es la temperatura actual que se toma en una zona específica y que se puede medir con un termómetro. La temperatura ambiente o del aire, puede variar dependiendo del área o espacio en el mismo instante de tiempo.

2.3.1.2 La temperatura de la superficie del mar

La temperatura de la superficie del mar o también llamada TSM, se mide en la superficie del agua de los océanos (generalmente se realizan entre uno y tres metros de profundidad), varía de acuerdo al método a emplearse. Radar satélite, sonda. La temperatura de la superficie del mar tiene afectación directa en el comportamiento océano-atmosférico. Es un indicador determinante en el desarrollo de las actividades propias del ecosistema marino.

2.3.2 La humedad

La humedad⁷ es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, si estamos cerca del mar, si hay plantas, etc.
(Jiménez, Capa, & Lozano, 2004)

Existen diversas maneras de referirnos al contenido de humedad en la atmósfera, algunas de ellas se detallan a continuación:

2.3.2.1 Humedad absoluta

Es la masa de vapor de agua, en gramos, contenida en un metro cúbico de aire seco.

⁷ Meteorología y Climatología, <http://es.calameo.com/read/0033776679e3fea4f19b9>

2.3.2.2 Humedad específica

Es la masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1 kg de aire.

2.3.2.3 Razón de mezcla

Es la masa de vapor de agua, en gramos, que hay en 1 kg de aire seco.

2.3.2.4 Humedad relativa

Es la relación entre el vapor de la masa del aire y la presión de vapor saturante. Para calcular el porcentaje de la humedad relativa se tiene la siguiente ecuación:

$$\%HR = \frac{e}{\mathcal{E}} \times 100\%$$

Donde:

%HR: Porcentaje de la humedad relativa de la mezcla del aire.

e : Vapor de la masa del aire.

$\mathcal{E}$: Presión del vapor saturante.

2.3.3 El punto de rocío

El punto de rocío⁸ es la temperatura a la que empieza a condensar el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, niebla. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Pr = \sqrt[8]{\frac{HR}{100}} * (110 + T) - 110$$

Donde:

Pr = Punto de rocío (Td).

HR = Humedad Relativa.

T = Temperatura del aire.

⁸ Punto de Rocío, http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/medio/punto_de_rocio.pdf

2.3.4 Pronóstico del tiempo

Es la aplicación de la tecnología y de la ciencia para predecir con suficiente certeza el estado que presenta y presentará la atmosfera en un periodo de tiempo futuro, en una región del planeta.

La manera más efectiva para poder lograr un pronóstico cierto es recolectar la mayor cantidad posible de datos sobre la atmosfera en cuestión, humedad, temperatura y viento.

2.4 Estación meteorológica

Una estación meteorológica es el lugar donde se realiza el monitoreo de las variables atmosféricas; por ejemplo, temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento, radiación solar, etc. Los datos se utilizan para la elaboración de boletines que proveen de información meteorológica que es vital para el desarrollo de la sociedad y también se usan para el estudio climático, con la ayuda de modelos numéricos.

2.4.1 Estación meteorológica convencional

En una estación convencional trabajan una o dos personas que realizan las lecturas diarias.

El INAMHI hasta el año 2013 dispone de aproximadamente 500 en todo el país.



Figura 6. Instalación de una estación meteorológica convencional en la Provincia de Santa Elena, Mayo 2013.

Fuente: El autor.

Una estación meteorológica convencional es la que consta de instrumentales para la observación de las variables meteorológicas tales como:

2.4.1.1 Termohigrógrafo

Registra las variaciones de la temperatura y la humedad relativa.

2.4.1.2 Pluviómetro

Determina la cantidad de precipitación o la caída de agua en forma líquida o sólida (granizo).

2.4.1.3 Piranómetro

Mide la radiación solar sobre la superficie de la tierra.

2.4.1.4 Velea

Mide la velocidad y dirección del viento.

2.4.1.5 Barómetro

Mide la presión atmosférica.

2.4.1.6 Anemómetro

Mide el recorrido del viento.

2.4.2 Estación meteorológica automática

Una estación automática consta de los mismos instrumentales para la medición de las variables meteorológicas con la diferencia de que no es necesaria la presencia de un observador para la lectura de los datos.

En la estación existen equipos electrónicos capaces de adquirir la información requerida las 24 horas del día y a su vez los datos son enviados automáticamente por equipos de telecomunicaciones hacia un servidor.

Entre las estaciones automáticas se pueden diferenciar de dos tipos:

2.4.2.1 Estaciones GPRS

Son estaciones automáticas con cobertura GPRS⁹ (señal celular), estas estaciones por lo general están en zonas urbanas de fácil acceso.

Son autosuficientes y solamente necesitan mantenimiento cada 6 meses.



Figura 7. Estación Automática VAISALA, con transmisión GPRS.

Fuente: El autor.



Figura 8. Ejemplo de estación meteorológica automática.

Fuente: El autor.

⁹ (GPRS). General Packet Radio Service o servicio general de paquetes vía radio.

2.4.2.2 Estaciones GOES

Las estaciones GOES son estaciones automáticas ubicadas en lugares remotos y de difícil acceso y que no se encuentran en la zona de cobertura de la tecnología GPRS. Es por esta razón el medio de transmisión de los datos es satelital, por medio del sistema GOES (Satélite Geoestacionario Operacional Ambiental) de la NOAA¹⁰



Figura 9. Estación GOES perteneciente al SAT-Cañar en DJ Raura.

Fuente: El autor.



Figura 10. Antena Satelital del sistema GOES.

Fuente: El autor.

¹⁰ La Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA) es una agencia federal que se enfoca en el estado de los océanos y la atmósfera. <http://www.noaa.gov/>

2.4.3 Boya meteorológica

La boya meteorológica es un dispositivo que se ubica en el mar y en los océanos con el fin de monitorear permanentemente las condiciones oceánicas y atmosféricas relacionadas con la ocurrencia de eventos meteorológicos. Existen varios tipos de boyas implementadas en el mar territorial del Ecuador a cargo del INOCAR¹¹ con el fin de estudiar fenómenos como El Niño/La Niña que también investiga el CIIFEN¹².



Figura 11. Boya meteorológica - INOCAR 2014.

Fuente: El autor.

2.5 Sensor de temperatura

Un sensor de temperatura es un dispositivo capaz de transformar los fenómenos físicos propios en señales eléctricas ya sean analógicas o digitales, que pueden representarse mediante el uso de elementos electrónicos.

Un sensor está formado normalmente por un semiconductor, donde el comportamiento de su resistencia varía en función a su temperatura.

2.5.1 Sensor de temperatura DS18B20

El DS18B20 es un termómetro digital que proporciona 9 bits de resolución para las mediciones de la temperatura en grados Celsius.

¹¹ INOCAR. Instituto Oceanográfico de la Armada.

¹² CIIFEN. Centro internacional para la investigación del fenómeno de El Niño, <http://www.ciifen.org/>

Se comunica a través de un bus 1-Wire protocolo propietario que, por definición, requiere una sola línea de datos (y tierra) para la comunicación con un microprocesador central y tiene una función de alarma con puntos de activación superior e inferior programables por el usuario, no volátiles.

Tiene un rango de lecturas de temperatura desde -55°C a 125°C , con una precisión de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Las aplicaciones que se pueden beneficiar de esta característica incluyen controles de HVAC ambientales, sistemas de control de la temperatura interior de los edificios, equipos o maquinaria, y los sistemas de supervisión y control de procesos.



Figura 12. Sensor DS18B20.

Fuente: El autor.

2.6 Sensor de humedad

El sensor de humedad es un dispositivo que mide la humedad relativa en un punto específico. Existen hechos de varios tipos de materiales de manera analógica y digital. La función de un sensor de humedad es la de medir la humedad del aire usando algún tipo de sistema capacitivo, resistivo, mecánico o conductivo.

2.6.1 Módulo AM2301

El módulo digital AM2301 incluye un sensor capacitivo y una alta precisión de los dispositivos de medición de temperatura y humedad, y se conecta con un microcontrolador. Ha sido calibrado de fábrica y tiene una alta fiabilidad y excelente estabilidad a largo plazo.



Figura 13. Certificación ISO 9001 del módulo AM2301.

Fuente: El autor.



Figura 14. Módulo AM2301, Sensor de Humedad y Temperatura

Fuente: El autor.

2.7 Microcontrolador

Un microcontrolador es un integrado con posibilidades de desarrollo limitadas que vienen establecidas de fábrica.

En el microcontrolador encontramos puertos seriales de comunicación, memoria, relojes, CPU y módulos periféricos de entrada y salida.

Cada bloque permite un mejor rendimiento en el diseño del sistema.

Ofrece lo necesario para formar un sistema básico como si fuera una mini PC.

2.7.1 Microcontrolador PIC

Los 'PIC' son un grupo de microcontroladores fabricados por Microchip Technology Inc., derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instruments.

El nombre generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller (Controlador de Interfaz Periférico). (Breijo, JUNIO 2008)

2.7.2 PIC16F877A

El PIC16F877 es un microcontrolador de la marca Microchip Technology Inc.¹³ El consumo de potencia es muy bajo y además es completamente estático, esto quiere decir que el reloj puede detenerse y los datos de la memoria no se pierden.

A continuación se detallan algunas de las características principales que son convenientes para el sistema de adquisición de datos de este proyecto:

- Soporta modo de comunicación serial y paralelo, posee los pines Tx y Rx.
- Amplia memoria para el programa y los datos, hasta 8KB.
- La memoria de este PIC es reprogramable y se puede borrar electrónicamente.
- Tiene 5 puertos de entrada/salida. A, B, C, D y E.



Figura 15. Microcontrolador PIC16F877A.

Fuente: El autor.

¹³ Microchip Technology Inc. es un proveedor líder de microcontroladores y semiconductores analógicos. Con sede en Chandler, Arizona, Microchip ofrece soporte técnico sobresaliente junto con la entrega y calidad confiable.

Tabla 2. Configuración de pines del microcontrolador PIC16F877A.

Configuración de pines del microcontrolador PIC16F877A				
PINES	NOMBRE	PUERTO	A/D	FUNCIÓN
1	MCLR/Vpp/THV			RESET
2	RA0/AN0	A	D	DQ DS18B20
3	RA1/AN1	A	D	DQ DHT21
4	RA2/AN2/VREF-/CVREF			NO CONECTADO
5	RA3/AN3/VREF+			NO CONECTADO
6	RA4/T0CKI/C1OUT			NO CONECTADO
7	RA5/AN4/SS/C2OUT			NO CONECTADO
8	RE0/AN5/RD			NO CONECTADO
9	RE1/AN6/WR			NO CONECTADO
10	RE2/AN7/CS			NO CONECTADO
11	VDD			5 VDC
12	VSS			GND
13	OSC1/CLKIN			RELOJ
14	OSC2/CLKOUT			RELOJ
15	RCO/T1OSO/T1CKI			NO CONECTADO
16	RC1/T1OSI/CCP2			NO CONECTADO
17	RC2/CCP1			NO CONECTADO
18	RC3/SCK/SCL			NO CONECTADO
19	RD0/PSP0	D	D	E LCD
20	RD1/PSP1	D	D	RS LCD
21	RD2/PSP2	D	D	RW LCD
22	RD3/PSP3			NO CONECTADO
23	RC4/SDI/SDA			NO CONECTADO
24	RC5/SDO			NO CONECTADO
25	RC6/TX/CK	C	D	T1IN MAX232
26	RC7/RX/DT	C	D	R1OUT MAX232
27	RD4/PSP4	D	D	D4 LCD
28	RD5/PSP5	D	D	D5 LCD
29	RD6/PSP6	D	D	D6 LCD
30	RD7/PSP7	D	D	D7 LCD
31	VSS			GND
32	VDD			5 VDC
33	RB0/INT			NO CONECTADO
34	RB1			NO CONECTADO
35	RB2			NO CONECTADO
36	RB3/PGM			NO CONECTADO
37	RB4			NO CONECTADO
38	RB5			NO CONECTADO
39	RB6/PGC			NO CONECTADO
40	RB7/PGD			NO CONECTADO

Fuente: El autor.

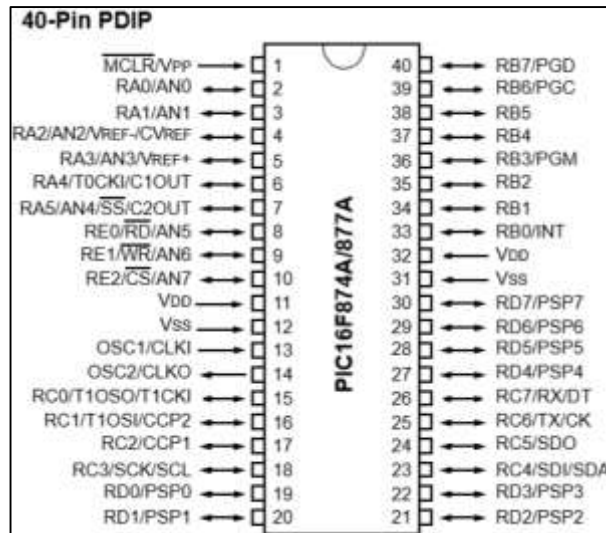


Figura 16. Distribución de pines del PIC16F877A.

Fuente: <http://ww1.Microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>

2.8 Módulo de pantalla LCD

El módulo de pantalla LCD nos permite visualizar la información de un sistema mostrando caracteres en código ASCII y funciona directamente con el microcontrolador PIC16F877A mediante un driver en código C que se incluye en el compilador C CCS.

Ejemplo de conexión del módulo:

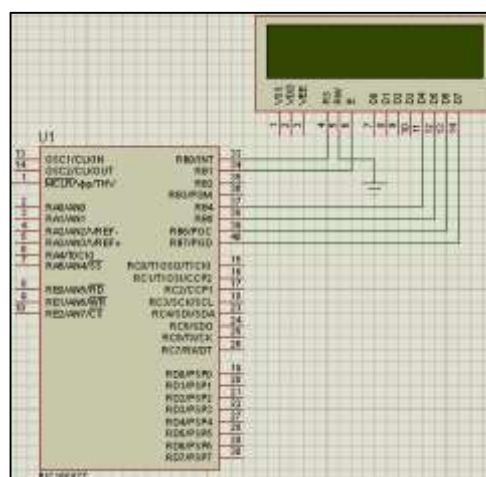


Figura 17. Conexión entre el modulo LCD y el PIC16F877A.

Fuente: ISIS 7 Profesional.

Tabla 3. Distribución de pines del módulo de pantalla LCD HD44780.

PIN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	Vss	Masa
2	Vdd	Alimentación de 2,7V a 5,5V
3	Vee	Ajuste de contraste (de 0 a 5,5V)
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura/escritura
6	E	Enable
7	D0	Bus de datos (bidireccional); dato LSB
8	D1	Bus de datos (bidireccional)
9	D2	Bus de datos (bidireccional)
10	D3	Bus de datos (bidireccional)
11	D4	Bus de datos (bidireccional)
12	D5	Bus de datos (bidireccional)
13	D6	Bus de datos (bidireccional)
14	D7	Bus de datos (bidireccional); dato MSB

Fuente: El autor.



Figura 18. Pantalla LCD 16X2 HD44780.

Fuente: El autor.

2.9 Cristal de cuarzo

El cristal de cuarzo nos sirve para indicarle al microcontrolador a qué velocidad debe trabajar. Este circuito es sencillo pero de vital importancia para el funcionamiento del sistema.

Para conectar el cristal de cuarzo en el PIC16F877A, se lo hace en los pines 13 y 14.



Figura 19. Cristal de cuarzo de 4 MHz.

Fuente: El autor.

2.10 Panel solar

Un panel solar comprende un conjunto de celdas fotovoltaicas que aprovechan la energía solar y la convierten en energía eléctrica. Es energía renovable amigable con el medio ambiente.



Figura 20. Panel Solar.

Fuente: El autor.

2.11 Conversor serial/Ethernet

El conversor serial de protocolo rs232, es un módulo electrónico bidireccional, que transmite los datos serie a través de una red Ethernet que involucra el protocolo de comunicación TCP/IP, posee una interfaz serial DB9 (conector macho) y otra interfaz Ethernet RJ-45 (conector hembra).

2.11.1 Conversor rs232/Ethernet wiz110sr

El modulo conversor del protocolo de comunicación serial a Ethernet es el WIZ110SR. Su implementación a la red de forma rápida y sencilla, que se puede configurar en función a los distintos dispositivos seriales existentes, a los cuales es necesario darles acceso a la red. Es de alta estabilidad y fiabilidad en el envío de los datos.



Figura 21. Conversor serial/Ethernet wiz110sr de WIZNET.

Fuente: El autor.

Tabla 4. Especificaciones de la tarjeta WIZ110SR.

WIZ110SR		
Arquitectura	TCP / IP	W5100
	PHY	Incluido en W5100
	Serial	RS - 232
	MCU	GC89L591A0-MQ44I (rápido 80C52 compatibles) 62K Bytes programable dentro del sistema (ISP) flash
Red	Interfaz	De 10/100 Mbps con detección automática. Conector RJ-45
	Protocolo	TCP, UDP, IP, ARP, ICMP, MAC, PPPoE
Serial	Interfaz	Conector DB9
	Señales	TXD, RXD, RTS, CTS, GND
	Parámetros	Paridad ninguna, par, impar
		Bits de datos 7, 8
	Control de flujo RTS / CTS, XON / XOFF	
	Velocidad	Hasta 230 Kbps
Dimensiones		75mm X 45mm (PBC Anchura x Altura)
Voltaje de entrada		DC 5V
Consumo de energía		DC 5V, 220mA Bajo
Temperatura		0° ~ 70° C (en funcionamiento)
Humedad		10 ~ 90 %

Fuente: Hoja de datos de la tarjeta wiz110sr.

2.12 Controlador de carga

Un controlador de carga sirve para la regulación de la carga de la batería al conectar un panel solar.

Se encarga de suministrar la corriente necesaria para el consumo de la carga y alarga la vida útil de la batería.

2.13 Batería recargable

Es un dispositivo acumulador de energía mediante un proceso electro-químico.

2.14 Regulador de voltaje

Un regulador de voltaje es un dispositivo electrónico que mantiene un nivel de voltaje constante para la alimentación de un circuito que necesite cierto nivel de voltaje fijo.

2.15 Estándares inalámbricos

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE¹⁴) constantemente desarrolla estándares que luego se convierten en normativas de carácter nacional e internacional, para la homologación de procesos en la comunicación inalámbrica.

Por tal motivo desarrolló el estándar 802.11 que involucra un conjunto de estándares para el entorno de la administración de la red inalámbrica.

Tabla 5. Comparativa de estándares inalámbricos IEEE 802.11.

ESTÁNDARES INALÁMBRICOS	ESPECIFICACIONES
802.11a	Ancho de banda máximo de hasta 54 Mbps
	Opera en el espectro de 5 GHz sin necesidad de licencia
	Menos interferencia y saturación
	No es compatible con 802.11b y 802.11g
	Modulación de OFDM
802.11b	Ancho de banda máximo de hasta 11 Mbps
	Opera en el espectro de 2,4 GHz sin necesidad de licencia
	Mayor interferencia y saturación (las mismas que 802.11)
	Conocido como WIFI
	Modulación DSSS
802.11g	Compatibilidad DSSS del estándar 802.11
	Ancho de banda máximo de hasta 54 Mbps.
	Opera en el espectro de 2,4 GHz sin necesidad de licencia
	Compatibilidad con estándar 802.11b
802.11n	Modulación OFDM y DSSS
	Ancho de banda máximo de hasta 100 Mbps
	Opera en los espectros de 2,4 GHz y 5 GHz sin necesidad de licencia
	Ofrece la tecnología MIMO
	Compatibilidad con estándar 802.11a/b/g

Fuente: Planet3 Wireless Inc, CWNA.

¹⁴ IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

2.15.1 IEEE 802.11

El estándar inalámbrico 802.11 especifica las dos últimas capas del modelo OSI, que son la capa de enlace de datos y la capa física para redes de área local inalámbricas. Fue desarrollado en el año de 1997 por el IEEE y recomienda la capa física espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS¹⁵) y salto de frecuencia (FHSS¹⁶). El estándar establece una comunicación sobre el medio entre el cliente y una estación base o a su vez entre dos clientes inalámbricos. IEEE 802.11 es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN¹⁷).

2.15.2 Tecnología MIMO

MIMO¹⁸ significa Múltiple entrada múltiple salida y es una tecnología que aprovecha los eventos físicos de la propagación de la señal en las comunicaciones inalámbricas; que en los sistemas tradicionales se ve afectada por las reflexiones, ocasionando degradación o anulación de las señales y por lo tanto provocando que se pierdan los datos.

2.15.3 Tecnología TDMA

El TDMA (Time Division Multiple Access) es un método de transmisión digital inalámbrico que permite a varios usuarios acceder, en secuencia, a un canal único de radio frecuencia sin interrupciones, mediante la asignación de periodos de tiempo únicos a cada usuario dentro de cada canal.

2.15.4 Protocolo NV2 TDMA

El protocolo Nv2 es un protocolo inalámbrico propietario desarrollado por MikroTik para usarse junto con los chips inalámbricos Atheros 802.11. Nv2 está basado en la tecnología de acceso al medio TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) en lugar de CSMA (Acceso Múltiple por Detección de Carrier). (www.mikrotik.com, 2014)

¹⁵ DSSS. Direct Sequence Spread Spectrum. Espectro Ensanchado por Secuencia Directa.

¹⁶ FHSS. Frequency Hopping Spread Spectrum. Espectro Ensanchado por salto de Frecuencia.

¹⁷ WLAN. Wireless Local Area Network.

¹⁸ MIMO. Multiple-input Multiple-output.

Este protocolo es usado en los dispositivos regulares con 802.11. TDMA y soluciona el problema del famoso del nodo oculto; hace más eficiente el uso del canal y mejora el throughput como también la latencia, especialmente en redes Punto a Multipunto.

Este protocolo tiene como finalidad permitir al usuario conectarse al AP, designando en un periodo de tiempo de enlace ascendente para los usuarios no registrados, como en su manual lo explica; este periodo de tiempo es de vital ayuda para los nuevos usuarios con el fin de realizar su registro.

2.16 Omnitik UPA-5HND

Tabla 6. Características antena Omnitik

CARACTERÍSTICAS OMNITIK	
Código del producto	RBOmnitikUPA-5HnD
CPU frecuencia nominal	400 MHz
Tamaño de RAM	64 MB
Puertos 10/100 Ethernet	5
Los estándares inalámbricos	802.11a / n
PoE	8-30V, Soporta PoE salida en los puertos 2-5. Max 500mA por puerto
Dimensiones	368x125x55mm
Sistema Operativo	RouterOS
Rango de temperatura	-30 ... 70 C
Ganancia de la antena	7.5dBi
Potencia TX	26dBm
CPU	AR7241-AH1A

Fuente: Hoja de datos de las antenas mikrotik.

Omnitik es un punto de acceso con antenas incorporadas de la marca Mikrotik. Es compatible con dispositivos que trabajen con el estándar 5GHz 802.11a/n. Fabricado

con un material resistente para exteriores, tiene cinco puertos 10/100 Mbps Ethernet, soporte PoE y radio inalámbrica incorporada de 400mW. Posee indicadores que muestran la actividad Ethernet o la señal inalámbrica.



Figura 22. OmniTIK de Mikrotik (antena omnidireccional).

Fuente: El autor.

2.17 Modelo OSI

OSI significa Interconexión de Sistemas Abiertos, es un modelo descriptivo de la red. En 1980 fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización y es la referencia para definir arquitecturas en la interconexión de sistemas de comunicación.

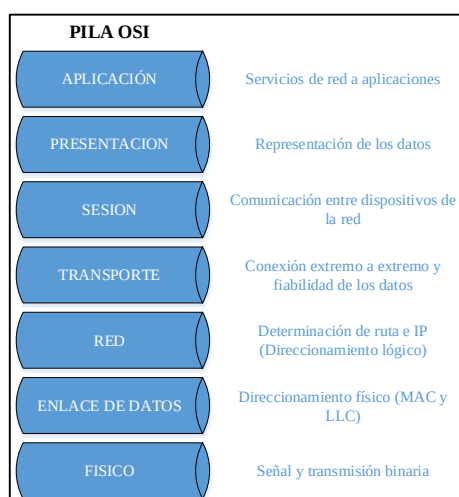


Figura 23. Capas del modelo OSI.

Fuente: Planet3 Wireless Inc.

2.18 Radioenlace

Es el medio que permite la interconexión entre terminales y el flujo de información entre dos o más puntos, mediante la generación de ondas radioeléctricas.

Existen algunos parámetros básicos que hay que analizar al momento de implementar un radioenlace tales como:

- Ganancia de la antena.
- Pérdidas en el cable.
- Potencia de la radio.
- Propagación.
- Atenuaciones del entorno marino.
- Cobertura.
- Zona de Fresnel.
- Directividad.
- Polarización.

2.18.1 Enlace punto a punto

Las redes punto a punto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en la que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos.

2.18.2 Enlace multipunto

Las redes multipunto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las cuales cada canal de datos se usa para comunicarse con diversos nodos.

2.19 Modelo básico de propagación

2.19.1 Propagación en el espacio libre

La propagación en el espacio libre se aplica analógicamente al modelo ideal de las condiciones de propagación en el vacío.

La fórmula de Friis nos sirve para calcular las pérdidas de propagación de las ondas radioeléctricas en el espacio libre en función de la distancia y la frecuencia.

Suponiendo una antena isotrópica, la fórmula es la siguiente:

$$L \text{ [dB]} = 32.45 + 20 \log(d[\text{km}]) + 20 \log(f[\text{MHz}])$$

Donde:

L: Pérdida en dB.

d: distancia en kilómetros.

f: frecuencia en Mega Hertz.

2.19.2 Propagación con línea de vista (LOS)

Para garantizar la línea de vista es necesario calcular la “Primera Zona de Fresnel” la cual es la distancia mínima respecto a la línea recta que une los equipos de comunicación inalámbrica; y donde ningún obstáculo debe situarse para que se considere comunicación con línea de vista. Detallamos a continuación las posibles circunstancias que puede presentar obstrucción en un enlace visual:

- Características topográficas, como las montañas.
- La curvatura de la Tierra.
- Los edificios y otros objetos hechos por el hombre.
- Árboles.

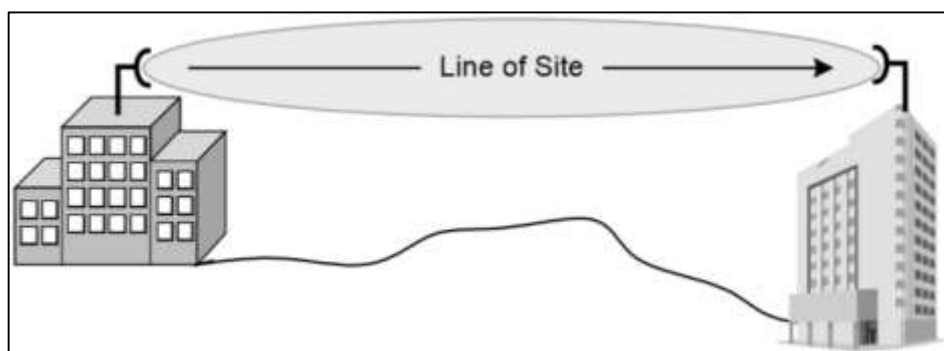


Figura 24. Ejemplo de propagación con línea de vista.

Fuente: CWNA¹⁹

¹⁹ CWNA - Certified Wireless Network Administrator. Chapter 2 - RF Fundamentals, page 37. (PLANET3 WIRELESS, INC., 2003)

2.19.3 Reflexiones sobre el agua

Las reflexiones sobre el mar son el principal problema de un radioenlace que se extiende sobre el mar. El rayo que se refleja tiene casi la misma amplitud que el original solo que llegará en contrafase.

Existen dos casos:

- Que pasen por debajo de la primera zona de Fresnel, es decir aquella distancia que roza la superficie del agua donde la combinación de los rayos puede ser destructiva o constructiva, dependiendo de la altura de las antenas respecto al agua.
- Que traspasen la primera zona de Fresnel, la combinación de los rayos siempre será destructiva y las pérdidas crecen con la distancia a la cuarta.

2.20 Zona de Fresnel

La zona de Fresnel se le llama al volumen de espacio (elipsoide) entre emisor y receptor RF de manera que el desfase entre las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

Fresnel definió una serie de zonas en las que según llegue la propagación de las ondas de radio en fase o en contrafase, pueden estas contribuir positiva o negativamente en la recepción de la señal.

Además que la primera zona de Fresnel concentra aproximadamente el 60% de la potencia de la señal, por lo que en la línea de vista no debería existir ningún obstáculo, ya que afectaría de gran manera en la potencia de la señal irradiada.

2.20.1 Cálculo del radio de la zona de Fresnel

Para calcular el radio de la zona de Fresnel debemos considerar dos aspectos básicos como son la distancia que existe entre las antenas y la frecuencia de la señal portadora donde viajará la información.

Fijémonos en la siguiente figura:

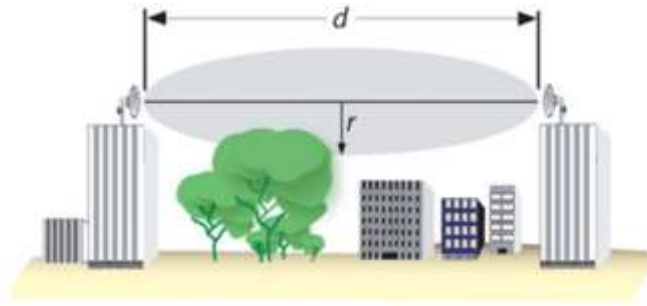


Figura 25. Ejemplo de la zona de Fresnel

Fuente: <http://asterion.almadark.com/wp-content/uploads/2008/11/fresnel.gif>

Calculamos el radio de la zona de Fresnel con la siguiente fórmula:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}}$$

Donde:

r: Altura en metros de la primera zona de Fresnel (sin obstáculos).

D: Distancia total del enlace en kilómetros.

f: Frecuencia del enlace en giga Hertz (2.4 – 5.8 GHz) .

A partir de esta fórmula podremos calcular la altura mínima que deberían tener las antenas al ser instaladas, siempre y cuando no existan obstáculos de por medio.

2.21 Polarización

La polarización de una antena es la polarización de las ondas electromagnéticas que irradia dicha antena. Existe la polarización vertical y la polarización horizontal.

Para que haya una polarización vertical, las ondas deben irradiarse perpendicularmente al plano; y para que haya polarización horizontal, las ondas deben irradiarse paralelamente al plano.

2.22 Labview

Labview es un lenguaje gráfico de programación. La National Instrument²⁰, lo define como una plataforma ideal para estudiantes de ingeniería y profesionales que desean realizar sistemas de control de procesos, adquisición de datos, monitoreo, toma de muestras etc y se puedes diseñar una gran variedad de aplicaciones.

NI LabVIEW es un entorno de desarrollo para resolver problemas, productividad acelerada y constante innovación. (National Instruments Corporation, 2014)

2.23 Google Earth

Google Earth es un programa informático que permite visualizar las zonas geográficas con gran precisión en base a fotografías satelitales.

²⁰ (National Instruments Corporation, 2014)

CAPÍTULO 3

3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y MONITOREO DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se explicará desde la idea de la concepción básica del diseño esquemático general, el tipo de sensores que serán utilizados para medir las variables meteorológicas, hasta el código fuente del sistema microcontrolador que utilizaremos, las pruebas del circuito electrónico, la comunicación con la pc, el diseño del circuito impreso, y la interfaz gráfica de monitoreo. Utilizaremos el software PIC C COMPILER en lenguaje C, la plataforma de simulación ISIS 7 Profesional, los sensores y la Plataforma de programación gráfica LABVIEW.

3.1 Especificaciones del diseño

El desarrollo de este prototipo acuático es para la adquisición y monitoreo en tiempo real de variables meteorológicas, su aplicación se la puede realizar en zonas costeras o cuencas hidrológicas que resulten interesantes al momento de hacer estudios científicos por parte de expertos en meteorología.

3.1.1 Modelado del sistema

La figura describe el sistema que abarca el prototipo de la estación meteorológica autosustentable mediante energía solar, la transmisión inalámbrica en 5Ghz 2x2 MIMO y el monitoreo de los datos obtenidos.

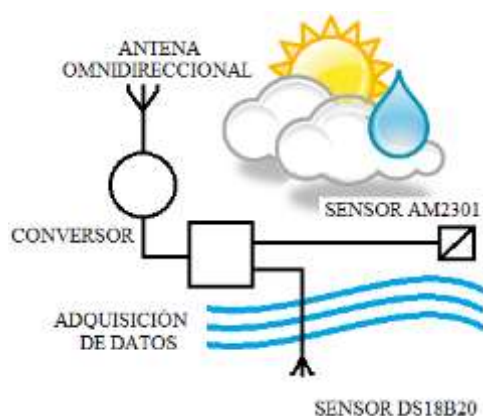


Figura 26. Descripción del sistema de la estación meteorológica.

Fuente: El autor.

Para la construcción de la estación se utilizó un sistema de sensores los cuales por medio de un micro controlador envían la información meteorológica a través de un conversor serial/Ethernet y éste a su vez se conecta con una antena omnidireccional para la transmisión inalámbrica de los datos. Los datos son recibidos en tiempo real hasta una PC y un software de programación gráfica gestiona la conexión de área local para el monitoreo de la información.

Para la alimentación de la estación meteorológica autosustentable se utilizó un panel solar conectado a un controlador de carga, el cual de forma automática realiza la carga de la batería para alimentar la electrónica del sistema.

3.1.2 Pseudocódigo del sistema

A continuación se muestra el pseudocódigo del sistema, el cual detalla cada etapa del proyecto.

1. if (panel solar suministra corriente al controlador de carga) and (batería está conectada a la carga)
2. then (sistema se enciende) and (existe autonomía)
3. else (sistema se enciende) and (la batería se descarga)
4. end_if
5. if (cable del sensor está conectado al microcontrolador a una distancia menor o igual a 20 metros)
6. then (se establece protocolo 1-wire);
7. else (existirá errores en la comunicación)
8. end_if
9. if (estación meteorológica se encuentra en zona de cobertura inalámbrica 5GHz 2x2 MIMO)
10. then (hay transmisión de datos)

11. else (la distancia entre las antenas no es la adecuada)
12. end if
13. if (datos llegan hasta la PC)
14. then (gestión de datos) and (monitoreo de la información)
15. else (no hay conexión de red)
16. end if

Este código nos sirve para comprender el comportamiento en la programación del sistema.

3.1.3 Medios a utilizar

- Microchip PIC16F877A para la comunicación digital de los sensores y para el uso del controlador del puerto serial.
- PCB diseñado en ISIS PROTEUS, para alojar al PIC16F877A y los módulos requeridos como los sensores, la pantalla LCD, el transceptor max232 y el conector DB9.
- Código diseñado en CCS Compiler para conseguir los objetivos, PC y conexiones.

En base a los requerimientos del sistema y las funciones señaladas en el diagrama de bloques, a continuación realizaremos la determinación de los materiales y componentes electrónicos así como la configuración de los mismos.

Usando el software PROTEUS hemos diseñado lo que será el circuito impreso de la tarjeta de adquisición de datos con sus respectivos pines de alimentación y conexión de los sensores. Además le añadimos una conexión serial DB9 para la comunicación hacia el PC.

Ya que las antenas que usaremos tienen interfaz Ethernet es necesaria la conversión de los datos de protocolo serial a protocolo de comunicación Ethernet; es decir darle conexión de red a nuestra tarjeta de adquisición de datos por medio del protocolo TCP/IP la tarjeta tendrá conexión con el resto de la red.

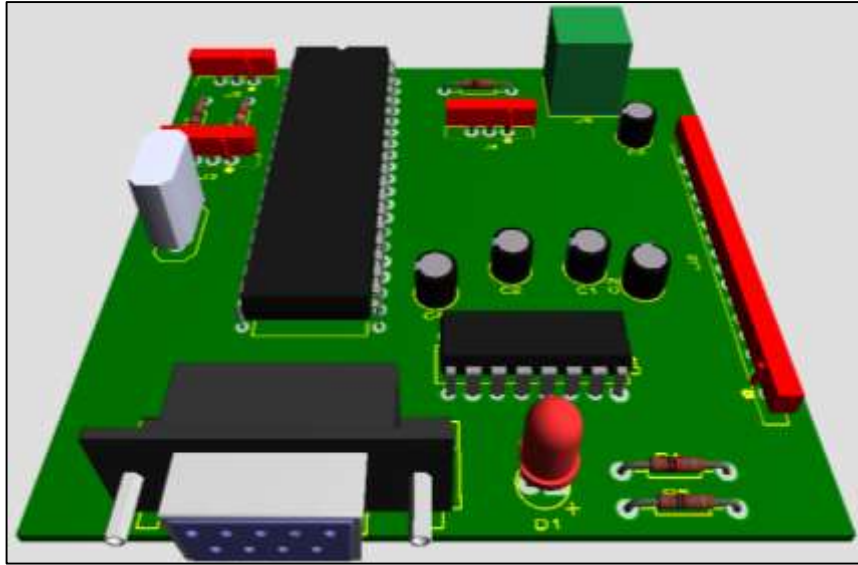


Figura 27. Diseño de la tarjeta de adquisición de datos en ARES PROTEUS, para la estación acuática.

Fuente: El autor.

3.2 Sistema de sensores

En este subsistema se encuentra el sensor de temperatura del agua y el sensor de temperatura ambiente y humedad relativa, con los cuales se calcula también el punto de rocío.

A continuación se describen las conexiones y configuraciones de la siguiente manera:

- Los sensores AM2301 Y DS18B20 se conectarán en los puertos A0 y A1 respectivamente.
- El programa (código fuente) una vez compilado en base a los controladores de cada sensor y a la secuencia de las acciones, se encargará de gestionar la comunicación con cada sensor.
- Esta comunicación 1-Wire de doble vía entre el controlador y cada sensor sucede en milisegundos.
- Cada pin cumple una secuencia independiente de la otra.
- La información recibida en código binario es traducida por el mismo PIC a lenguaje decimal.

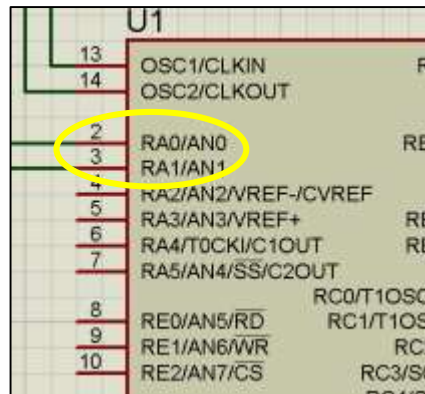


Figura 28. Pines del PIC donde se conectan los sensores DS18B20 y AM2301 respectivamente.

Fuente: El autor.

3.2.1 Sensor digital de temperatura DS18B20

El sensor digital de temperatura DS18B20 es el que utilizaremos para la medición de la temperatura de la superficie del mar (TSM) y se encuentra encapsulado en una sonda resistente al agua.

Su funcionamiento se basa en el protocolo de comunicación digital 1-Wire lo que significa que el bus de datos solo requiere un cable para comunicarse con el microcontrolador PIC16F877A. No requiere de componentes externos y el cable del bus de datos puede extenderse hasta una distancia de 20 metros. Otras características de este sensor se indican en el ANEXO 4.



Figura 29. Sonda resistente al agua, que contiene el sensor de temperatura DS18B20.

Fuente: El autor.

3.2.2 Módulo digital de humedad y temperatura AM2301

El sensor digital de temperatura y humedad AM2301 es el que utilizaremos para la medición de la temperatura ambiente y la humedad relativa, dentro del cual existe un módulo capacitivo con dos sensores internos de alta precisión que tienen una salida con señal digital y manejan un protocolo de comunicación digital 1-Wire propio del fabricante para comunicarse con el microcontrolador PIC16F877A.

No requiere de componentes externos y el cable de datos puede extenderse hasta una distancia de 20 metros. Otras características del sensor se indican en el ANEXO 5.



Figura 30. Módulo AM2301.

Fuente: El autor.

3.2.3 Conexión entre el sistema de sensores y el microcontrolador pic16f877a

La conexión entre el microcontrolador PIC16F877A y los sensores DS18B20 y AM2301 se la realiza conectando el pin de datos de cada sensor al pin de entrada y salida del controlador.

Es recomendable conectarle una resistencia de $4K7\ \Omega$ al pin de datos para una correcta lectura.

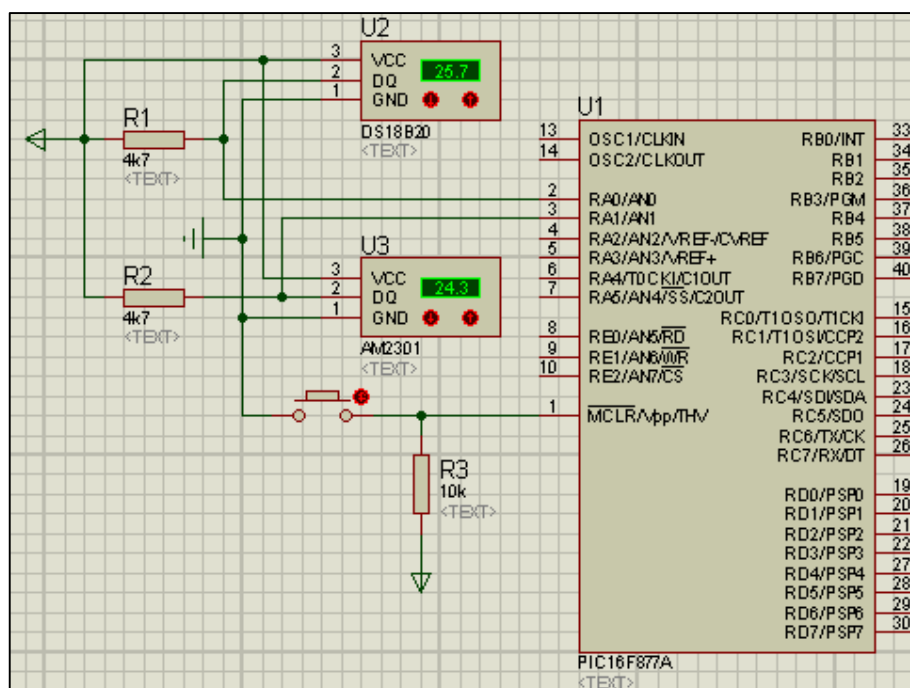


Figura 31. Sistema de sensores y conexión al microcontrolador.

Fuente: El autor.

3.3 Procesamiento de los datos y visualización local

El procesamiento de los datos será efectuado preferencialmente por el microcontrolador PIC16F877A debido a las características de software y hardware que posee.

Este PIC consta de generosos puertos que pueden trabajar de forma analógica y digital según se los configure.

Adicionalmente gozan de algunas interfaces de comunicación serial mediante el módulo USART que posee y según sean los requerimientos del sistema se puede ajustar las velocidades de procesamiento hasta 20 MHz.

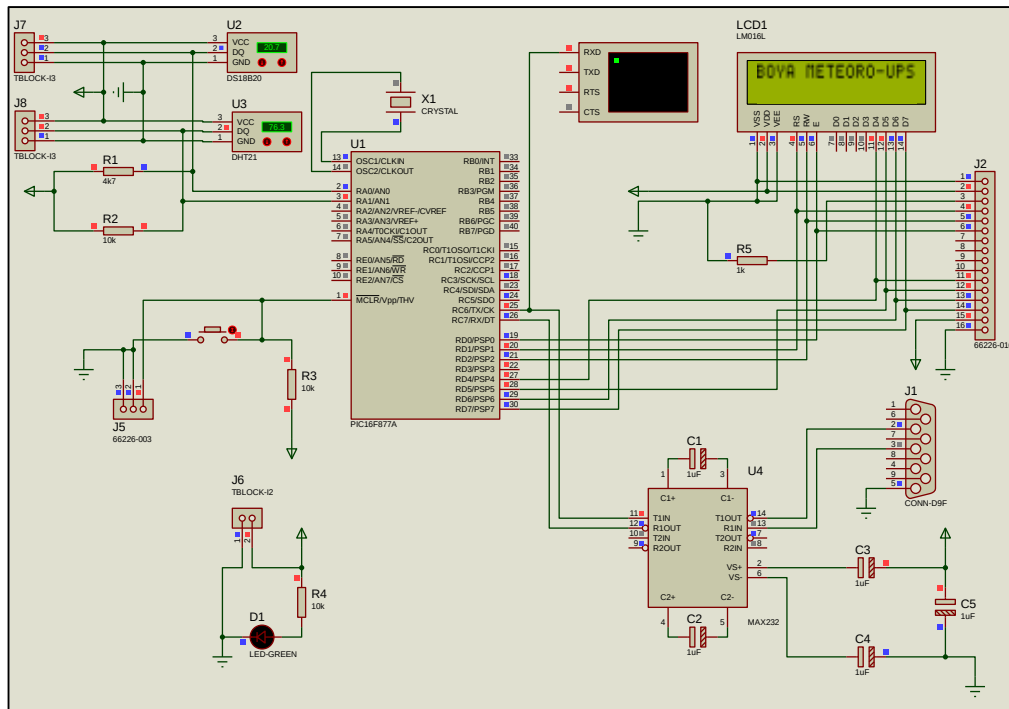


Figura 32. Circuito esquemático general de la tarjeta de adquisición de datos.

Fuente: El autor.

3.3.1 Procesamiento de los datos

Los datos son procesados por el microcontrolador PIC16F877A, el mismo que tiene grabado el firmware desarrollado por el software de programación en lenguaje C conocido como C CCS Compiler.



Figura 33. Compilador PCWH.

Fuente: Custom Computer Services.



```

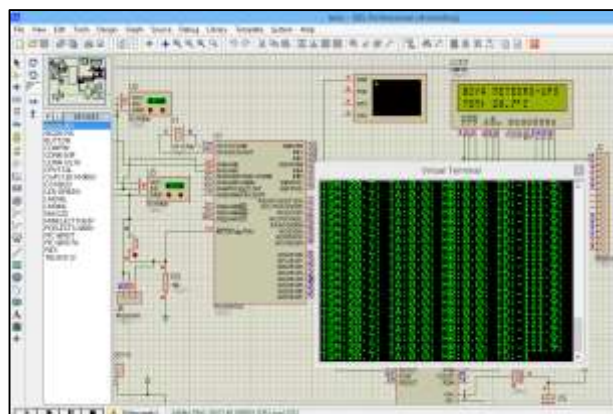
1 // Program to calculate the square root of a number
2 #include <iostream>
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     double num, result;
8     char op;
9
10    cout << "Enter a number: ";
11    cin >> num;
12
13    cout << "Enter an operator (+, -, *, /, %): ";
14    cin >> op;
15
16    switch (op)
17    {
18        case '+':
19            result = num + num;
20            break;
21        case '-':
22            result = num - num;
23            break;
24        case '*':
25            result = num * num;
26            break;
27        case '/':
28            result = num / num;
29            break;
30        case '%':
31            result = num % num;
32            break;
33    }
34
35    cout << "Result: " << result << endl;
36    return 0;
37 }

```

Fuente: PIC C Compiler.

Antes de grabar el programa principal en el microcontrolador es necesario simularlo en el programa PROTEUS ISIS, el cual nos permitirá confirmar el correcto funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos.

File	Size	Path	Group	Owner	Mode
...	...	...	...	...	...



Fuente: ISIS 7 Profesional.

Luego de probar el funcionamiento del el programa, lo que haremos a continuación es grabar electrónicamente el programa en el microcontrolador PIC16F877A, para ello utilizaremos la tarjeta programadora PICkit2 de Microchip, que es la misma marca propietaria del microcontrolador PIC16F877A, tiene conexión USB y viene con el software PICkit2 v2.61 que nos sirve para realizar la grabación del programa principal en el microcontrolador.



Figura 36. Quemador PIC, desarrollado por I&T²¹

Fuente: El autor.

A continuación se detallan los pasos para grabar el programa principal:

- Conectar los pines de la tarjeta PICkit2 a los pines del microcontrolador, tener en cuenta la ubicación correcta de cada pin.
- Conectar la tarjeta al PC por medio del cable USB y abrir la aplicación PICkit2 v2.61. Buscar el programa principal y cargarlo.
- Seleccionar el nombre del PIC16F877A y hacer click en “Write”.

²¹ IDETEC CIA. LTDA. Compañía especializada en el diseño, innovación, fabricación y venta de soluciones electrónicas con sistemas de hardware y software. Guayaquil – Ecuador.



Figura 37. Software PicKIT2 para la grabación del programa principal

Fuente: PICKIT 2 v2.61.

- Insertar el PIC16F877A en el tablero de pruebas y ver su funcionamiento.



Figura 38. Pruebas de funcionamiento de los sensores y del microcontrolador PIC.

Fuente: El autor.

Usaremos un cristal de cuarzo de frecuencia 4 MHz para la velocidad de oscilación del procesamiento de las interacciones del sistema de sensores.

El módulo USART es una interfaz de comunicación que posee el PIC y es compatible con el protocolo RS232 el cual es muy utilizado en los computadores. Por tal razón lo usaremos para exportar la información capturada hacia un computador remoto. Sus pines de transmisión y recepción.

	RC0/T1OSO/T1CKI	15
5/RD	RC1/T1OSI/CCP2	16
6/WR	RC2/CCP1	17
7/CS	RC3/SCK/SCL	18
	RC4/SDI/SDA	23
pp/THV	RC5/SDO	24
	RC6/TX/CK	25
	RC7/RX/DT	26
	RD0/PSP0	19
	RD1/PSP1	20
	RD2/PSP2	21
	RD3/PSP3	22
		27

Figura 39. Pines 25 y 26 para Tx/Rx que se conectan con el transceptor MAX232.

Fuente: ISIS 7 Profesional.

3.3.2 Visualización local

Para la visualización local de los datos utilizamos la pantalla LCD HD4780, que posteriormente conectaremos a la tarjeta de adquisición de datos.

Los sensores, el microcontrolador y la pantalla lcd se conectan al tablero de prueba para realizar las pruebas de funcionamiento y monitorear los datos.

Estas pruebas de conexión y funcionamiento son necesarias para corregir cualquier error y tomar las medidas necesarias antes de la implementación del proyecto.

A continuación se presenta una imagen de lo que fue la prueba de los circuitos en general:

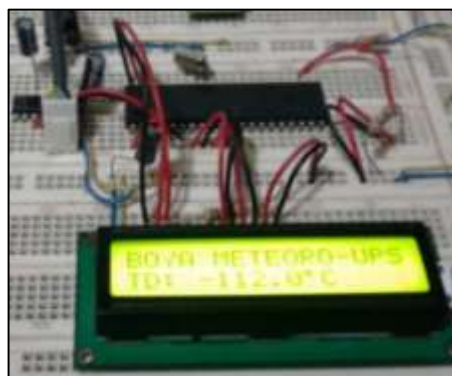


Figura 40. Pruebas de funcionamiento de los sensores y el módulo de pantalla lcd.

Fuente: El autor.

3.4 Fuentes de alimentación

Para el funcionamiento eléctrico del prototipo hacemos uso de un sistema de alimentación que involucra energía solar y baterías recargables.

Estos dispositivos se los conecta a un controlador de carga el cual suministra de energía regulada a la electrónica de las tarjetas y a la alimentación del equipo de comunicación inalámbrica.

A continuación un diagrama de bloques detalla las conexiones del sistema de alimentación:

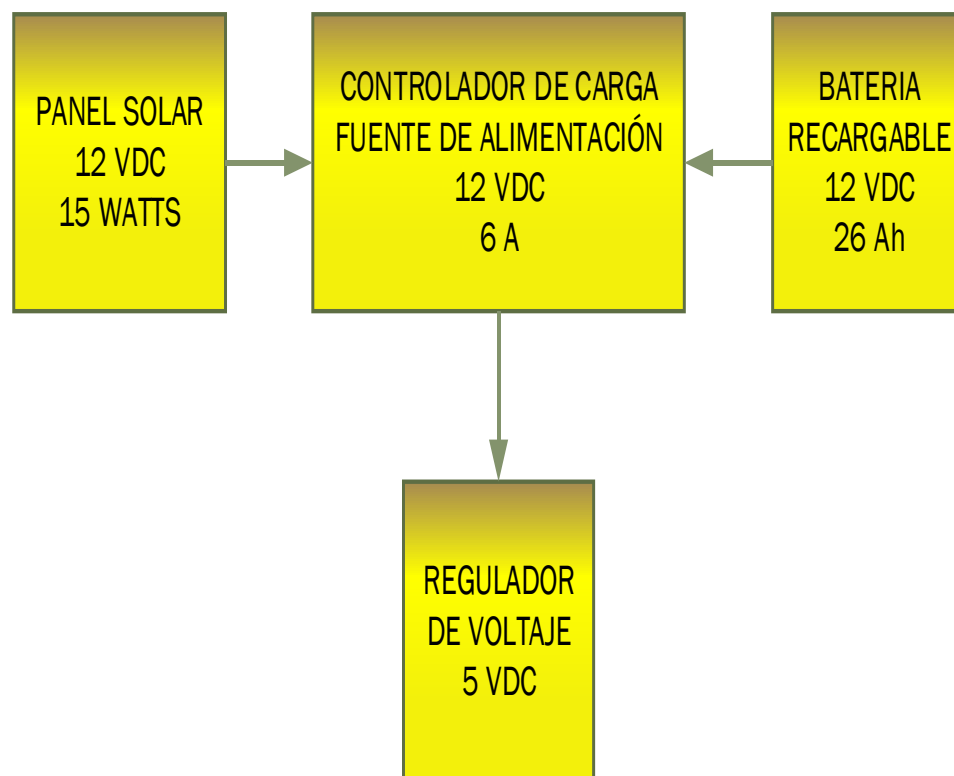


Figura 41. Diagrama de bloques de la fuente de alimentación del prototipo

Fuente: El autor.

Este sistema es el encargado de suministrar la energía eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de las tarjetas electrónicas así como de la antena omnidireccional. El panel solar tiene un papel muy importante ya que su función es la de suministrar corriente para la carga de la batería.

3.4.1 Panel solar “Proviento”

El uso del panel solar es necesario para la autonomía del prototipo y también para la recarga de la batería mediante el controlador de carga.

El panel solar que utilizaremos tiene una potencia de 15 vatios y entrega un voltaje máximo de hasta 22.3 voltios de corriente directa, a circuito abierto.



Figura 42. Panel Solar del prototipo acuático.

Fuente: El autor.

3.4.2 Batería recargable “Powersonic”

La batería que utilizaremos es necesaria para el almacenamiento de la energía requerida por el prototipo acuático, ya que el panel fotovoltaico estará en modo pasivo debido a la ausencia de la luz solar.

La capacidad de la batería recargable es de 26 Amperios/hora y así mismo irá conectada al controlador de carga para el correcto suministro de energía desde el panel solar y hacia la carga.

Es necesario tomar las medidas de seguridad correspondientes para el manejo de la batería ya que podría ocasionarse un corto circuito, así mismo tener en cuenta que este tipo de baterías contienen químicos que podrían ocasionar daños si su manipulación es incorrecta.



Figura 43. Batería recargable Power Sonic de 12 VDC a 26.0 Amp/Hr.

Fuente: El autor.

3.4.3 Controlador de carga “Morningstar SHS-6”

El controlador de carga es necesario para la conmutación entre el panel solar y la batería recargable, para así evitar cualquier tipo de sobrecarga en la batería.

Adicionalmente el controlador de carga ofrece protección de sobre voltajes y un sistema de alarma del estado de carga de la batería.



Figura 44. Controlador de carga MORNINGSTAR SHS-6.

Fuente: El autor.

3.4.4 Regulador de voltaje LM7805

Luego control entre el panel solar y la batería recargable, disponemos de una fuente de alimentación de 12VDC / 6 A. Para poder encender las tarjetas de adquisición de datos y conversión serial/Ethernet es necesario disponer de un regulador de voltaje el cual adecue los 12VDC que nos ofrece la fuente de alimentación.

Para ello utilizaremos el regulador de voltaje LM7805, el cual entrega 5 VDC teniendo un voltaje de entrada que puede variar desde los 7VDC hasta los 35 VDC.



Figura 45. Regulador LM7805.

Fuente: El autor.



Figura 46. Colocación del regulador de voltaje para la alimentación de las tarjetas wiz110sr y meteoro-ups.

Fuente: El autor.

3.4.5 Adaptador de voltaje de 120VAC/24VDC

Para encender la antena Omnitik que se encuentra de lado de la base es necesario el uso del adaptador de voltaje que viene incluido en el equipo de comunicaciones. Este adaptador funciona con una toma de corriente de 120 VAC y entrega en sus terminales de alimentación 24VDC que se conectan directo al PoE de la Omnitik.



Figura 47. Adaptador de voltaje 120VAC/24VDC Omnitik.

Fuente: El autor.

3.5 Transmisión de datos y comunicaciones inalámbricas

Para la transmisión de los datos meteorológicos que obtiene la tarjeta de adquisición de datos es necesaria la utilización de un transceptor MAX232, el cual transforma los niveles de comunicación TTL a protocolo RS232.

Luego que le añadimos una interface serial DB9 a la tarjeta de adquisición de datos tenemos que convertir esas señales al protocolo Ethernet para poder comunicarnos con la antena Omnitik la cual posee de 5 puertos Ethernet.

Las comunicaciones inalámbricas tendrán la característica de ser omnidireccionales: Los equipos a utilizarse serán de la marca Mikrotik²² modelo Omnitik

²² Mikrotik. Empresa letona, fundada en 1995 para desarrollar routers y sistemas Wireless ISP

3.5.1 Transceptor MAX232



Figura 48. Módulo para el transceptor MAX232 y conector DB9

Fuente: El autor.

3.5.2 Conversor serial rs232 a Ethernet modelo wiz110sr

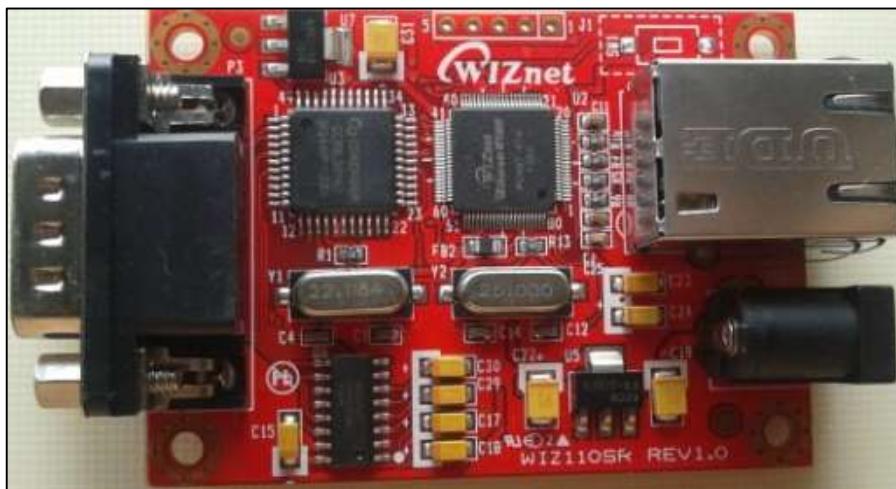


Figura 49. Tarjeta WIZ110SR rev1.0

Fuente: El autor.

3.5.3 Antena Omitik (STATION WDS)

Al darle conexión Ethernet a la tarjeta de adquisición de datos mediante el conversor wiz110sr, podemos ahora conectarlo a uno de los puertos de la antena Omnitik.

Esta antena de tipo omnidireccional será la encargada de transmitir la información obtenida a través de señales inalámbricas hasta la otra antena que se encuentra en base.

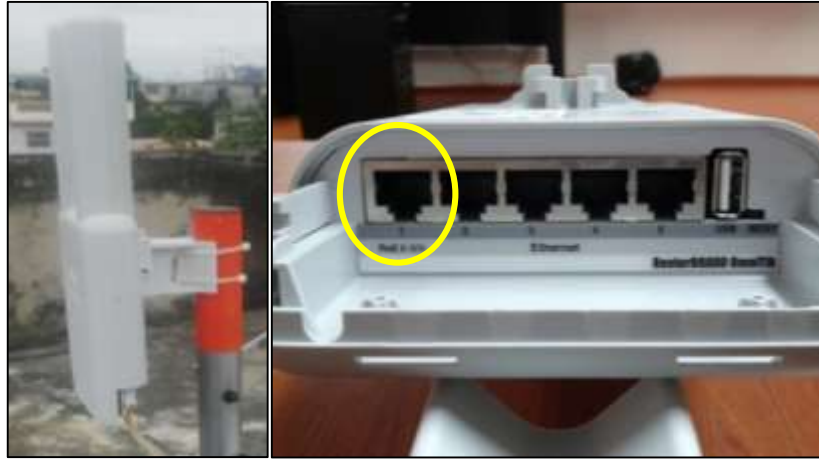


Figura 50. Conexión del cable de red que viene del PoE

Fuente: El autor.

3.5.4 Antena Omnitik (AP BRIDGE)

La antena que se encuentra en base será la que reciba toda la información adquirida en el prototipo acuático. Esta antena se conecta al PoE y el cable LAN directamente a una PC donde se monitoreará la información mediante la aplicación de LABVIEW.



Figura 51. Antena Omnitik del lado de la BASE – modo AP bridge

Fuente: El autor.

3.6 Gestión y monitoreo de datos

Para la gestión y monitoreo de los datos haremos uso del software de aplicación y desarrollo LABVIEW, que permite la programación mediante elementos gráficos y libertad de procedimientos en la manipulación de los datos. La conexión del programa con la antena es por medio del protocolo TCP/IP y un puerto virtual para la conexión de la tarjeta wiz110sr que envía los datos provenientes de la tarjeta PIC con interfaz serial DB9.



Figura 52. Conector DB9 hembra.

Fuente: El autor.

3.6.1 Gestión de los datos

Dentro del programa de Labview realizamos las conexiones de los agentes gráficos para la gestión de los datos. Se establece un puerto virtual “DESTINO CLIENTE”, el cual a través del agente gráfico para la conexión TCP nos permite levantar la sesión hasta la tarjeta wiz110sr. Luego por medio de un agente de lectura podemos recibir el mensaje que envía la tarjeta PIC. Para mostrar el mensaje conectamos el visualizador gráfico de los datos.

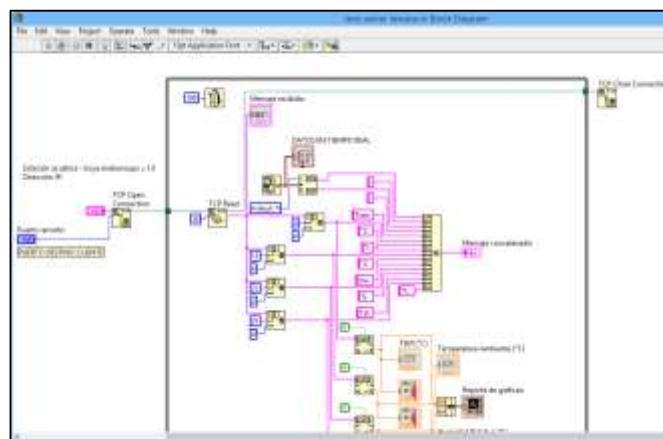


Figura 53. Programación en lenguaje gráfico.

Fuente: NI LabVIEW 2013.

3.6.2 Monitoreo de los datos

Para el monitoreo de los datos nos vamos a la parte frontal de la aplicación. En esta parte frontal podemos incluir los indicadores gráficos así como las tablas, textos, imágenes, controles, etc. Podemos observar los datos de manera gráfica en tiempo real.

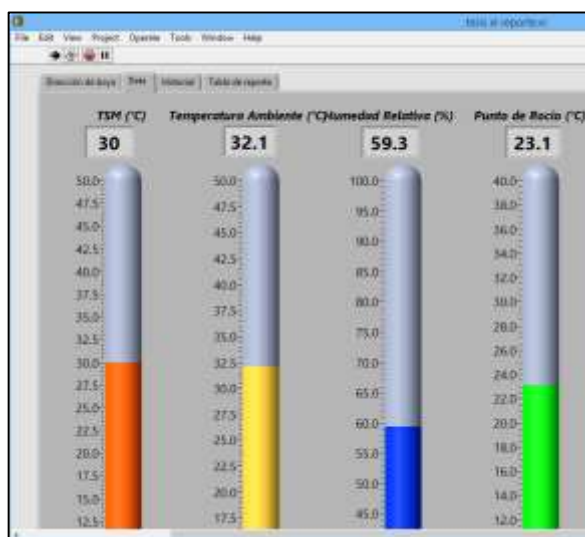


Figura 54. Monitoreo de la información meteorológica en la plataforma Labview.

Fuente: NI LabVIEW 2013.

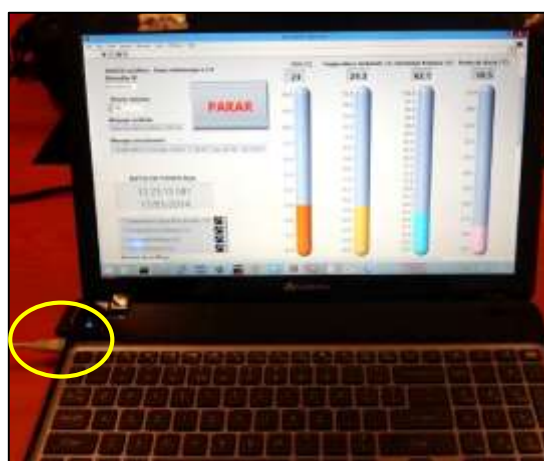


Figura 55. Pruebas de funcionamiento en el laboratorio de telecomunicaciones de la UPS-G. Conexión LAN.

Fuente: El autor.

3.6.3 Tabla de reporte generada en labview

Para la obtención de los datos, Labview nos permite la generación de tablas de reportes, con la posibilidad de exportar a una hoja de Microsoft Excel.

Estos datos son creados inicialmente desde una tabla de registro en Labview, donde se configura la muestra del dato en base a intervalos de tiempo. El intervalo está dado en milisegundos y para generar el reporte es necesario detener la tabla de registro, sin necesidad de detener el programa principal del monitoreo de las variables meteorológicas.

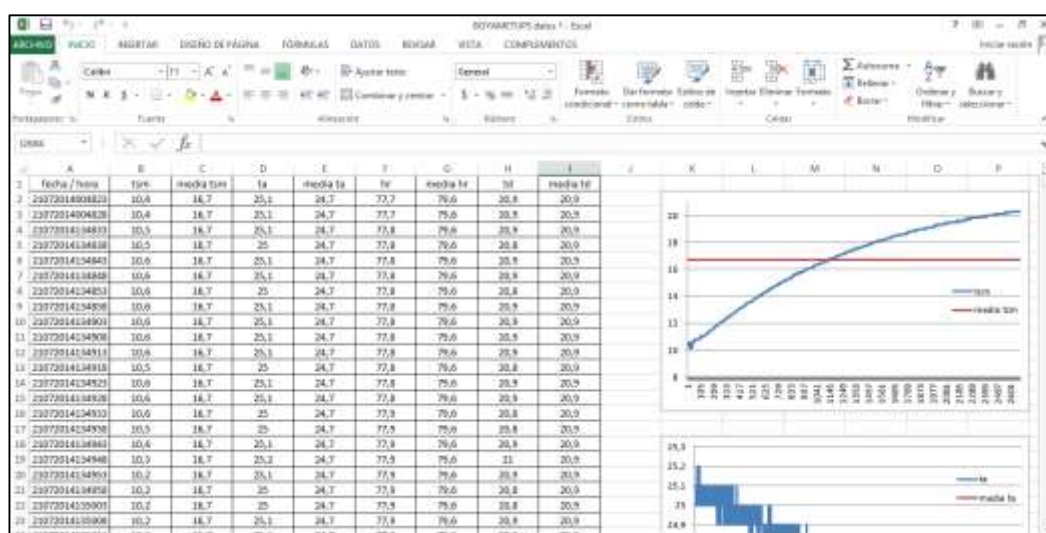


Figura 56. Reporte de los datos en una tabla de Excel.

Fuente: El autor.

En las pruebas de laboratorio fueron un total de 2862 muestras, tomadas en un intervalo de tiempo de cinco segundos por muestra. Dado que cada muestra contiene la información de cuatro variables meteorológicas, nos da un total de 11448 datos con fecha y hora.

3.7 Construcción del prototipo de la estación acuática

Una vez que realizamos las pruebas de funcionamiento de cada bloque del sistema podremos implementar los módulos de los sensores.

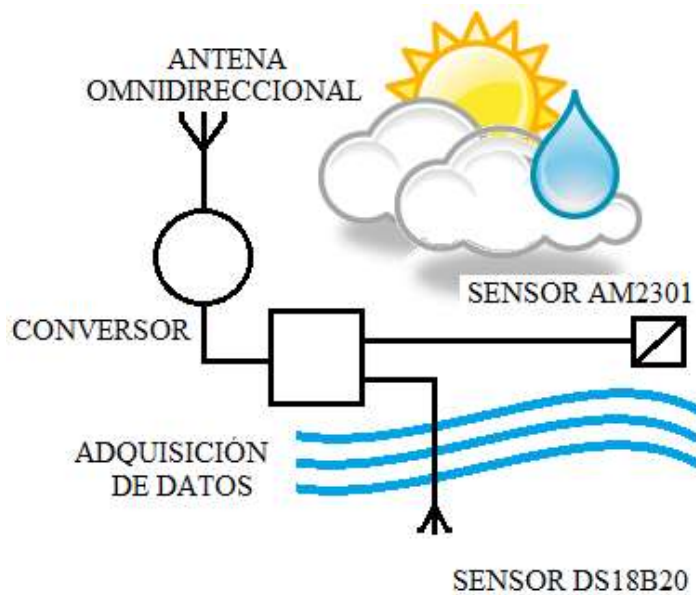


Figura 57. Esquema general de la estación acuática UPS-G, según los requerimientos del sistema.

Fuente: El autor.

Procedemos al desarrollo de la tarjeta electrónica, que contendrá el microcontrolador y los módulos para los sensores. También será insertado el módulo LCD, para la visualización local de los datos.

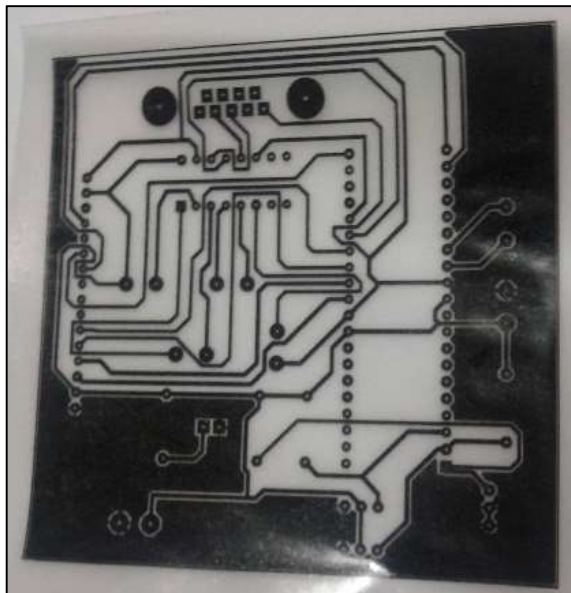


Figura 58. Impreso del diseño de la pista para la PCB de la tarjeta meteorológica, para la adquisición de datos.

Fuente: El autor.

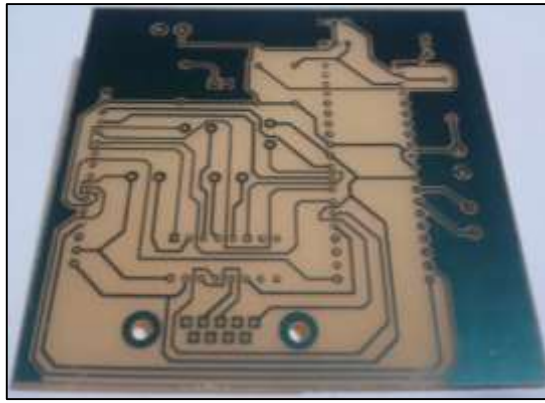


Figura 59. Impreso de la pista en la baquelita para el montaje de los elementos electrónicos.

Fuente: El autor.

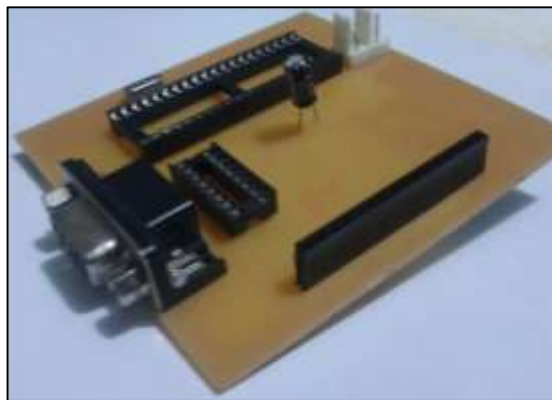


Figura 60. Colocación de los elementos electrónicos en la tarjeta para la soldadura.

Fuente: El autor.



Figura 61. Soldadura de los elementos electrónicos de la tarjeta de adquisición de datos.

Fuente: El autor.



Figura 62. Tarjeta electrónica METEORO-UPS, para la adquisición de los datos meteorológicos de la estación acuática.

Fuente: El autor.

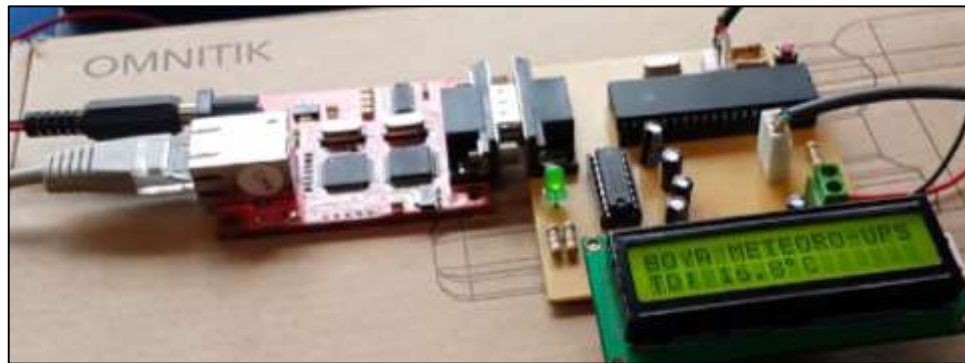


Figura 63. Conexión entre el conversor WIZ110SR y la tarjeta METEORO-UPS.

Fuente: El autor.



Figura 64. Sistema de adquisición de datos, laboratorio de telecomunicaciones.

Fuente: El autor.



Figura 65. Monitoreo de la información en Labview.

Fuente: El autor.

Instalación de la caja metálica, donde irá colocado el sistema de adquisición de datos, el controlador de carga y la batería recargable.



Figura 66. Caja metálica para el sistema controlador y la batería.

Fuente: El autor.



Figura 67. Instalación del panel solar en el trípode metálico.

Fuente: El autor.

Colocación del controlador de carga, la tarjeta METEORO-UPS y el conversor wiz110sr, dentro de una caja plástica para exteriores.



Figura 68. Colocación del controlador y las tarjetas electrónicas.

Fuente: El autor.



Figura 69. Colocación de la batería recargable y cableado de los sensores.

Fuente: El autor.



Figura 70. Colocación de la antena omnidireccional y la mini caseta meteorológica.

Fuente: El autor.



Figura 71. Medición de corriente y voltaje de la carga.

Fuente: El autor.

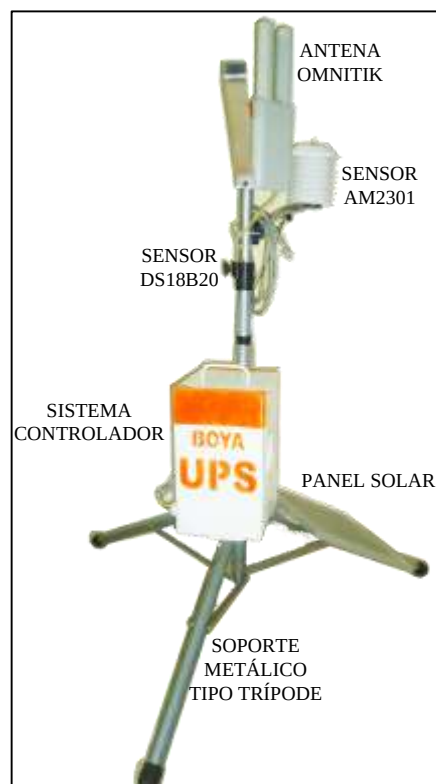


Figura 72. Prototipo de la estación acuática UPS-G.

Fuente: El autor.

CAPÍTULO 4

4 ESTUDIO DEL RADIOENLACE E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN ACUÁTICA

Una vez diseñado el sistema de adquisición de datos, realizaremos el estudio técnico de red necesario para la implementación del proyecto mediante un prototipo acuático. El Radio Enlace deberá tener una cobertura de tipo omnidireccional, ya que el prototipo deberá conectarse desde cualquier punto en una zona de cobertura sin la necesidad del apuntamiento de las antenas de radio.

Se utilizó un enlace inalámbrico dedicado en frecuencia libre de 5Ghz 2x2 MIMO omnidireccional multitrayectoria para minimizar los efectos de reflexión del mar. La frecuencia de operación de los equipos de telecomunicaciones estará en la banda de los 5GHz ya que es una banda no licenciada que permite establecer comunicaciones inalámbricas con estándar 802.11n (según las especificaciones de los equipos de radio) y nos brinda la tecnología MIMO. La tecnología Nv2 TDMA será el plus en este radio enlace.

4.1 Esquema del diseño de la red, en función a la estación acuática



Figura 73. Esquema del diseño práctico del trabajo de titulación.

Fuente: El autor

Para el diseño de la red debemos tener en cuenta que la intención de la estación acuática es transmitir vía RF toda la información captada por los sensores en una determinada zona de interés.

La estación acuática deberá estar dentro de la cobertura de la señal; es decir que mediante el estudio del alcance de los equipos de radio comunicación se determinará la distancia máxima en que pueden estar separadas las antenas.

La ubicación de la estación base (a modo de realización de pruebas) será en el muelle del malecón de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

4.2 Análisis de la situación actual

A continuación detallamos el levantamiento de la información principal, que es necesaria para el estudio del radioenlace.

Se sugieren las posibles ubicaciones de las antenas tanto en la estación base (malecón de la UPS-G) como en la estación acuática (sobre el Río Guayas o el Estero Salado, según zona de interés), para el desarrollo de las pruebas de funcionamiento del prototipo. Para simular la implementación del radioenlace haremos uso del software Radio Mobile²³.



Figura 74. Ubicación sugerida para la instalación de la Base Master y de la estación acuática, según el esquema general del radioenlace.

Fuente: El autor.

²³ Radio Mobile se dedica a la radio afición y uso humanitario. Aunque el uso comercial no está prohibido, el autor no se hace responsable de su uso. <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

4.2.1 Levantamiento de la información general

Se detalla el levantamiento de la información general del sitio donde se ubicará la estación base y la ubicación de la estación acuática en el río (según zona de interés).

Realizado por: Xavier Lascano.

Usuario: UPS-G.

Referencia: Barrio “EL CENTENARIO”.

Dirección: Robles 107 y Chambers.

Barrio: Barrio Cuba.

Provincia: Guayas.

Ciudad: Guayaquil.

Teléfono: (593) 4 2590630

Responsable local: Ing. Victor Huilcapi.

Contacto: Ing. Carlos Bósquez.

Horario de funcionamiento: 9H00 – 13H00 / 15H00 – 19H00.

4.2.2 Datos de la localización geográfica

Latitud: 2°13'12.93"S

Longitud: 79°53'12.86"O

Altitud: 6 msnm

4.2.3 Estudio de la línea de vista

¿Tiene línea de vista hacia el punto remoto? Sí, tiene línea de vista hacia el punto remoto.

¿Existe obstáculos o interferencia? No hay obstáculos.

4.2.4 Datos para el levantamiento de la antena

Mástil: Monopolo.

Tipo: Metálico.

Altura necesaria: 5 metros.

Observaciones: La antena se instalará en el muelle del malecón de la UPS-G.

4.3 Coordenadas geográficas

4.3.1 Coordenadas geográficas de la estación base en el malecón de la UPS-G

Latitud: 2° 13' 12.2052" S; Longitud: 79° 53' 9.8772" W; Elevación: 2 msnm.



Figura 75. Ubicación geográfica del Malecón de la UPS-G.

Fuente: <http://www.vermiip.es/gps/>

4.3.2 Coordenadas ubicación sugerida de la estación acuática en el río Guayas

Coordenadas: Latitud: 2° 13' 48.111"; Longitud: 79° 52' 27.912"; Elevación: 0 msnm.



Figura 76. Ubicación geográfica de la estación acuática UPS-G.

Fuente: <http://www.vermiip.es/gps/>

4.4 Simulación del radioenlace usando la herramienta del software radio mobile

La herramienta Radio Mobile es el software de simulación de radioenlaces que nos permitirá analizar la implementación del radioenlace, teniendo en cuenta la frecuencia de operación de los equipos, el tipo de antenas, la potencia transmitida, la altura de las antenas en relación al suelo, la ubicación geográfica de la estación, la zona de cobertura, entre otros aspectos.

4.4.1 Software radio mobile

Radio Mobile es un software de simulación de antenas de radio. Permite calcular con gran eficacia el alcance de un radio enlace en base a los datos de las antenas de radio, la potencia irradiada, la polarización, la frecuencia de operación y la zona geográfica. Por tal motivo inicialmente realizaremos la simulación del radio enlace tomando en cuenta todas las condiciones de acuerdo a la factibilidad del estudio realizado.

4.4.2 Red de comunicación UPS – RÍO GUAYAS

Si la flecha del radioenlace es de color verde significa que si hay comunicación entre los dos extremos.

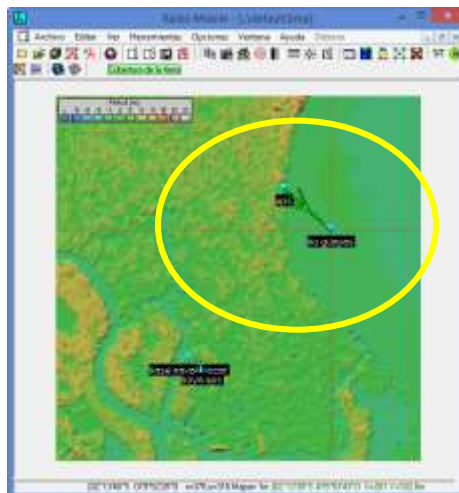


Figura 77. Red UPS - RIO GUAYAS, radio mobile.

Fuente: El autor.

4.4.3 Simulación del radioenlace de la red de comunicación UPS – RÍO GUAYAS

MAESTRO: UPS; ESCLAVO: RIO GUAYAS.



Figura 78. Simulación del enlace de radio de la red ups – rio guayas, radio mobile.

Fuente: El autor.

4.4.4 Cobertura de la señal de la red de comunicación UPS – RÍO GUAYAS

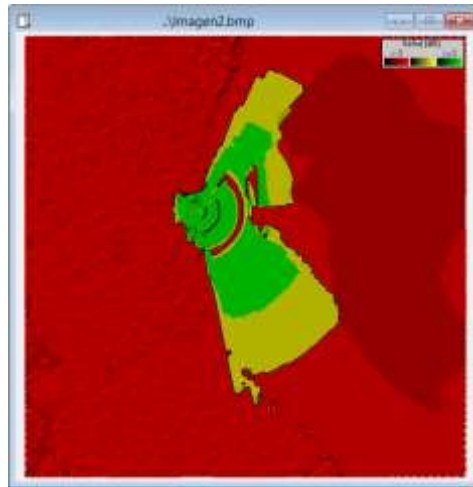


Figura 79. Cobertura de la señal de la red ups – rio guayas.

Fuente: El autor.

4.4.5 Red de comunicación BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS

MASTER: BASE NAVAL;

ESCLAVO: BOYA UPS.

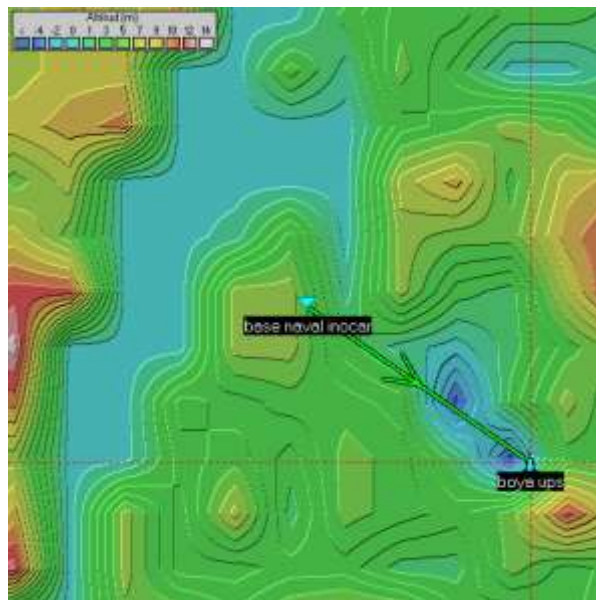


Figura 80. Red base naval (INOCAR) – boya ups.

Fuente: El autor.

4.4.6 Simulación del radioenlace de la red de comunicación BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS



Figura 81. Simulación del enlace de radio de la red base naval (INOCAR) – boya ups

Fuente: El autor.

4.4.7 Cobertura de la señal de la red de comunicación BASE NAVAL (INOCAR) – BOYA UPS

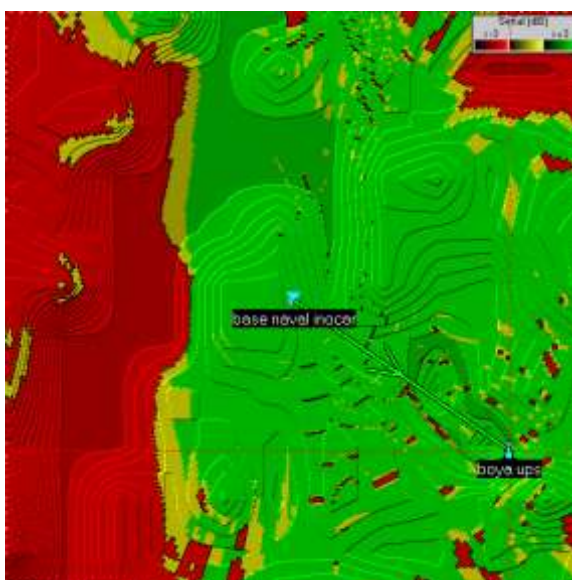


Figura 82. Cobertura de la señal de la red base naval (INOCAR) – boya ups.

Fuente: El autor.

4.4.8 Diagrama de radiación de las antenas Omnitik

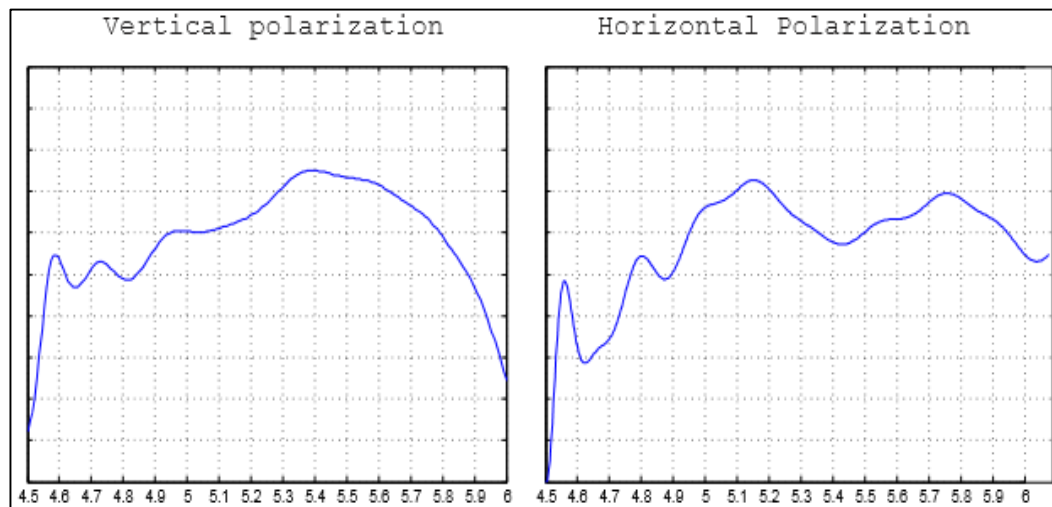


Figura 83. Antena Omnitik U-5HND. Polarización vertical y horizontal.

Fuente: <http://routerboard.com/RBOmniTIKU-5HnD>

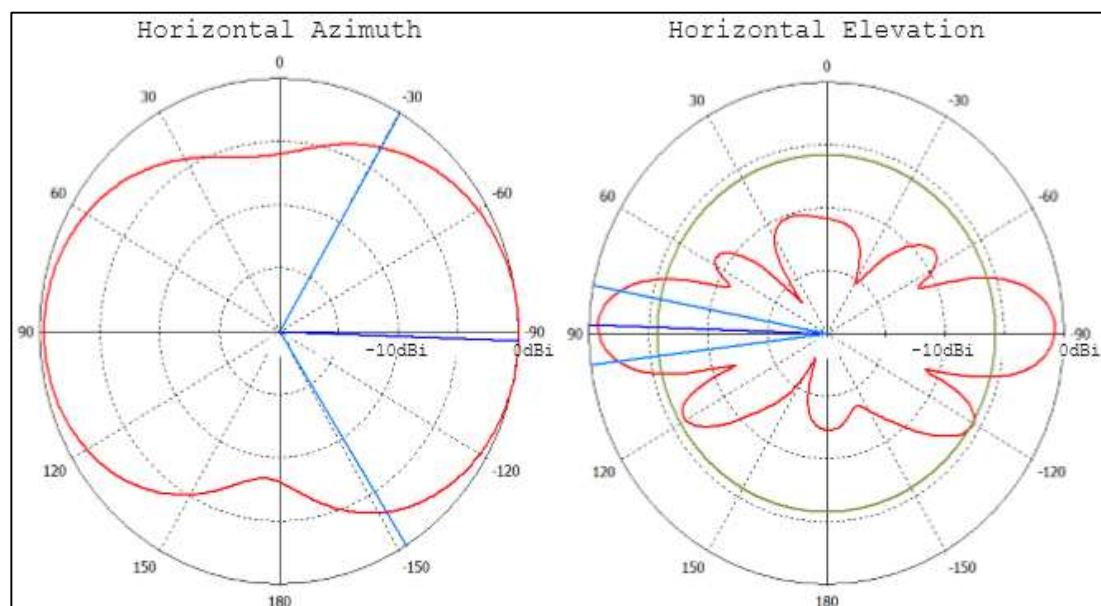


Figura 84. Antena Omnitik U-5HND. Azimut y Elevación horizontal.

Fuente: <http://routerboard.com/RBOmniTIKU-5HnD>

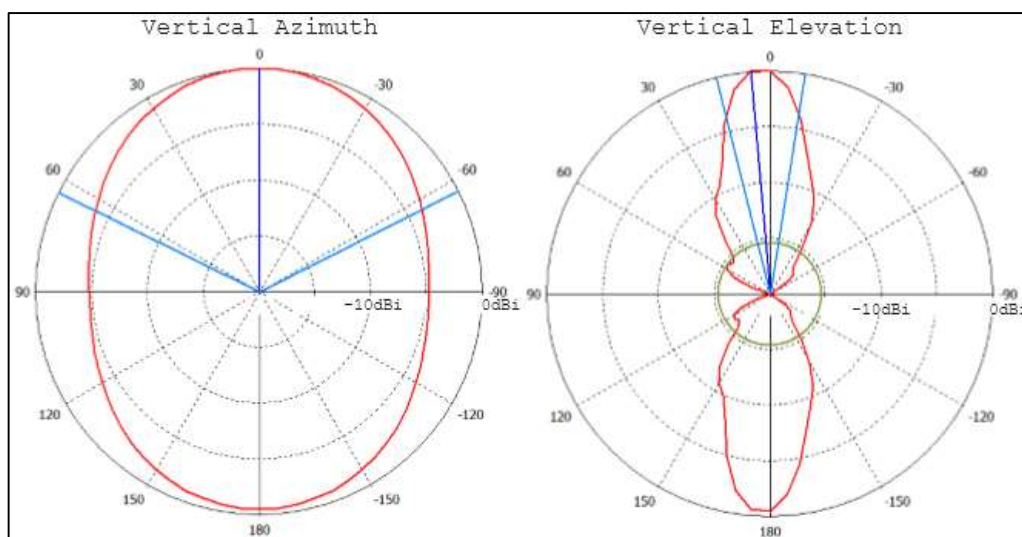


Figura 85. Antena Omnitik U-5HND. Azimut y Elevación vertical.

Fuente: <http://routerboard.com/RBOmniTIKU-5HnD>

4.5 Programación de las antenas Omnitik

Para la programación de las antenas Omnitik (antenas omnidireccionales) existe un software llamado “Winbox” el cual nos permite acceder a la plataforma de RouterOS que es el sistema operativo de los equipos Mikrotik.

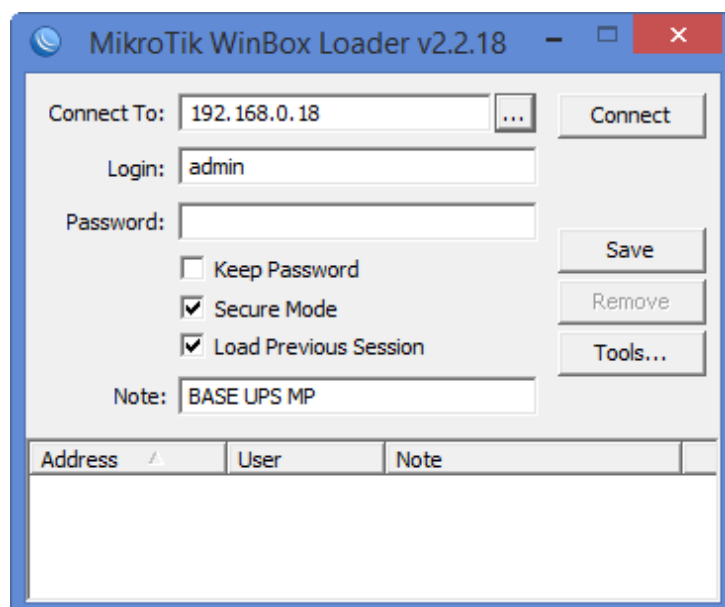


Figura 86. Herramienta de configuración WinBox v2.2.18.

Fuente: <http://www.mikrotik.com/download>.

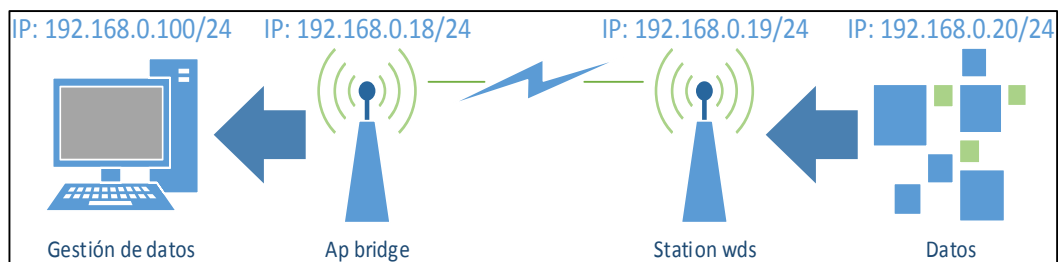


Figura 87. Esquema de red práctico.

Fuente: El autor.

Entonces, al ingresar al equipo por primera vez; podremos configurarle dirección IP, frecuencia de operación, SSID²⁴, potencia de transmisión, nombre del equipo, etc. Incluso indicarle si la antena funcionará en modo Maestro (master) o Esclavo (slave).

Previamente debemos configurar la red de nuestra PC en la misma red que configuraremos en las antenas.

4.5.1 Configuración de la antena MAESTRA

En base al diseño de la red configuraremos la antena maestra (master) con la siguiente información:

NOMBRE DEL EQUIPO: BASE MP UPS.

MODO: Ap bridge.

BANDA: 5GHz-A/N.

ANCHO DEL CANAL: 20 MHz.

FRECUENCIA: 5180 MHz (Es necesario realizar un escaneo de frecuencias).

SSID: ESTACIONBOYAUPS (Debe ser el mismo en las dos antenas).

DIRECCIÓN IP: 192.168.0.18

MÁSCARA DE RED: 255.255.255.0

²⁴ SSID, Service Set Identifier, es el nombre que deben compartir los paquetes y los dispositivos que intenten comunicarse en una red inalámbrica.

PUERTA DE ENLACE: 192.168.0.1

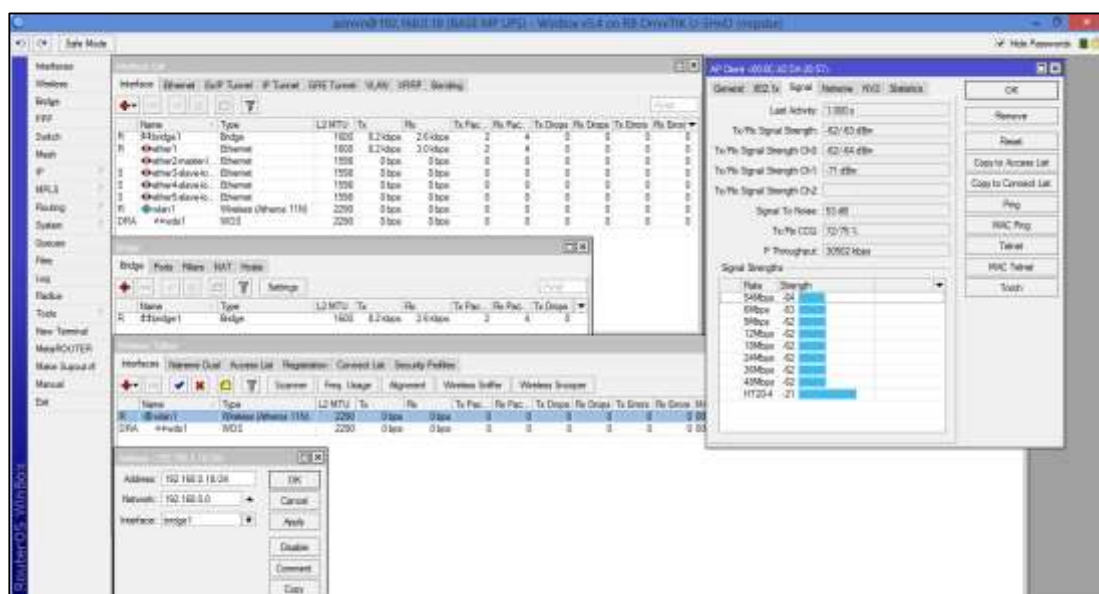


Figura 88. Configuración general de la antena Maestra.

Fuente: Herramienta de configuración WinBox.

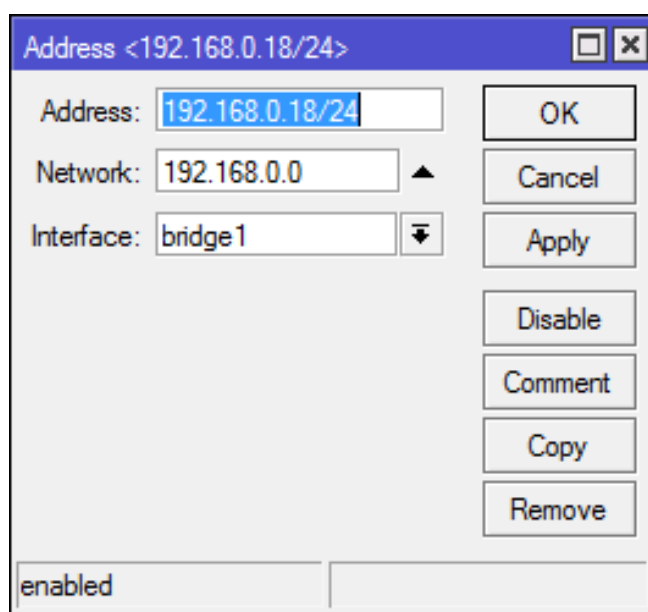


Figura 89. Configuración de la dirección IP antena maestra.

Fuente: Herramienta de configuración WinBox.

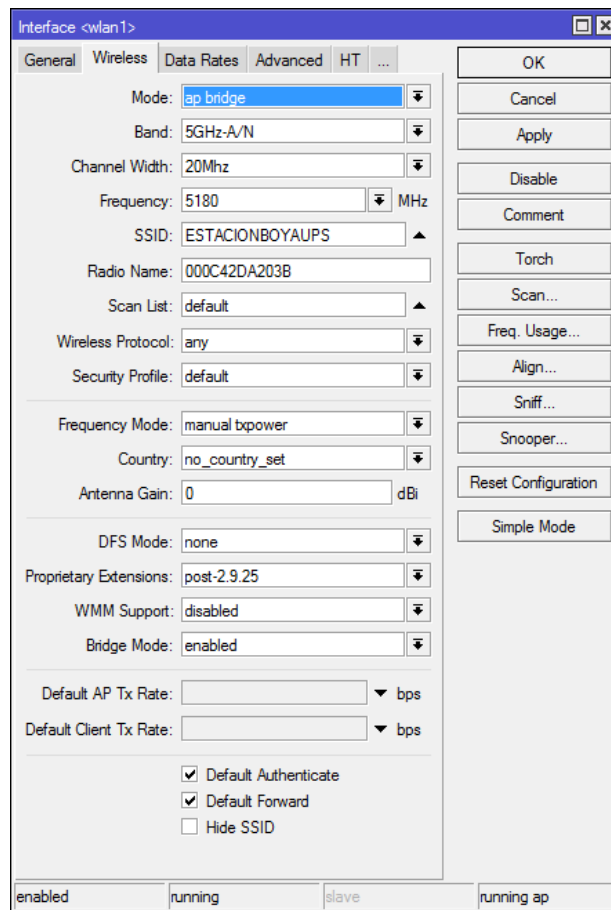


Figura 90. Configuración del modo, frecuencia y SSID antena Maestra

Fuente: Herramienta de configuración WinBox.

4.5.2 Configuración de la antena ESCLAVA

En base al diseño de la red configuraremos la antena esclava (Slave) con la siguiente información:

NOMBRE DEL EQUIPO: ESTACION ACUATICA METEOROUPS

MODO: Station wds

BANDA: 5GHz-A/N

ANCHO DEL CANAL: 20 MHz

FRECUENCIA: 5180 MHz (La antena Master designa la frecuencia de operación).

SSID: ESTACIONBOYAUPS (Debe ser el mismo en las dos antenas).

DIRECCIÓN IP: 192.168.0.19

MÁSCARA DE RED: 255.255.255.0

PUERTA DE ENLACE: 192.168.0.1

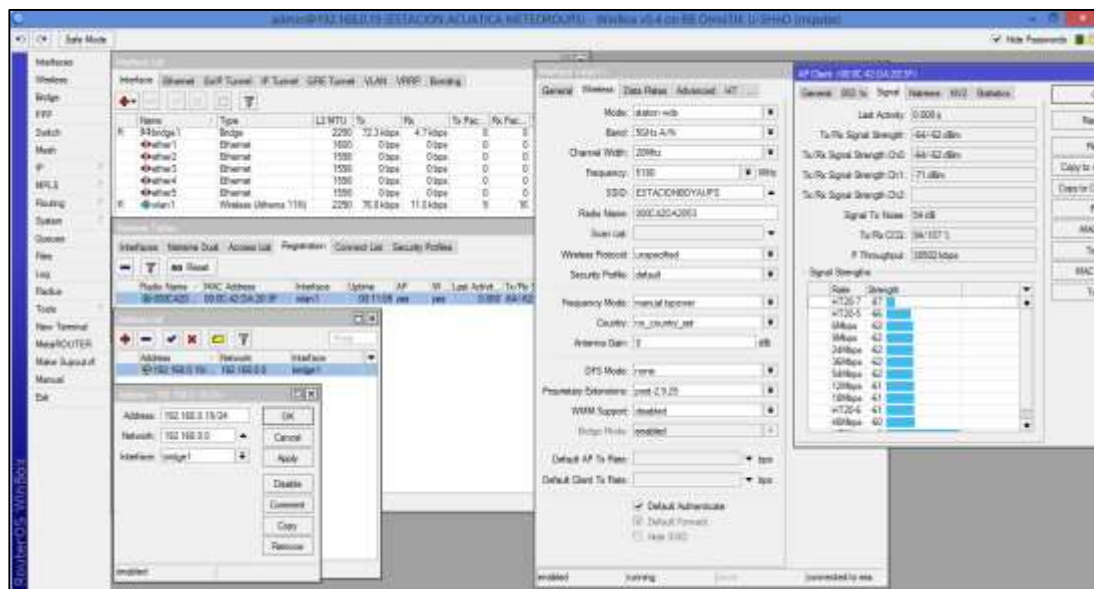


Figura 91. Configuración general de la antena Esclava.

Fuente: Herramienta de configuración WinBox.

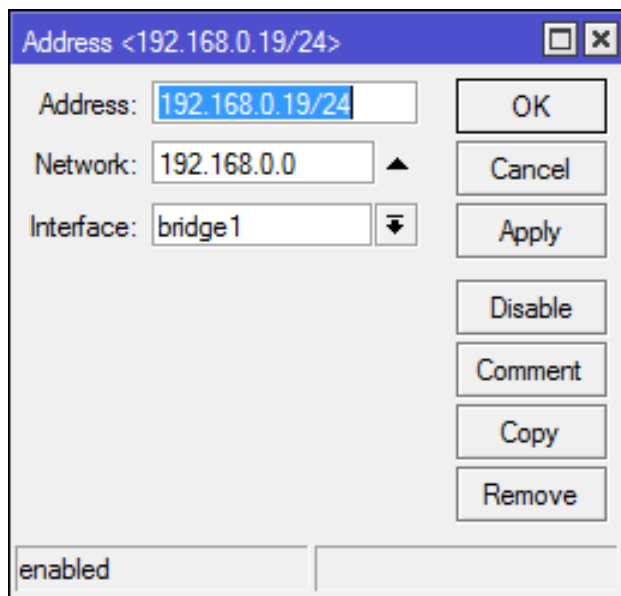


Figura 92. Configuración de la dirección IP antena maestra

Fuente: Herramienta de configuración WinBox.

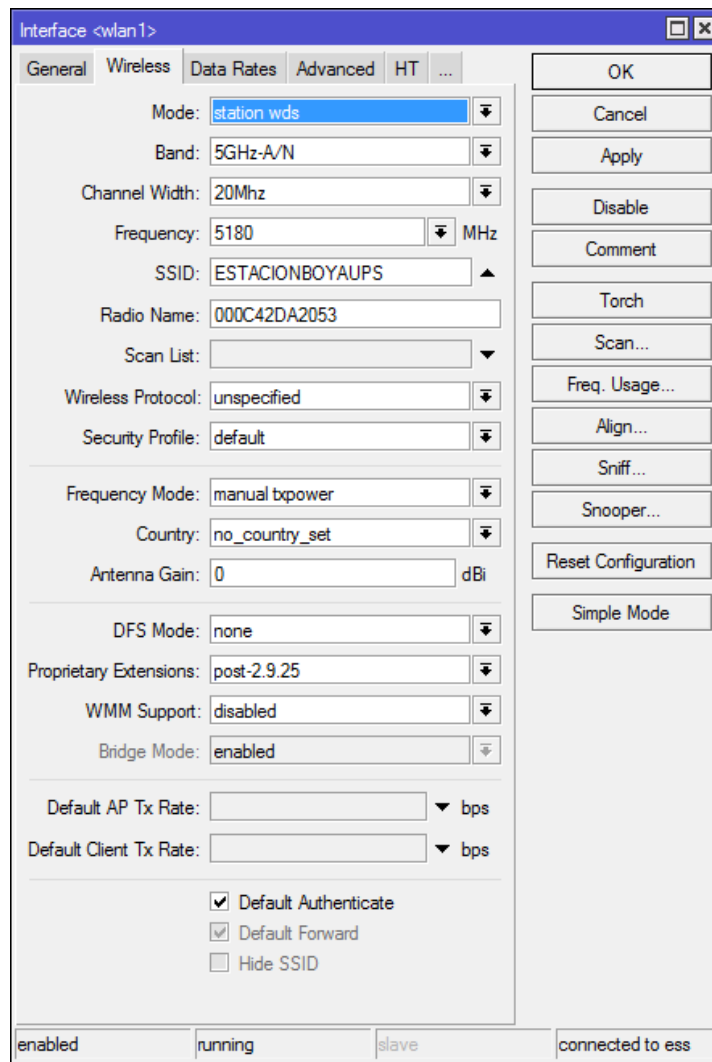


Figura 93. Configuración del modo, frecuencia y SSID antena Maestra

Fuente: Herramienta de configuración WinBox.

4.5.3 Pruebas de conectividad de las antenas (ping)

Para la prueba de conectividad de las antenas Omnitik hacemos ping desde nuestra computadora a las direcciones IP's configuradas en cada equipo.

The screenshot shows a Windows command prompt window titled "Símbolo del sistema - ping 192.168.0.18". The terminal displays a series of 20 successful ping responses. Each response consists of four fields separated by spaces: "Respuesta desde" followed by the IP address "192.168.0.18:", then "bytes=32", and finally "tiempo<1m TTL=64". The output scrolls vertically, filling most of the visible area of the console window. The standard Windows taskbar icons are visible at the bottom of the screen.

Figura 94. Prueba de ping de la antena Maestra.

Fuente: El autor.

The screenshot shows a Windows Command Prompt window titled "Símbolo del sistema - ping 192.168.0.19 -t". The window contains a continuous stream of ping output from the command "ping 192.168.0.19 -t". Each line displays the response time in milliseconds (ms) and the Time To Live (TTL) value.

```

C:\>ping 192.168.0.19 -t
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=148ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=35ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.19: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

```

Figura 95. Prueba de ping de la antena Esclava.

Fuente: El autor.

4.6 Implementación del prototipo “BOYA-UPS”

Para la implementación del radioenlace fue necesaria la colaboración del Instituto Oceanográfico de la Armada, ya que es el órgano rector responsable del uso de boyas y faros en el perfil costanero en el Ecuador.

Por tal motivo se realizó un oficio dirigido al Director del Instituto Oceanográfico de la Armada, el Señor Capitán de Fragata Juan Carlos Proaño Vega; solicitando la autorización para la instalación de los equipos de comunicaciones, del prototipo acuático y para el uso de una de sus boyas.

El Sargento Zambrano junto a su personal técnico fue designado para la supervisión de las tareas realizadas con éxito en el muelle de la base naval sur.



Figura 96. Instalación de la estación acuática en una de las boyas de aviso, sobre el Estero Salado de Guayaquil en la Base Naval (INOCAR).

Fuente: El autor.

4.7 Normativa regulatoria

4.7.1 De la navegación en el río Guayas

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas por medio de la Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial expidió una Resolución signada con el No. SPTMF 138/13, en la que indica que la Constitución de la República en su artículo 82 establece que:

“El derecho a la seguridad jurídica se fundamenta en el respeto a la Constitución y a la existencia de normas jurídicas previas, claras, públicas y aplicadas por las autoridades competentes”. (RESOLUCIÓN SPTMF 138/13 AGOSTO 2014)

Y que el artículo 227 de la Constitución de la República establece que:

“La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación”. (RESOLUCIÓN SPTMF 138/13 AGOSTO 2014)

Además indica que la Constitución de la República en su artículo 394 garantiza:

- La libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza.
- La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias.
- El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo, acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias.

Es así que con estos antecedentes se resuelve aprobar las normas para la navegación por el Río Guayas y de seguridad para las maniobras de ingreso y de salida en el Río Guayas.

Es así como establece lo siguiente:

- Como calado máximo de seguridad en el Río Guayas 6,80 metros, de acuerdo con los resultados del estudio realizado sobre las perspectivas hidrográficas del Río Guayas presentados por el Instituto Oceanográfico de la Armada.
- El tránsito de las embarcaciones con calado de 6,80 metros en el Río Guayas deben de hacerlo con beneficio de marea.
- Las naves que ingresen por la boya de mar de Data de Posorja, deben iniciar la travesía hacia el río Guayas considerando aproximadamente cuatro horas de anticipación a la hora registrada para la pleamar en la cercanía de la Estación de Puná.

Por tal motivo es necesario tener en cuenta estas normativas regulatorias que el Ministerio de Transporte y Obras Públicas establece a través de la Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial, al momento de requerir algún tipo de intervención marítima para la ejecución de actividades de investigación en la Cuenca del Río Guayas y la realización de pruebas de los diseños del prototipo desarrollado en esta tesis. Ver el documento emitido por la SPTMF²⁵ en el anexo 6.

4.7.2 Del uso del espectro radioeléctrico

La SENATEL²⁶ (SECRETARÍA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES) define como espectro radioeléctrico:

Al subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial. (SENATEL, 2014)

También define el alcance de los servicios que este espectro radioeléctrico puede ofrecer, indicando lo siguiente:

A través del espectro radioeléctrico es posible brindar una variedad de servicios de telecomunicaciones que tienen una importancia creciente para el desarrollo social y económico de un país. (SENATEL, 2014)

El espectro radioeléctrico es considerado por la Constitución de la República como un sector estratégico, por tanto, el Estado se reserva el

²⁵ SPTMF. Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial.

²⁶ http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/secretaria_nacional_telecomunicaciones/

derecho de su administración, regulación, control y gestión. Dentro de este contexto, La legislación de telecomunicaciones ecuatoriana lo define como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, inalienable e imprescriptible. (SENATEL, 2014)

La CONATEL²⁷ es el organismo que administra y regula las telecomunicaciones en el Ecuador y dentro de sus responsabilidades se encuentran las siguientes:

- Dictar las políticas del Estado con relación a las Telecomunicaciones.
- Aprobar el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones.
- Aprobar el Plan de Frecuencias y de uso del espectro radioeléctrico.
- Aprobar las normas de homologación, regulación y control de equipos y servicios de telecomunicaciones.
- Aprobar los pliegos tarifarios de los servicios de telecomunicaciones abiertos a la correspondencia pública, así como los cargos de interconexión que deban pagar obligatoriamente los concesionarios de servicios portadores, incluyendo los alquileres de circuitos.
- Establecer términos, condiciones y plazos para otorgar las concesiones y autorizaciones del uso de frecuencias así como la autorización de la explotación de los servicios finales y portadores de telecomunicaciones.
- Designar al Secretario del CONATEL.
- Autorizar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones la suscripción de contratos de concesión para la explotación de servicios de telecomunicaciones.
- Autorizar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones la suscripción de contratos de concesión para el uso del espectro radioeléctrico.
- Expedir los reglamentos necesarios para la interconexión de las redes.
- Aprobar el plan de trabajo de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.
- Aprobar los presupuestos de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- Conocer y aprobar el informe de labores de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones así como de sus estados financieros auditados.

²⁷ CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.
<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/conatel/>

- Promover la investigación científica y tecnológica en el área de las telecomunicaciones.
- Aprobar los porcentajes provenientes de la aplicación de las tarifas por el uso de frecuencias radioeléctricas que se destinarán a los presupuestos del CONATEL, de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- Expedir los reglamentos operativos necesarios para el cumplimiento de sus funciones.
- Declarar de utilidad pública con fines de expropiación, los bienes indispensables para el normal funcionamiento del sector de las telecomunicaciones.
- En general, realizar todo acto que sea necesario para el mejor cumplimiento de sus funciones y de los fines de esta Ley y su Reglamentación.

Y las demás que la Ley y sus reglamentos prevean.

Por tal motivo es necesario al momento de desarrollar las actividades de pruebas del prototipo y demás en las que intervengan equipos de telecomunicaciones y sobre todo el espectro radioeléctrico se tomen en consideración estas normativas regulatorias para evitar cualquier tipo de inconvenientes al momento de ejecutarlas.

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo analizaremos la puesta en marcha de la estación acuática autosustentable, los datos técnicos de operación del prototipo y el alcance del radioenlace.

Veremos los datos que arrojó el sistema en las pruebas de funcionamiento, tanto en el laboratorio como en el muelle de la Base Naval Sur de INOCAR, ya que esta institución es la encargada de brindar los permisos de operación de las boyas instaladas a nivel nacional ya sea para señalética marítima, operaciones militares y/o proyectos de investigación.



Figura 97. Imagen satelital del muelle de la Base Naval Sur en el INOCAR. Pruebas del prototipo acuático.

Fuente: El autor.

Es así que de esta manera se planificó una visita previa a la BASE NAVAL SUR, con el objetivo de realizar la factibilidad del radioenlace, realizando el levantamiento de la información necesaria y poder implementar el prototipo con los respectivos permisos.



Figura 98. Colocación del prototipo de la estación acuática en una de las boyas del INOCAR.

Fuente: El autor.

5.1 Consumo del prototipo acuático

Para el buen funcionamiento del prototipo fueron necesarias realizar algunas pruebas antes de ponerlo sobre una boya flotando en el mar. Se verificó la corriente máxima que consume la carga total del circuito incluido el consumo de la antena omnitik y de la tarjeta wiznet.

A continuación detallamos la información obtenida en el proceso de pruebas de laboratorio.

5.1.1 Análisis del consumo eléctrico del prototipo

Primeramente, antes de encender la carga (todos los circuitos que intervienen), la batería se encuentra protegida por un disyuntor (breaker) el cual desconectará la carga en caso de un cortocircuito o un sobre voltaje. El consumo de la carga total al encender el prototipo acuático incluye la antena mikrotik y la tarjeta wiznet, y se detalla a continuación:

Tabla 7. Consumo en el arranque de la carga total del prototipo.

ARANQUE	AMPERIOS
MÁXIMA	0,64
MÍNIMA	0,483
MEDIA	0,551

Fuente: El autor.

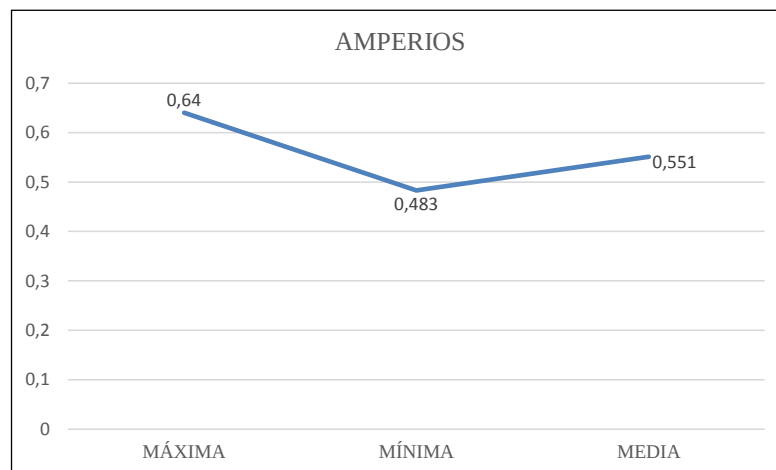


Figura 99. Consumo en el arranque de la carga total del prototipo.

Fuente: El autor.



Figura 100. Corriente máxima en el arranque del prototipo.

Fuente: El autor.



Figura 101. Corriente mínima en el arranque del prototipo.

Fuente: El autor.



Figura 102. Corriente promedio en el arranque del prototipo.

Fuente: El autor.

5.1.2 Estabilización del consumo de la carga

Una vez estabilizado el sistema, se realizan nuevamente las mediciones de la carga, dando los siguientes resultados.

Adicionalmente se toman las medidas del consumo de la tarjeta METEORO-UPS y WIZ110SR de manera individual.

Tabla 8. Consumo de la carga total en amperios/hora, estabilización del circuito.

ESTABILIZACION	AMPERIOS
MÁXIMA	0,573
MÍNIMA	0,522
MEDIA	0,549

Fuente: El autor.

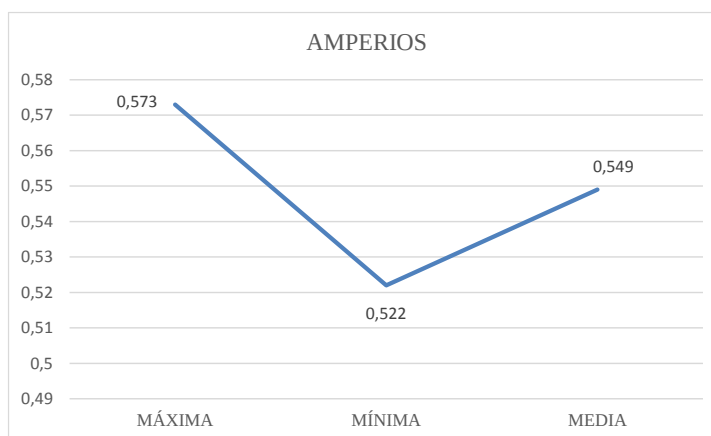


Figura 103. Consumo de la carga total estabilizada.

Fuente: El autor.



Figura 104. Corriente máxima con la carga estabilizada.

Fuente: El autor.



Figura 105. Corriente mínima con la carga estabilizada.

Fuente: El autor.



Figura 106. Corriente promedio con la carga estabilizada.

Fuente: El autor.

5.1.3 Consumo de la tarjeta “MET-UPS”

A continuación se detalla la lectura del amperímetro del consumo de la tarjeta meteoro-ups:

Tabla 9. Consumo de corriente de la tarjeta Met-Ups.

TARJETA METEORO-UPS	AMPERIOS
MÁXIMA	0,175
MÍNIMA	0,172
MEDIA	0,174

Fuente: El autor.

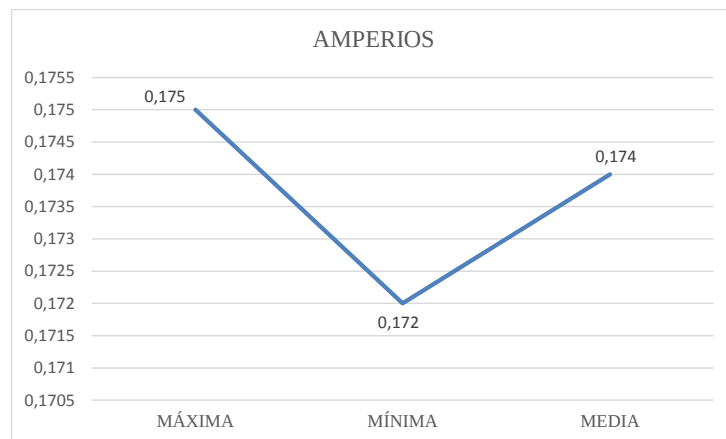


Figura 107. Consumo de la tarjeta Met-Ups.

Fuente: El autor.



Figura 108. Corriente máxima de la tarjeta Met-Ups.

Fuente: El autor.



Figura 109. Corriente mínima de la tarjeta Met-Ups.

Fuente: El autor.



Figura 110. Corriente promedio de la tarjeta Met-Ups.

Fuente: El autor.

5.1.4 Consumo de la tarjeta “WIZ110SR”

A continuación se detalla la lectura del amperímetro del consumo de la tarjeta wiz110sr:

Tabla 10. Consumo de corriente de la tarjeta wiz110sr.

WIZ110SR	AMPERIOS
MÁXIMA	0,177
MÍNIMA	0,174
MEDIA	0,176

Fuente: El autor.

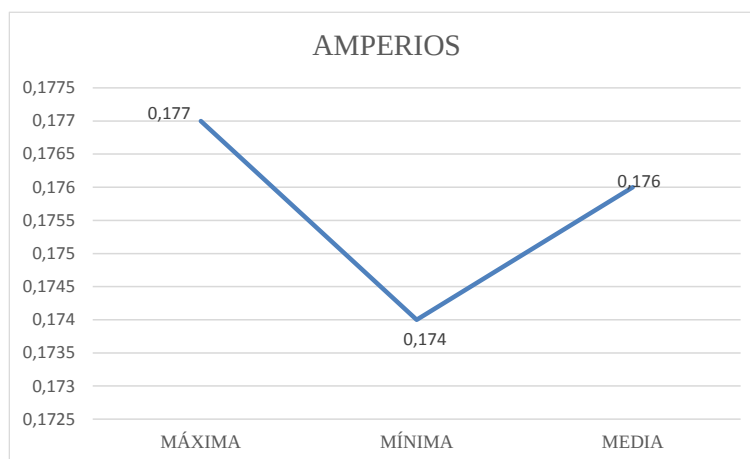


Figura 111. Consumo de corriente de la tarjeta wiz110sr.

Fuente: El autor.



Figura 112. Corriente máxima de la tarjeta wiz110sr.

Fuente: El autor



Figura 113. Corriente mínima de la tarjeta wiz110sr.

Fuente: El autor.



Figura 114. Corriente máxima de la tarjeta wiz110sr.

Fuente: El autor.

5.2 Análisis de los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio.

Para realizar una muestra de los datos, se sugirió la adquisición de 1000 datos en un intervalo de 5 segundos cada muestra.

Al terminar las pruebas de laboratorio se logró conseguir 2682 muestras de cada variable que censa el prototipo; como el prototipo censa cuatro variables meteorológicas como son: temperatura de la superficie del mar, temperatura ambiente, humedad relativa y punto de rocío, quiere decir que obtuvimos un total de 10728 datos en un tiempo de 13410 segundos.

A continuación las gráficas de cada variable:

Nota: Para la realización de las pruebas de laboratorio en el censado de la temperatura de la superficie del mar, se sumergió la sonda de agua con el sensor ds18b20 en un recipiente plástico, con capacidad de 2000 cm³ y se lo lleno con agua fría que poco a poco fue adquiriendo la temperatura ambiente.

En la gráfica se muestra la curva que va tomando la temperatura del agua en el transcurso del tiempo en las pruebas de laboratorio realizadas.

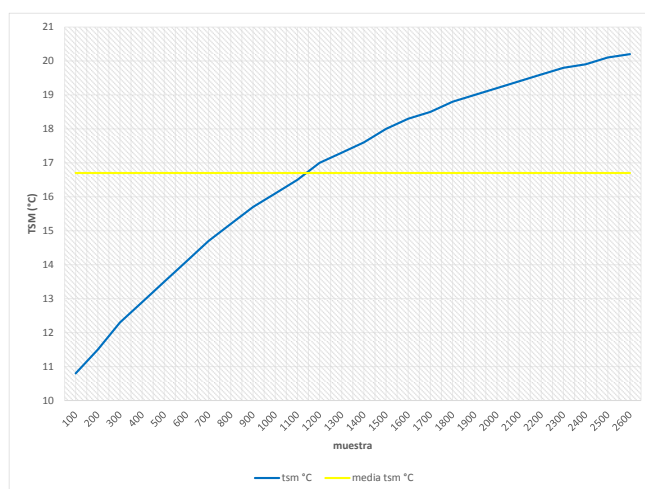


Figura 115. Curva de la Temperatura del Agua (sonda ds18b20).

Fuente: El autor.

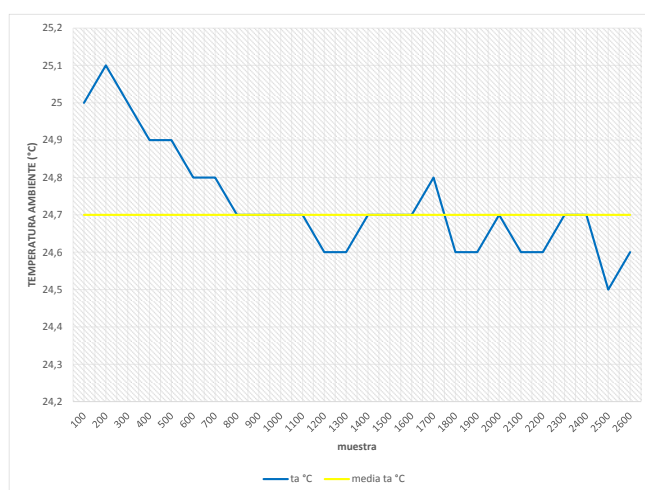


Figura 116. Curva de la Temperatura Ambiente.

Fuente: El autor.

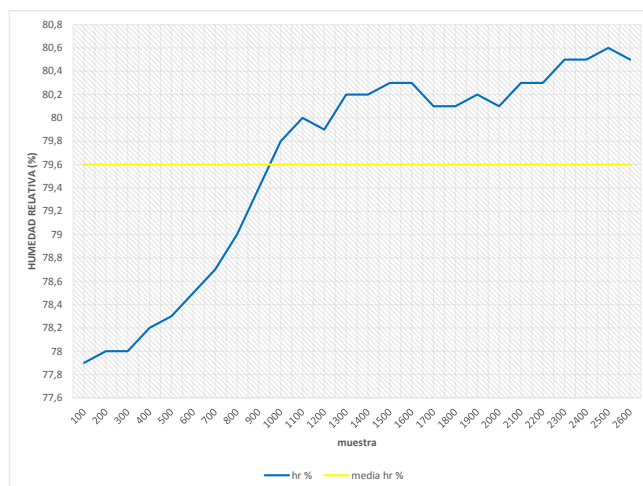


Figura 117. Gráfica de la Humedad Relativa.

Fuente: El autor.

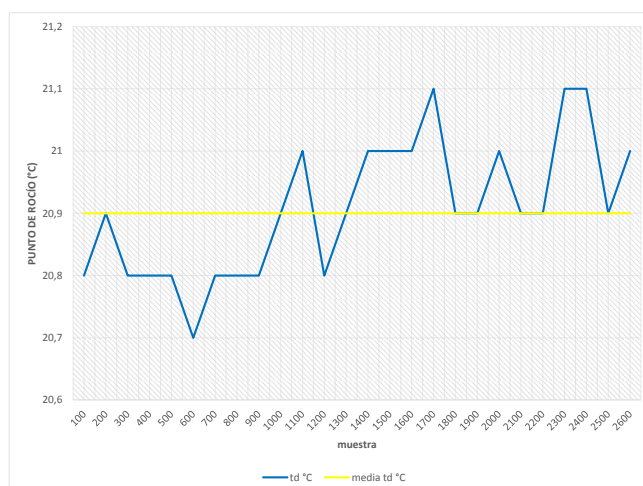


Figura 118. Gráfica del Punto de Rocío.

Fuente: El autor.

5.3 Resultado de las muestras.

Luego de que se realizaron las pruebas de funcionamiento del prototipo, es hora de que funcione durante un tiempo más prolongado y en una situación real. Por tal motivo se realizaron las pruebas de campo, en donde se comparó los resultados con los datos que emite el INAMHI.

Para la comparación de los datos tuvimos la colaboración del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, el cual nos facilitó una herramienta certificada

internacionalmente para la comparación de los datos; esta herramienta es una estación meteorológica móvil, la cual brinda los mismos datos que una estación automática pero de forma que se puede trasladar de un lugar a otro.

La estación meteorológica móvil es de la marca VAISALA y el modelo es PTB330TS.

5.3.1 Muestreo de la información meteorológica del prototipo en 24 horas

Para la muestra real de los datos INAMHI recomendó un lugar libre y despejado, donde no haya obstáculos cercanos a la estación prototipo como lo son: árboles, edificios o cualquier otro agente externo que pueda incidir en el censado de la información meteorológica durante 24 horas, con una muestra de 5 minutos (programación opcional según el usuario). INAMHI indicó que la información meteorológica que generan diariamente y difunden en boletines climatológicos de la ciudad de Guayaquil se la realiza cada 24 horas, y toman como referencia las lecturas de los datos desde las 7H00 del día anterior hasta las 7H00 del día actual. El muestreo de la información meteorológica escoge el dato máximo, mínimo y promedio de cada hora en un día.

Nota: Es importante indicar que el sensor ds18b20 (sonda que mide la temperatura del agua), fue instalado en la misma caseta meteorológica del sensor am2301; con el objetivo práctico de comparar las mismas variables meteorológicas; en consecuencia los sensores se encuentran en el mismo lugar para monitorear los datos y luego poder realizar una comparación de las curvas de los datos obtenidos.



Figura 119. Sensores ds18b20 y am2301 dentro de la caseta meteorológica para la comparación de los datos con la estación VAISALA.

Fuente: El autor.

Tabla 11. Muestra en 24 horas del sensor ds18b20, TSM (°C).

		C°		
DÍA	HORA (24H)	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
21/08/2014	7:00	22,6	22	22,3
21/08/2014	8:00	24,1	22,9	23,5
21/08/2014	9:00	25,5	24,3	24,9
21/08/2014	10:00	27	25,4	26,2
21/08/2014	11:00	27,3	26,2	26,8
21/08/2014	12:00	29,1	27,5	28,3
21/08/2014	13:00	29,8	28,1	29
21/08/2014	14:00	30,5	28,8	29,7
21/08/2014	15:00	30,2	29,4	29,8
21/08/2014	16:00	29,3	27,6	28,5
21/08/2014	17:00	28,3	26,5	27,4
21/08/2014	18:00	26,4	25,1	25,8
21/08/2014	19:00	25	23,5	24,3
21/08/2014	20:00	23,5	23,3	23,4
21/08/2014	21:00	23,4	23,2	23,3
21/08/2014	22:00	23,2	23	23,1
21/08/2014	23:00	23	22,7	22,9
22/08/2014	0:00	22,8	22,5	22,7
22/08/2014	1:00	22,6	22,5	22,6
22/08/2014	2:00	22,5	22,3	22,4
22/08/2014	3:00	22,5	22,3	22,4
22/08/2014	4:00	22,2	22	22,1
22/08/2014	5:00	22	21,8	21,9
22/08/2014	6:00	21,8	21,6	21,7

Fuente: El autor.

Tabla 12. Muestra en 24 horas del sensor am2301, TA (°C).

DÍA	HORA	C°		
		MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
21/08/2014	7:00	22,7	21,9	22,3
21/08/2014	8:00	24,2	22,8	23,5
21/08/2014	9:00	25,7	24,5	25,1
21/08/2014	10:00	27,1	25,4	26,3
21/08/2014	11:00	27,4	26,5	27
21/08/2014	12:00	29,3	27,6	28,5
21/08/2014	13:00	30	28,5	29,3
21/08/2014	14:00	30,7	29,3	30
21/08/2014	15:00	30,6	30	30,3
21/08/2014	16:00	29,6	28	28,8
21/08/2014	17:00	28,7	26,6	27,7
21/08/2014	18:00	26,5	25,2	25,9
21/08/2014	19:00	25,1	23,5	24,3
21/08/2014	20:00	23,5	23,2	23,4
21/08/2014	21:00	23,3	23,1	23,2
21/08/2014	22:00	23,2	22,8	23
21/08/2014	23:00	22,9	22,6	22,8
22/08/2014	0:00	22,7	22,4	22,6
22/08/2014	1:00	22,6	22,4	22,5
22/08/2014	2:00	22,5	22,3	22,4
22/08/2014	3:00	22,4	22,1	22,3
22/08/2014	4:00	22,2	21,9	22,1
22/08/2014	5:00	22	21,7	21,9
22/08/2014	6:00	21,7	21,5	21,6

Fuente: El autor.

Tabla 13. Tabla de datos de la Humedad Relativa en (%) de 24 horas.

DÍA	HORA	%		
		MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
21/08/2014	7:00	87,9	87,9	87,9
21/08/2014	8:00	87,8	79	83,4
21/08/2014	9:00	77,3	71,8	74,6
21/08/2014	10:00	72,9	65,2	69,1
21/08/2014	11:00	68,4	64,1	66,3
21/08/2014	12:00	62,6	55,2	58,9
21/08/2014	13:00	58,3	51,6	55
21/08/2014	14:00	53,4	48,7	51,1
21/08/2014	15:00	51,2	48,8	50
21/08/2014	16:00	57	52,5	54,8
21/08/2014	17:00	65,9	56,1	61
21/08/2014	18:00	73,3	66,5	69,9
21/08/2014	19:00	81,6	73,9	77,8
21/08/2014	20:00	83,1	81,5	82,3
21/08/2014	21:00	83,4	82,2	82,8
21/08/2014	22:00	84	83,3	83,7
21/08/2014	23:00	84,8	83,9	84,4
22/08/2014	0:00	85,1	84,2	84,7
22/08/2014	1:00	85,2	83,8	84,5
22/08/2014	2:00	85,2	84,2	84,7
22/08/2014	3:00	85,4	83,7	84,6
22/08/2014	4:00	85,8	85,1	85,5
22/08/2014	5:00	87,4	85,7	86,6
22/08/2014	6:00	87,9	87,3	87,6

Fuente: El autor.

Tabla 14. Muestra Punto de Rocío en C°

DÍA	HORA	C°		
		MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
21/08/2014	7:00	22,3	21,5	21,9
21/08/2014	8:00	22,5	22	22,3
21/08/2014	9:00	22,3	22	22,2
21/08/2014	10:00	22,4	22	22,2
21/08/2014	11:00	22,6	22,1	22,4
21/08/2014	12:00	22,5	22	22,3
21/08/2014	13:00	22	21,7	21,9
21/08/2014	14:00	21,9	21,5	21,7
21/08/2014	15:00	21,8	21,4	21,6
21/08/2014	16:00	21,8	21,2	21,5
21/08/2014	17:00	21,9	21,5	21,7
21/08/2014	18:00	22,4	22	22,2
21/08/2014	19:00	22,3	21,8	22,1
21/08/2014	20:00	22,1	21,8	22
21/08/2014	21:00	22	21,7	21,9
21/08/2014	22:00	22,1	21,6	21,9
21/08/2014	23:00	22	21,6	21,8
22/08/2014	0:00	21,8	21,5	21,7
22/08/2014	1:00	21,7	21,3	21,5
22/08/2014	2:00	21,6	21,3	21,5
22/08/2014	3:00	21,5	21,1	21,3
22/08/2014	4:00	21,3	21,1	21,2
22/08/2014	5:00	21,3	21,1	21,2
22/08/2014	6:00	21,2	21,1	21,2

Fuente: El autor.

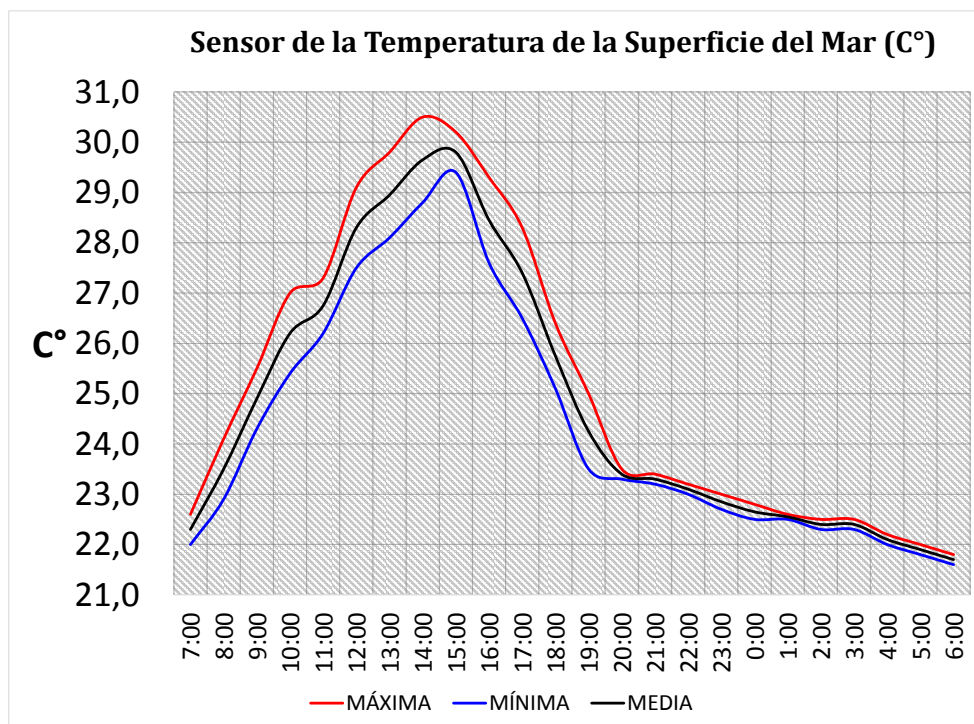


Figura 120. Curva de la TSM (°C) en 24 horas.

Fuente: El autor.

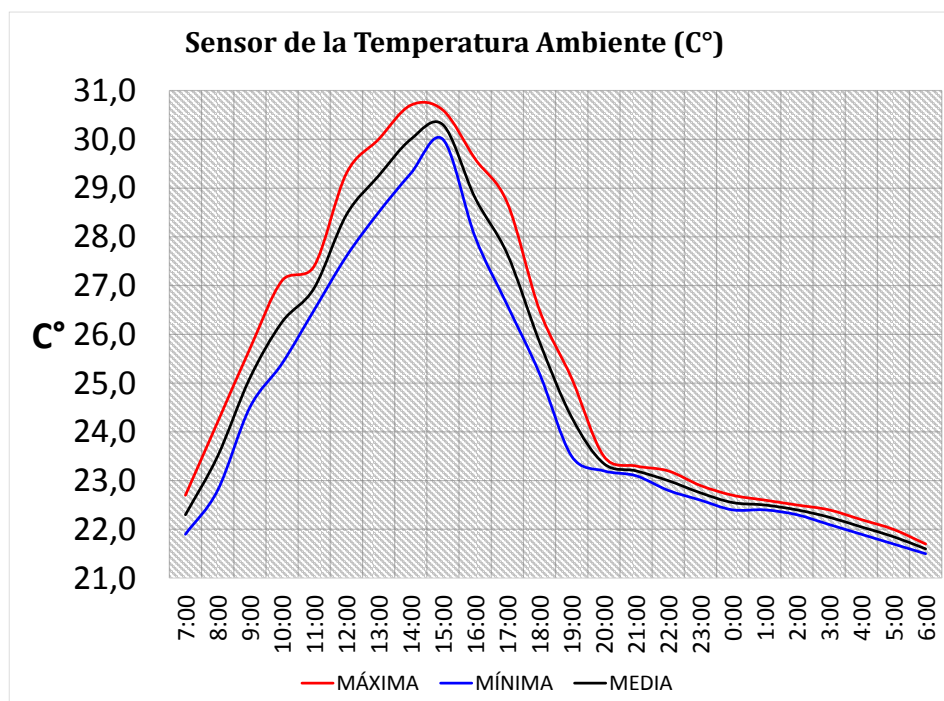


Figura 121. Gráfica de la curva de la Temperatura Ambiente en 24 horas.

Fuente: El autor.

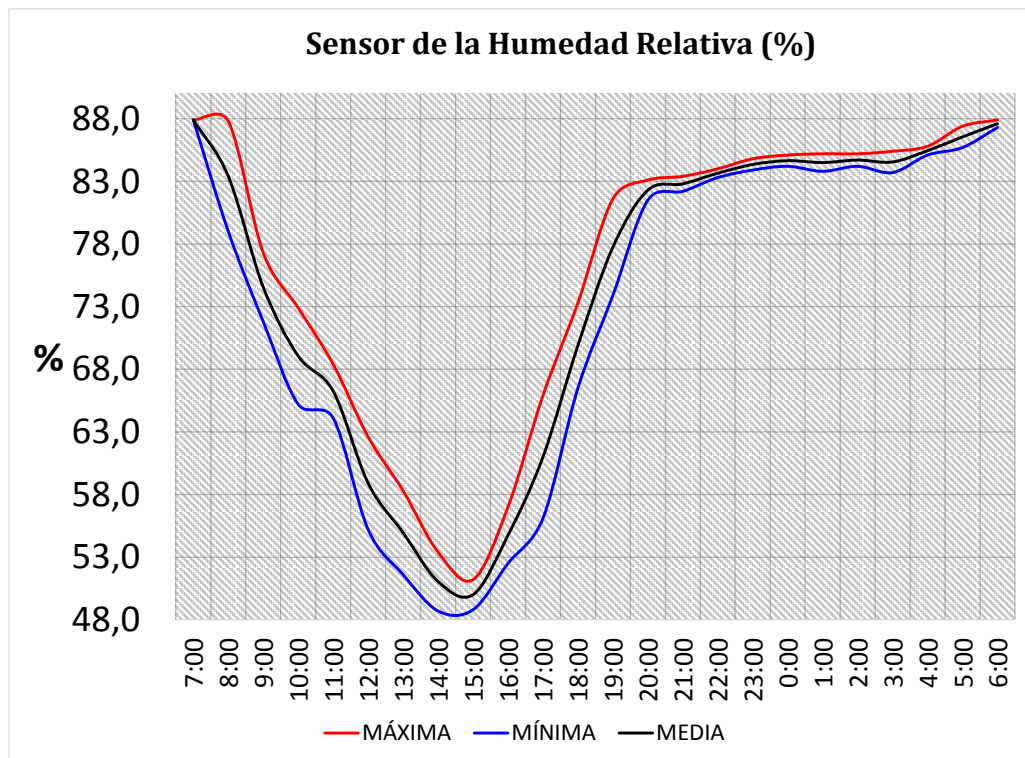


Figura 122. Gráfica de la curva de la Humedad Relativa en 24 horas.

Fuente: El autor.

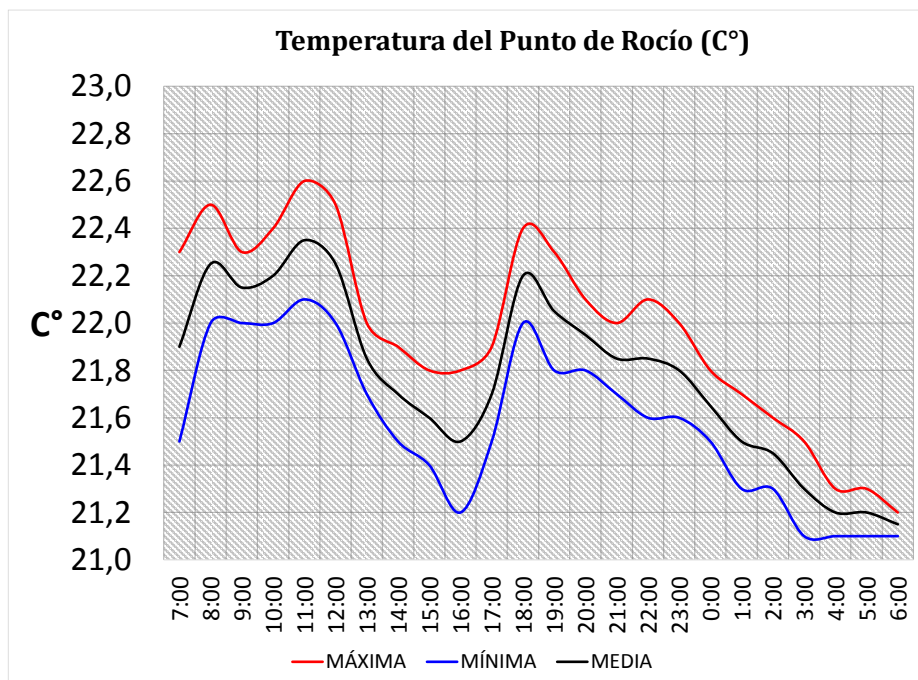


Figura 123. Tabla de la curva del Punto de Rocío en 24 horas.

Fuente: El autor.

5.4 Comparación de los datos obtenidos con otras tecnologías

Para la obtención de los datos se tomó una muestra con la tecnología que ofrece la marca VAISALA, la misma se realizó con el objeto de comparar los datos que arroja el prototipo con los datos que arroja un instrumento de calibración profesional que tiene certificados de calidad en la información; y los resultados fueron los siguientes:

- Se realizó una prueba de laboratorio en un lugar con temperatura ambiente (sin influencia de aires acondicionados) y sin fuentes de viento.
- La muestra de los datos se hizo de manera tal que los sensores involucrados compartieron la misma mini caseta meteorológica para que los datos recopilados tengan las mismas condiciones al momento de compararlos.



Figura 124. Estación meteorológica portátil Vaisala PTB330TS.

Fuente: El autor.



Figura 125. Comparación de datos Estación UPS-G VS. Estación Vaisala.

Fuente: El autor.



Figura 126. Muestra de datos meteorológicos de la estación Vaisala.

Fuente: El autor.

Tabla 15. Comparativa de datos del Prototipo VS. Equipo Vaisala

MUESTRA	FECHA	HORA	TSM UPS-G °C	TA UPS-G °C	HR UPS-G %	TA VAISALA °C	HR VAISALA %
1	25/08/2014	19:45	26,9	27	64,9	26,93	64,55
2	25/08/2014	19:46	26,8	26,9	64,9	26,93	64,57
3	25/08/2014	19:47	26,8	27	64,9	26,94	64,57
4	25/08/2014	19:48	26,8	26,8	64,7	26,94	64,57
5	25/08/2014	19:49	26,8	26,9	64,6	26,94	64,53
6	25/08/2014	19:50	26,8	27	64,6	26,94	64,5
7	25/08/2014	19:51	26,8	26,9	64,5	26,93	64,49

Fuente: El autor.

5.4.1 Comparación con los datos que ofrece el INAMHI

El INAMHI difunde información diaria sobre los parámetros de temperatura y humedad relativa. Se solicitó la información de los datos entre los días 21 y 22 de Agosto del 2014, que fueron los días en que se realizó la adquisición de los datos en 24 horas (desde las 7H00 del 21 de Agosto de 2014 hasta las 7H00 del 22 de Agosto de 2014) con el fin de observar las curvas de temperatura emitidas por el INAMHI; y estas fueron las gráficas.

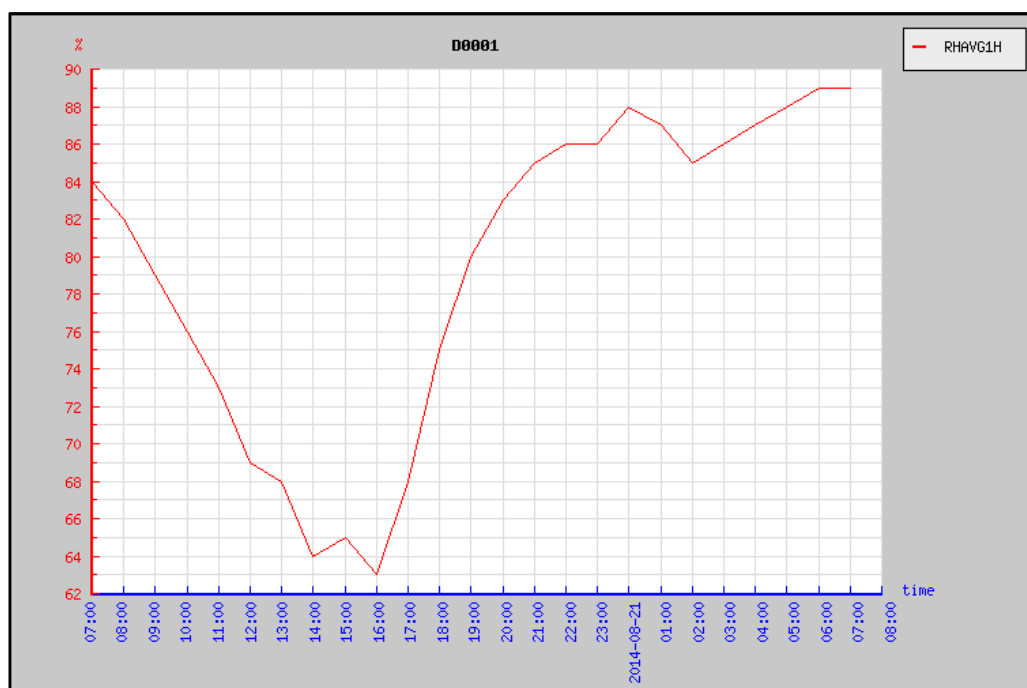


Figura 127. Humedad relativa en la Estación Songa.

Fuente: INAMHI

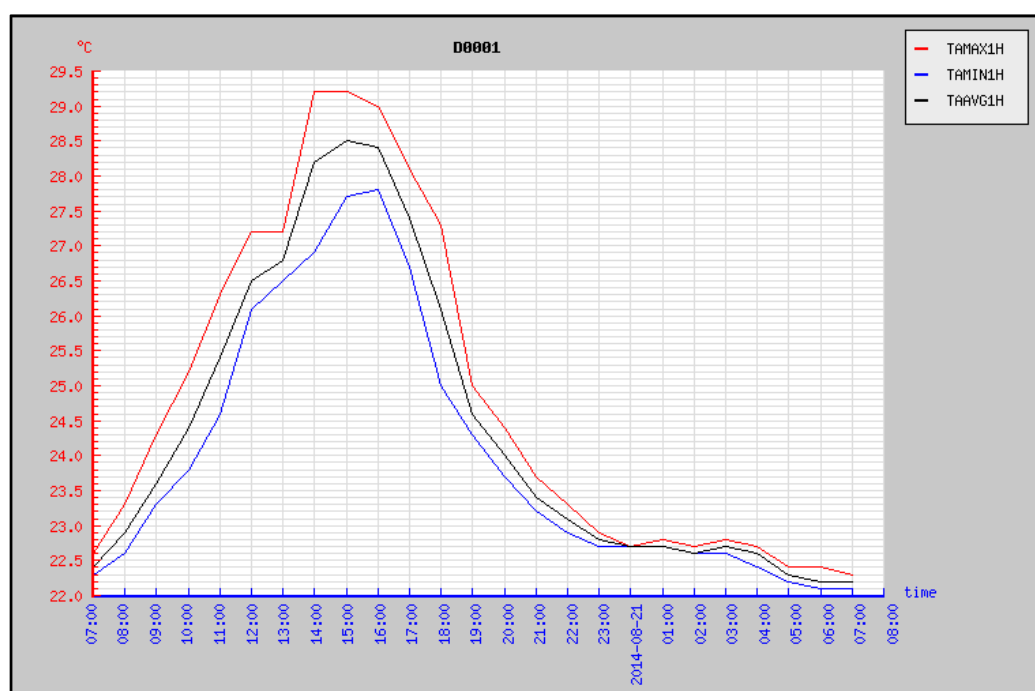


Figura 128. Temperatura ambiente en la Estación Songa.

Fuente: INAMHI.

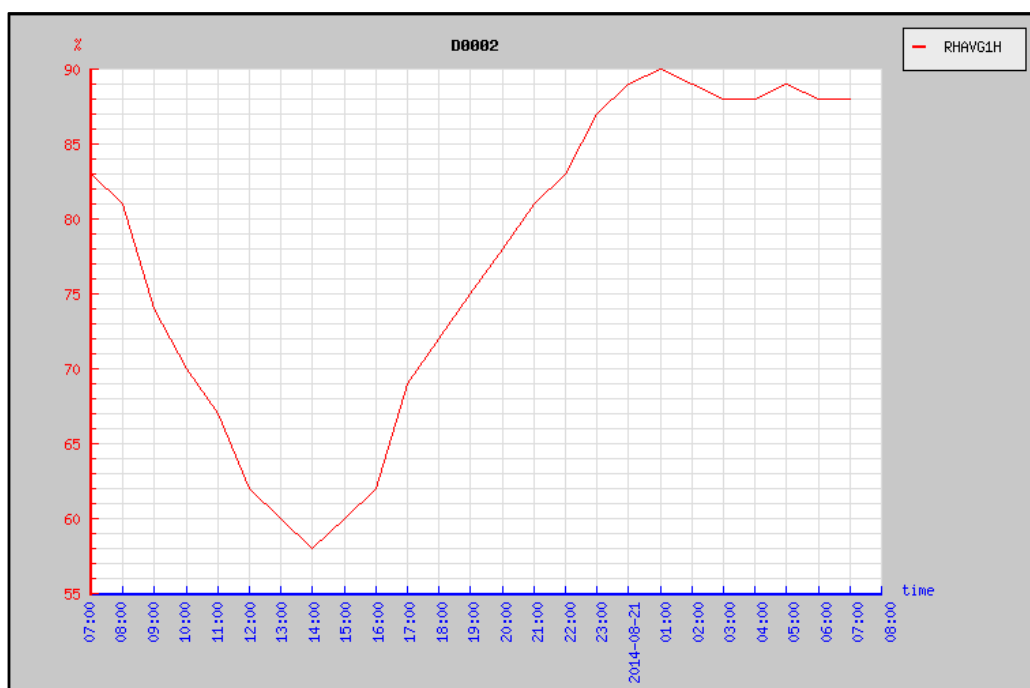


Figura 129. Humedad relativa en la Estación Puerto Hondo.

Fuente: INAMHI.

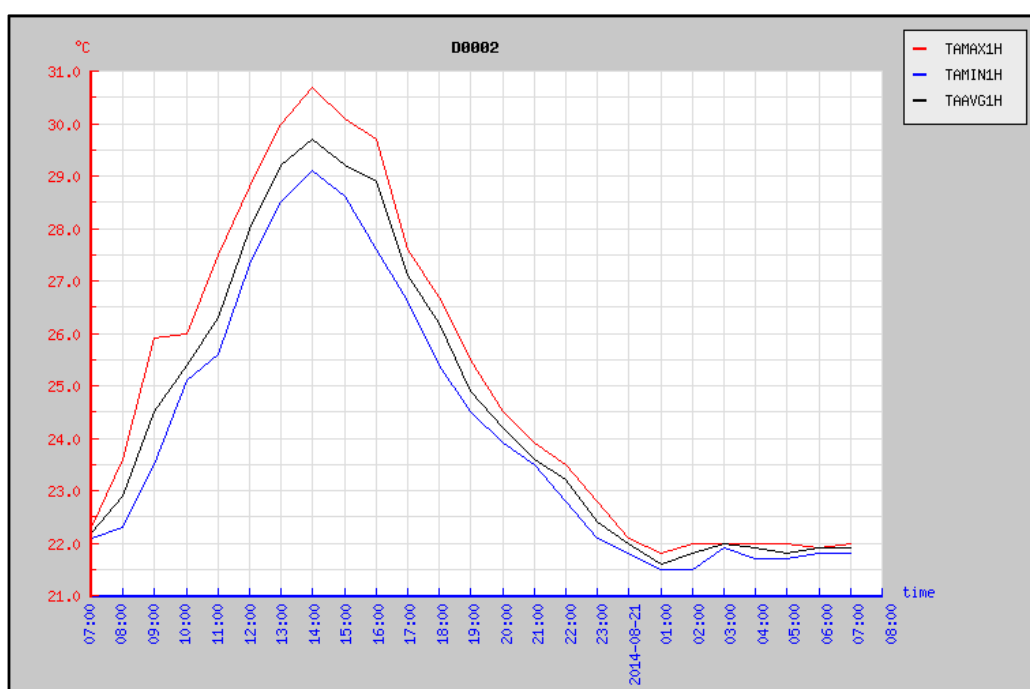


Figura 130. Temperatura ambiente en la Estación Puerto Hondo.

Fuente: INAMHI.

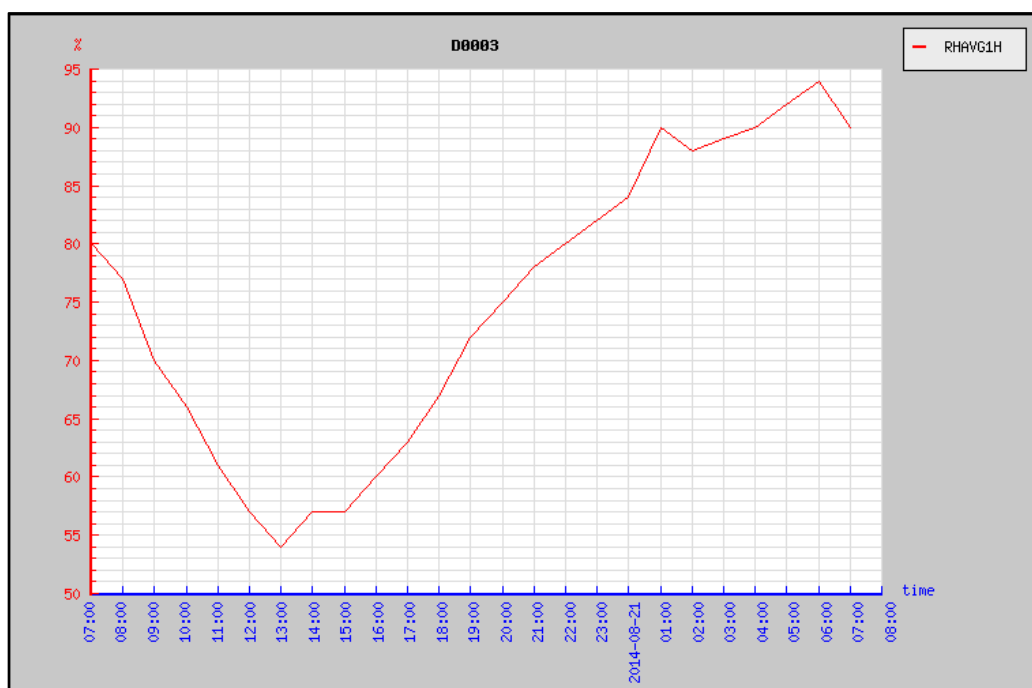


Figura 131. Humedad relativa en la Estación Montebello.

Fuente: INAMHI.

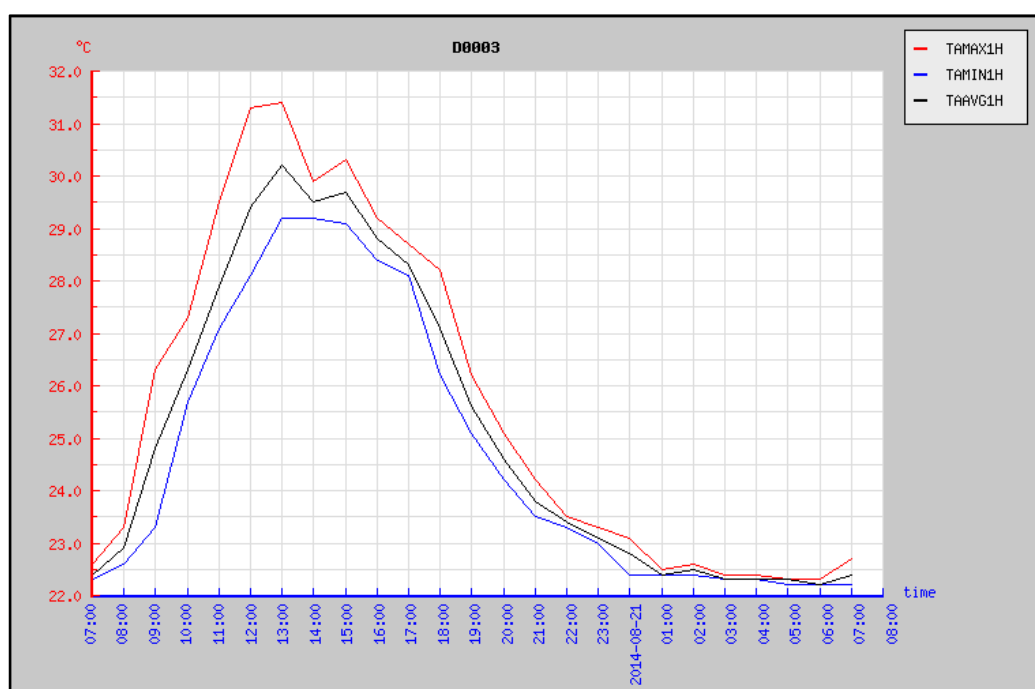


Figura 132. Temperatura ambiente en la Estación Montebello.

Fuente: INAMHI.

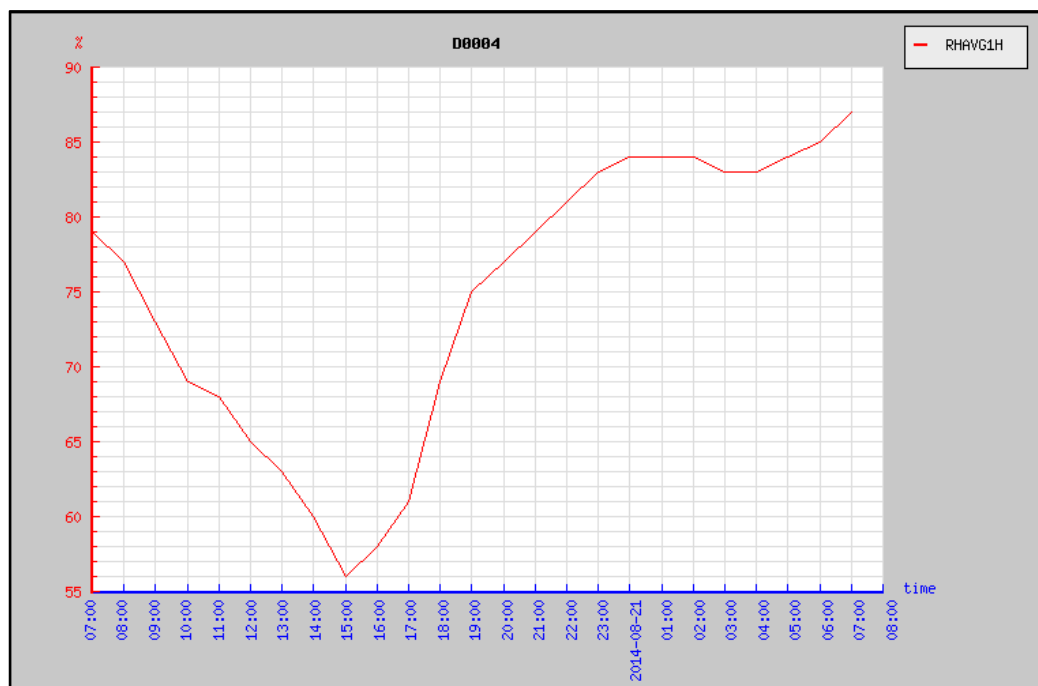


Figura 133. Humedad relativa en la Estación Durán.

Fuente: INAMHI.

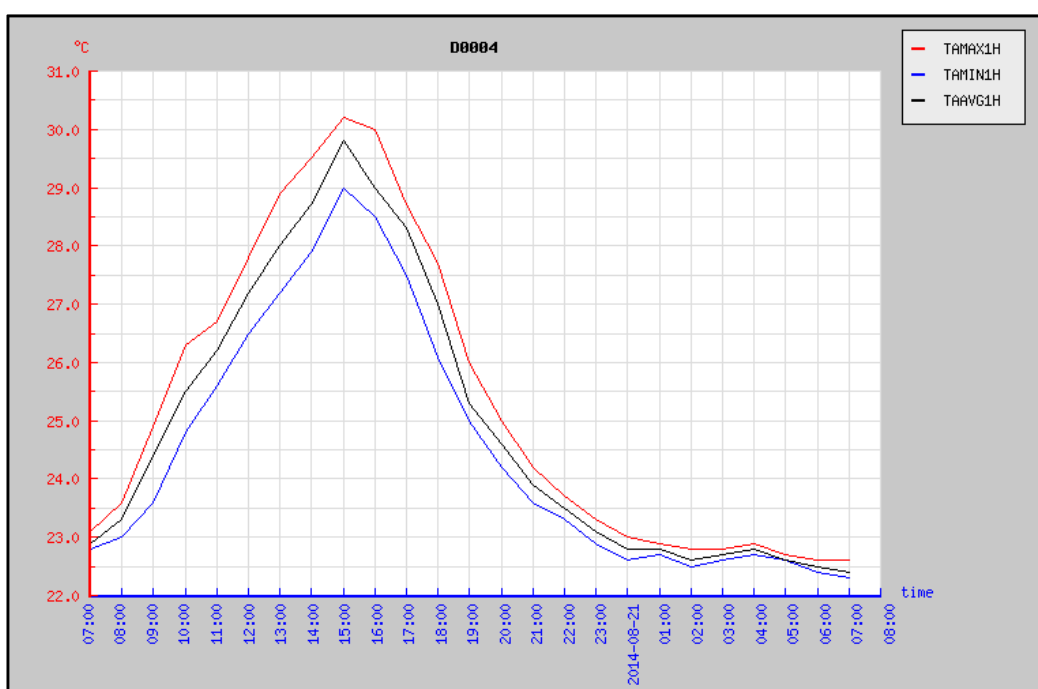


Figura 134. Temperatura ambiente en la Estación Durán.

Fuente: INAMHI.

5.4.2 Curvas comparativas Met-Ups vs. Datos Inamhi en 24 horas

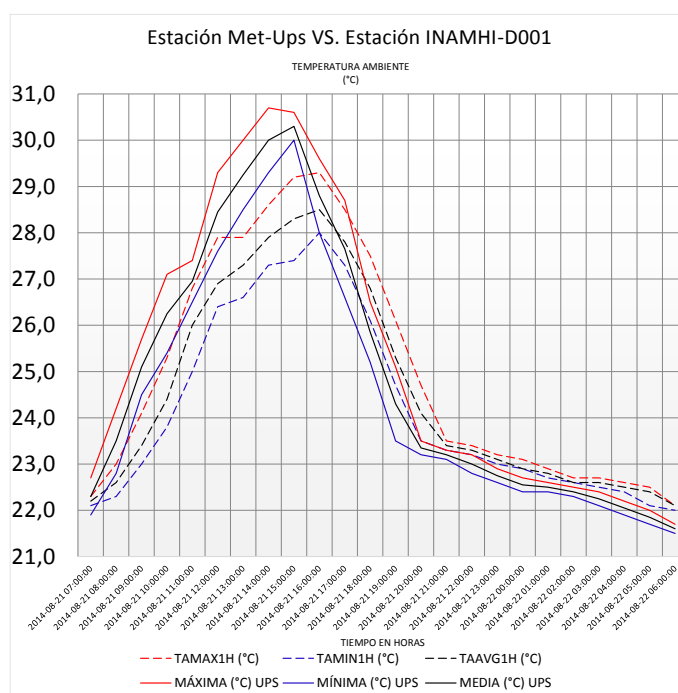


Figura 135. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0001 (°C).

Fuente: El autor.

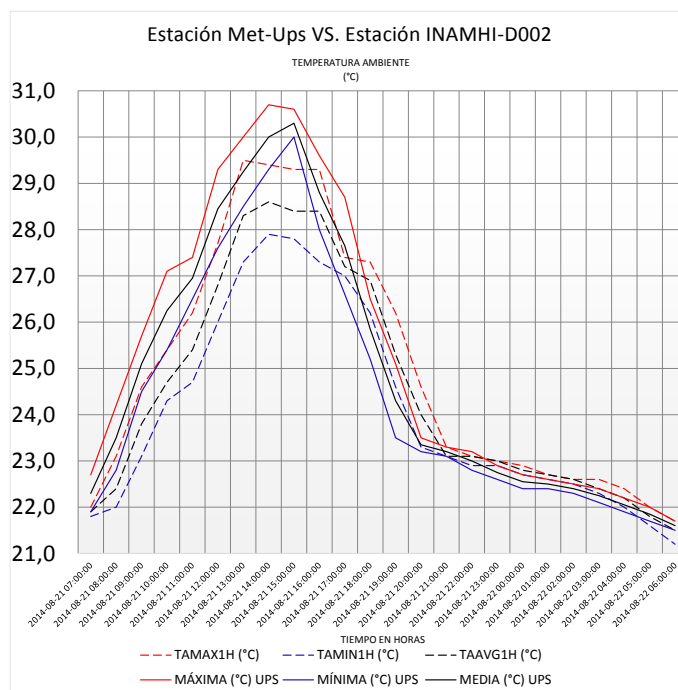


Figura 136. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0002 (°C).

Fuente: El autor.

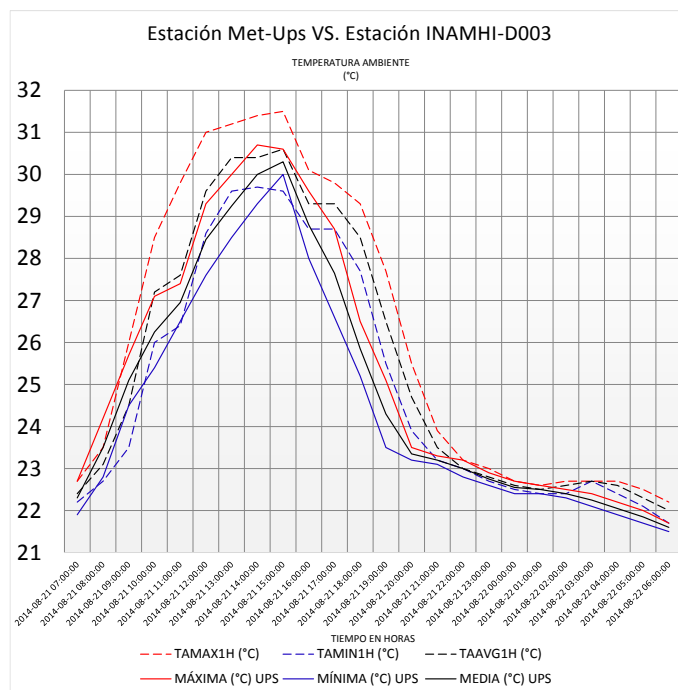


Figura 137. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0003 (°C).

Fuente: El autor.

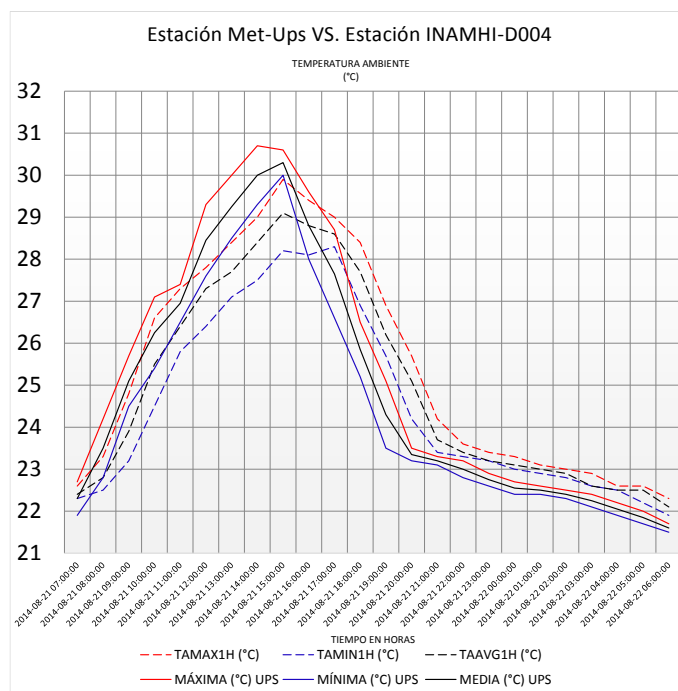


Figura 138. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0004 (°C).

Fuente: El autor.

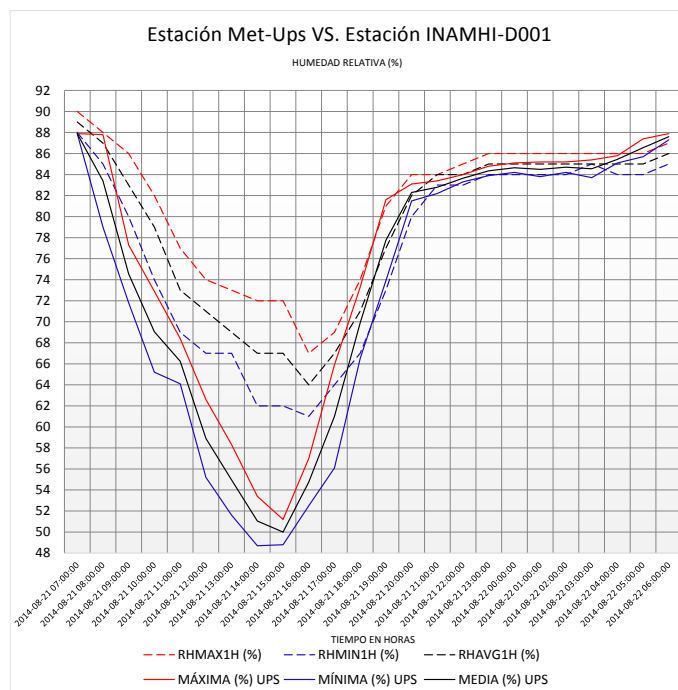


Figura 139. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0001 (%).

Fuente: El autor.

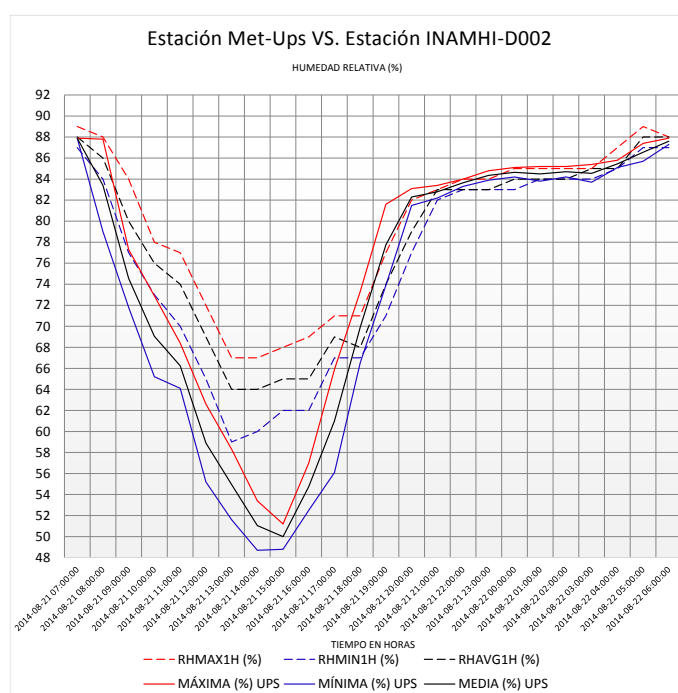


Figura 140. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0002 (%).

Fuente: El autor.

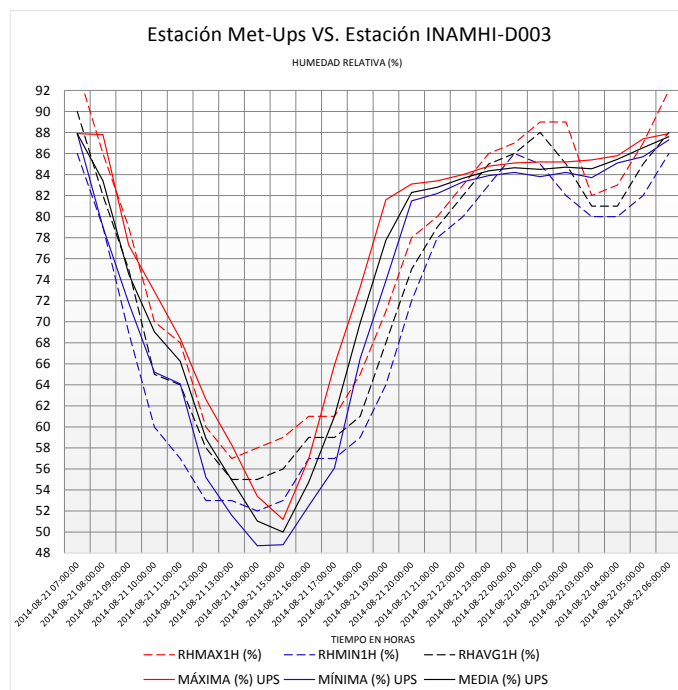


Figura 141. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0003 (%).

Fuente: El autor.

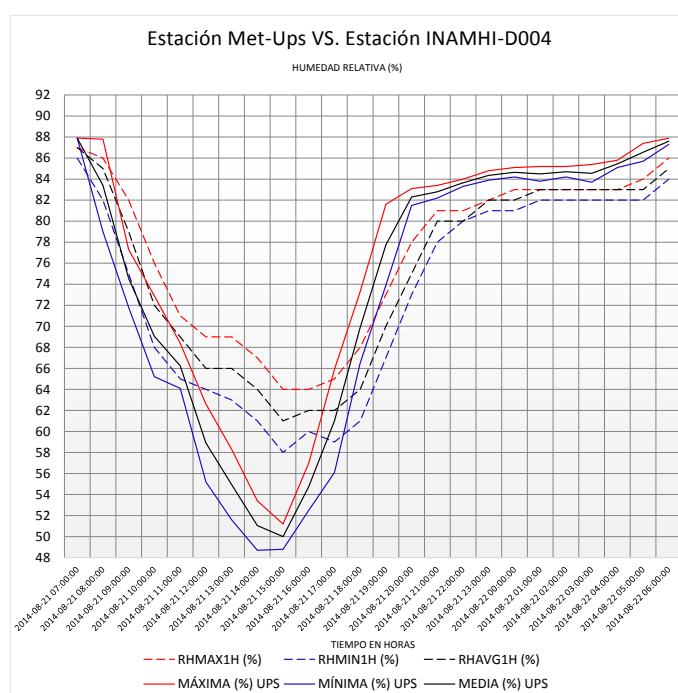


Figura 142. Estación Met-Ups vs. INAMHI D0004 (%).

Fuente: El autor.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto concluye que la implementación de un sistema de adquisición de datos que recolecta información meteorológica es factible a menores costos que los sistemas convencionales y tiene ventaja en la estabilidad de la transmisión inalámbrica de los datos debido a la robustez de su ancho de banda.

Aporta al estudio del tiempo y enriquece la base de datos de los organismos encargados de regular la información meteorológica.

Este prototipo resultó ser autónomo debido a que utiliza energía renovable por el uso de paneles solares que extienden la carga de la batería. No obstante es necesario mantener un control de calidad en la encapsulación de las baterías recargables para mantener un sistema amigable con el medio ambiente.

Al usar radiofrecuencia libre de 5Ghz y utilizar métodos de conexiones inalámbricas de alta eficacia como lo es MIMO economiza los recursos respecto a costos en la transmisión de los datos, evitando la utilización de sistemas GPRS o satelitales.

Se logró diseñar un sistema de monitoreo de la información mediante el desarrollo de una plataforma en software gráfico programable, la cual permitió gestionar los datos desde la estación base. Es recomendable utilizar software libre para la programación del sistema de monitoreo y así evitarse los costos de licencias.

Este proyecto permite tomar iniciativas en la realización de convenios con instituciones públicas o privadas para permitir la socialización de la información meteorológica y que represente un aporte al plan de desarrollo de las personas.

El prototipo podrá instalarse en un muelle, malecón, boya, buque, barco o cualquier otra superficie flotante, que facilite el acceso a la zona de estudio y que permita adquirir los datos meteorológicos con la misma calidad que los sistemas convencionales meteorológicos usados hoy en día.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el panel solar se apunte hacia el norte, con una inclinación de 15° a 20° con respecto al horizonte para aprovechar al máximo rayos solares y por ende extender el tiempo de carga de la batería.

Es importante que a la hora de implementar el radioenlace se tenga muy en cuenta las medidas de seguridad industrial para evitar posibles accidentes.

Así mismo, verificar el estado de los equipos electrónicos y asegurarse de que funcionan adecuadamente.

Buscar un software libre para la programación en la gestión de los datos, para el monitoreo de la información meteorológica, debido a que Labview es un software licenciado y tiene un costo adicional por cada licencia.

Para una futura investigación se recomienda realizar el análisis del tiempo de vida de cada uno de los materiales empleados, para tratar en lo posible de alargar los tiempos en mantenimiento operativo.

PRESUPUESTO

Los valores a invertir en el proyecto se detallan a continuación:

Rubros	Aportes
Recursos Humanos & Logística.	*\$150,00
Sensores, soportes, cables, etc.	*\$400,00
Herramientas.	*\$50,00
RF Modulo Tx, Rx. antenas, conectores, etc.	*\$500,00
Microcontroladores, A/D, Paneles solares.	*\$250,00
Otros.	*\$150,00
COSTO TOTAL	*\$1500,00

*Estos valores son aproximados

CRONOGRAMA

Cronograma de Actividades	MESES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Selección e instalación de dispositivos sensoriales para monitorear la temperatura de la superficie del mar y otras variables meteorológicas.								
Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos mediante microcontroladores.								
Selección e instalación de paneles solares que optimicen el rendimiento de las baterías en la estación prototipo.								
Instalación de un sistema de control de carga para el almacenamiento de energía para el funcionamiento de las tarjetas electrónicas.								
Selección y diseño del radioenlace para la transmisión inalámbrica de los datos.								
Instalación de las antenas y de los equipos de comunicación.								
Realización de pruebas de funcionamiento del radioenlace y el monitoreo de la información.								
Programación en LabView para la obtención de la información meteorológica.								
Realización de reportes y gráficas que ilustren la información en tiempo real.								
Generar una muestra de datos durante un tiempo determinado para la comparación con otras tecnologías.								
Comprobar el funcionamiento del prototipo en cada etapa de las pruebas finales.								

BIBLIOGRAFÍA

- Breijo, E. G. (JUNIO 2008). *Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC*. Col del Valle, México D.F.: Alfaomega, 1era Ed.
- http://wiki.mikrotik.com/wiki/Main_Page. (09 de 09 de 2014). *El protocolo Nv2*.
Obtenido de http://wiki.mikrotik.com/wiki/Nv2_spanish
- IDETEC. (20 de Agosto de 2014). www.ideastechnology.com. Obtenido de <http://www.ideastechnology.com/?q=quienes-somos>
- INAMHI. (2014). Haciendo Historia en Ecuador. *INAMHI 52 Años*, 84-86.
- INAMHI. (21 de Agosto de 2014). INAMHI 52 AÑOS. *Haciendo Historia en Ecuador*, 143-145. Obtenido de www.serviciometeorologico.gob.ec:
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>
- INAMHI. (20 de Agosto de 2014). www.inamhi.gob.ec. Obtenido de www.inamhi.gob.ec: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/la-institucion/>
- INAMHI. (21 de Agosto de 2014). www.inamhi.gob.ec. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>:
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/la-institucion/>
- INOCAR. (21 de Agosto de 2014). www.inocar.mil.ec. Obtenido de www.inocar.mil.ec:
<http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/institucion/historia>
- Jiménez, R. M., Capa, Á. B., & Lozano, A. P. (2004). *Meteorología y Climatología*. Madrid, España: FECYT - Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Recuperado el 26 de Agosto de 2014, de

<http://www.cab.inta.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>

Marsily, G. D. (2001). El Ciclo del Agua. En G. D. Marsily, *El Agua* (pág. 20).

Coyoacán, México D.F.: Siglo XXI.

National Instruments Corporation. (15 de Agosto de 2014). www.ni.com. Obtenido

de National Instruments : <http://www.ni.com/labview/esa/>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (26 de Agosto de 2014).

http://www.wmo.int/pages/index_es.html. Obtenido de

http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index_es.html

PLANET3 WIRELESS, INC. (2003). *CWNA Certified Wireless Network*

Administrator - Official Study Guide. Berkeley, California 94710 U.S.A.

2600 Tenth Street: McGraw-Hill/Osborne.

SENATEL. (28 de Agosto de 2014).

<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/>. Obtenido de

[http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf)

[content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf)

TOMASI, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* . MEXICO:

PEARSON EDUCACIÓN.

www.metas.com.mx. (26 de Agosto de 2014). www.elsitiodelagua.com. Obtenido de

www.metas.com.mx:

http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/medio/punto_de_rocio.pdf

www.mikrotik.com. (18 de Agosto de 2014). Obtenido de

<http://www.mikrotik.com/aboutus>

ANEXOS

ANEXO 1. Oficio para la autorización en la instalación de los equipos.



www.inamhi.gob.ec
Pichincha 307 y 9 de Octubre
Piso 5to Edificio Banco del Pichincha
Teléfono 593 042 532315
guayaquil@inamhi.gob.ec
Guayaquil - Ecuador

PROCESO DESCONCENTRADO CUENCA DEL RÍO GUAYAS

Oficio Nro. INAMHI-PDG-2014-0008-OF.

Guayaquil, 11 de junio de 2014

Asunto: Autorización Instalación Equipos

Señor Capitán de Fragata
Juan Carlos Proaño Vega
Director del Instituto Oceanográfico
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA
En su Despacho

De mi consideración:

Por medio de la presente, reciba un cordial y extenso saludo. Al momento nuestro compañero, el Señor **Xavier Antonio Lascano Filián** con C.I.: 0921975702, quien se desempeña como radiosondista en nuestra Institución, se encuentra finalizando su proyecto de tesis titulado: **"ESTACIÓN ACUÁTICA AUTOSUSTENTABLE MEDIANTE ENERGÍA SOLAR, QUE PERMITE VÍA RF ADQUIRIR DATOS METEOROLÓGICOS EN TIEMPO REAL"**, el cual contribuiría en el desarrollo de nuevas tecnologías para la investigación de campo en las áreas de meteorología, hidrología y ciencias oceanográficas. Por tal motivo que solicito su apoyo brindándonos temporalmente las facilidades de instalar este prototipo electrónico en una de las boyas de INOCAR, con el fin de realizar pruebas de operación y funcionamiento. Adjunto un resumen del proyecto.

Hago propicia la oportunidad para expresar a usted, los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

Ing. Raúl Mejía
COORDINADOR PROCESO DESCONCENTRADO GUAYAQUIL

Anexos:
- Resumen Proyecto.pdf

ks

ANEXO 2. Oficio respuesta INOCAR.



Ministerio
de Defensa
Nacional



MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA

Oficio Nro. INOCAR-DIR-2014-0983-OF

Guayaquil, 20 de junio de 2014

Asunto: Proyecto de tesis del señor Xavier Lascano

Señor Ingeniero
Raúl Mejía
Coordinador Proceso Desconcentrado Guayaquil
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
En su Despacho

De mi consideración:

En relación al Oficio No. INAMHI-PDG-2014-0008-OF de junio 11 del 2014, mediante el cual se solicita autorización para instalar un prototipo electrónico en una de las boyas de este Instituto, para realizar pruebas de operación y funcionamiento, comunico a usted, que en la actualidad el Inocar dispone de boyas meteorológicas, las mismas que están proveyendo información de los parámetros océano-atmosféricos de los espacios marítimos del Ecuador; así también, este Instituto tiene un Convenio con la Espol, para desarrollar alternativas de solución que permita mejorar la comunicación y transmisión en tiempo real de los sensores, por lo que se sugiere asistir a una reunión técnica en la que se proponga la viabilidad de dicha alternativa, a fin de coordinar esfuerzos, pues la transmisión de datos y la sostenibilidad de la Estación dependerá, entre otros, del mantenimiento de los paneles y de la seguridad de los componentes de la boya que permanentemente son vulnerados o afectados y que impiden el normal desempeño de estos equipos.

Por lo expuesto y a fin de coordinar apropiadamente su empleo, agradeceré asistir a una reunión el día **jueves 26 de junio del 2014 a las 10:00**, para exponer solución y alcance de los estudios académicos o propuestos de carácter institucional que permita fortalecer la transmisión de datos en tiempo real.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Cpfg. Juan Carlos Proaño Vega
DIRECTOR DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

Av. 25 de Julio, vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur
Telf: (593 4) 2481-300 Fax: (593 4) 2485-166
web: www.inocar.mil.ec – e-mail: inocar@inocar.mil.ec
Guayaquil - Ecuador

* Documento generado por Outpost

1/2



Ministerio
de Defensa
Nacional



MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA

Oficio Nro. INOCAR-DIR-2014-0983-OF

Guayaquil, 20 de junio de 2014

Referencias:

- INOCAR-DIR-2014-1797-OFE

obs/JCA

Av. 25 de Julio, vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur
Telf: (593 4) 2481-300 Fax: (593 4) 2485-166
web: www.inocar.mil.ec – e-mail: inocar@inocar.mil.ec
Guayaquil - Ecuador

* Documento generado por Outpost

2/2

ANEXO 3. Tabla de reporte de datos para la realización de las pruebas de funcionamiento del proyecto en 24 horas.

MUESTRA	FECHA Y HORA	TSM (C°)	TA (C°)	HR (%)	TD (C°)
1	21082014065938	22.0	21.9	97.9	21.5
2	21082014070438	22.0	21.9	97.9	21.5
3	21082014070938	22.0	22.1	97.9	21.7
4	21082014071438	22.1	21.9	97.9	21.5
5	21082014071938	22.1	22.1	97.9	21.7
6	21082014072438	22.1	22.2	97.9	21.8
7	21082014072938	22.3	22.3	97.9	21.9
8	21082014073438	22.4	22.3	97.9	21.9
9	21082014073938	22.3	22.3	97.9	21.9
10	21082014074438	22.5	22.5	97.9	22.1
11	21082014074938	22.5	22.4	97.9	22.0
12	21082014075438	22.5	22.5	97.9	22.1
13	21082014075938	22.6	22.7	97.9	22.3
14	21082014080438	22.9	22.8	97.8	22.4
15	21082014080938	23.1	23.2	96.4	22.5
16	21082014081438	23.1	23.0	95.8	22.2
17	21082014081938	23.2	23.2	94.8	22.3
18	21082014082438	23.3	23.4	94.5	22.4
19	21082014082938	23.6	23.6	92.3	22.2
20	21082014083438	24.0	23.9	91.3	22.3
21	21082014083938	24.0	24.1	89.7	22.2
22	21082014084438	23.7	24.0	89.3	22.1
23	21082014084938	23.8	23.9	89.7	22.0
24	21082014085438	24.0	24.0	89.6	22.1
25	21082014085938	24.1	24.2	89.0	22.2
26	21082014090438	24.5	24.5	87.3	22.2
27	21082014090938	24.3	24.5	86.4	22.0
28	21082014091438	24.3	24.6	87.2	22.3
29	21082014091938	24.7	24.7	86.6	22.3
30	21082014092438	24.8	25.0	85.4	22.3
31	21082014092938	24.7	24.9	84.8	22.1
32	21082014093438	24.7	24.8	85.5	22.1
33	21082014093938	24.7	25.1	83.2	22.0
34	21082014094438	25.0	25.2	83.7	22.2
35	21082014094938	25.3	25.5	82.8	22.3
36	21082014095438	25.4	25.5	82.3	22.2
37	21082014095938	25.5	25.7	81.8	22.3
38	21082014100438	25.4	25.4	82.9	22.2
39	21082014100938	26.0	26.0	79.8	22.2
40	21082014101438	26.0	26.1	79.2	22.2
41	21082014101938	26.3	26.6	77.4	22.3
42	21082014102438	26.8	27.0	76.2	22.4
43	21082014102938	26.8	27.1	75.2	22.3
44	21082014103438	26.7	26.9	75.2	22.1
45	21082014103938	26.5	26.6	77.0	22.2
46	21082014104438	26.1	26.4	77.2	22.0
47	21082014104938	26.6	26.6	76.9	22.2
48	21082014105438	27.0	27.0	75.5	22.2
49	21082014105938	26.6	26.9	75.4	22.1
50	21082014110438	26.2	26.7	76.2	22.1
51	21082014110938	26.7	26.8	76.3	22.2
52	21082014111438	26.6	26.9	75.9	22.2
53	21082014111938	26.3	26.6	78.0	22.4
54	21082014112438	26.6	26.5	78.4	22.4
55	21082014112938	26.6	26.9	77.4	22.6
56	21082014113438	26.6	26.9	75.2	22.1
57	21082014113938	27.0	27.1	74.9	22.2
58	21082014114438	27.1	27.4	74.3	22.3
59	21082014114938	26.9	27.3	74.3	22.3
60	21082014115438	27.1	27.2	74.3	22.2
61	21082014115938	27.3	27.3	74.7	22.4
62	21082014120438	27.6	27.9	72.6	22.5
63	21082014120938	27.5	27.6	72.5	22.2
64	21082014121438	27.8	27.8	72.5	22.4
65	21082014121938	28.0	28.2	70.2	22.2
66	21082014122438	28.6	28.8	67.8	22.2
67	21082014122938	28.5	28.8	68.1	22.3
68	21082014123438	27.7	28.2	70.7	22.3
69	21082014123938	28.4	28.5	70.0	22.4
70	21082014124438	29.1	29.3	65.5	22.1
71	21082014124938	28.7	29.2	65.2	22.0
72	21082014125438	28.6	28.8	67.1	22.0
73	21082014125938	28.3	28.6	68.1	22.1
74	21082014130438	28.1	28.5	68.3	22.0
75	21082014130938	28.8	28.9	66.3	21.9
76	21082014131438	29.2	29.5	64.2	22.0
77	21082014131938	29.5	29.7	63.3	21.9
78	21082014132438	29.0	29.3	64.6	21.9
79	21082014132938	29.5	29.7	63.1	21.9
80	21082014133438	29.3	29.6	63.3	21.8
81	21082014133938	29.3	29.9	61.6	21.7
82	21082014134438	28.3	28.9	65.8	21.8
83	21082014134938	29.8	29.8	63.0	22.0
84	21082014135438	29.1	29.5	63.9	21.9
85	21082014135938	29.4	30.0	62.3	22.0
86	21082014140438	29.6	29.8	62.2	21.8
87	21082014140938	30.0	30.2	60.6	21.7
88	21082014141438	29.1	29.9	61.1	21.6
89	21082014141938	29.9	30.1	60.6	21.6
90	21082014142438	29.5	29.9	61.7	21.7
91	21082014142938	28.8	29.3	63.0	21.5
92	21082014143438	29.4	29.5	63.4	21.8
93	21082014143938	29.6	29.9	61.5	21.7
94	21082014144438	29.6	30.0	61.9	21.9
95	21082014144938	29.8	30.3	60.4	21.7
96	21082014145438	30.5	30.7	58.7	21.7
97	21082014145938	30.0	30.4	59.2	21.5
98	21082014150438	30.1	30.5	59.7	21.7
99	21082014150938	30.1	30.3	59.1	21.4
100	21082014151438	30.0	30.4	58.8	21.4
101	21082014151938	30.0	30.5	59.8	21.8
102	21082014152438	30.2	30.6	59.3	21.7
103	21082014152938	30.1	30.4	59.1	21.5
104	21082014153438	30.0	30.3	59.7	21.6
105	21082014153938	29.8	30.3	59.2	21.4
106	21082014154438	29.9	30.4	58.9	21.4
107	21082014154938	29.4	30.0	60.3	21.4
108	21082014155438	29.7	30.1	60.1	21.5
109	21082014155938	29.6	30.0	61.2	21.7
110	21082014160438	28.9	29.4	62.6	21.5
111	21082014160938	29.3	29.6	63.0	21.8
112	21082014161438	29.5	29.5	62.5	21.5
113	21082014161938	29.0	29.3	62.7	21.4
114	21082014162438	28.6	29.0	64.4	21.6
115	21082014162938	28.1	28.6	66.3	21.7
116	21082014163438	28.8	28.9	65.0	21.6
117	21082014163938	28.3	28.8	64.3	21.3
118	21082014164438	28.1	28.4	65.2	21.2
119	21082014164938	27.6	28.0	67.0	21.3
120	21082014165438	27.7	28.1	66.4	21.2
121	21082014165938	28.3	28.4	66.5	21.5
122	21082014170438	28.3	28.7	66.3	21.7
123	21082014170938	28.3	28.6	66.1	21.6
124	21082014171438	28.1	28.3	67.2	21.6
125	21082014171938	27.7	28.2	68.3	21.8
126	21082014172438	27.4	27.7	69.4	21.5
127	21082014172938	27.2	27.5	71.3	21.8
128	21082014173438	27.1	27.3	71.2	21.6
129	21082014173938	27.0	27.3	72.5	21.9
130	21082014174438	27.0	27.1	73.3	21.9
131	21082014174938	26.9	27.1	73.5	21.9
132	21082014175438	26.6	26.8	74.2	21.8
133	21082014175938	26.5	26.6	75.9	21.9
134	21082014180438	26.4	26.5	76.5	22.0
135	21082014180938	26.3	26.4	77.0	22.0
136	21082014181438	26.2	26.3	77.4	22.0
137	21082014181938	26.1	26.1	78.6	22.0
138	21082014182438	26.0	26.1	78.5	22.0
139	21082014182938	25.8	26.0	79.7	22.2
140	21082014183438	25.6	25.7	81.6	22.3
141	21082014183938	25.6	25.6	82.5	22.3
142	21082014184438	25.5	25.5	83.3	22.4
143	21082014184938	25.4	25.5	83.2	22.4
144	21082014185438	25.2	25.2	82.9	22.0
145	21082014185938	25.1	25.2	83.0	22.0
146	21082014190438	25.0	25.1	83.9	22.1
147	21082014190938	25.0	25.0	84.4	22.1
148	21082014191438	24.6	24.8	85.2	22.1
149	21082014191938	24.5	24.4	87.8	22.2
150	21082014192438	24.3	24.4	88.3	22.3

MUESTRA	FECHA Y HORA	TSM (C°)	TA (C°)	HR (%)	TD (C°)
151	21082014192938	24.1	24.1	88.8	22.1
152	21082014193438	24.1	23.9	89.8	22.1
153	21082014193938	23.9	23.9	90.1	22.1
154	21082014194438	24.0	23.8	90.6	22.1
155	21082014194938	23.0	23.5	90.7	21.8
156	21082014195438	23.6	23.5	91.4	22.0
157	21082014195938	23.5	23.5	91.6	22.0
158	21082014200438	23.5	23.5	92.1	22.1
159	21082014200938	23.5	23.4	91.5	21.9
160	21082014201438	23.3	23.4	92.3	22.0
161	21082014201938	23.4	23.3	92.6	22.0
162	21082014202438	23.4	23.3	93.1	22.1
163	21082014202938	23.5	23.4	92.8	22.1
164	21082014203438	23.3	23.3	92.2	21.9
165	21082014203938	23.3	23.2	92.4	21.8
166	21082014204438	23.4	23.2	92.4	21.8
167	21082014204938	23.4	23.4	91.8	21.9
168	21082014205438	23.3	23.2	92.1	21.8
169	21082014205938	23.3	23.3	92.5	22.0
170	21082014210438	23.3	23.1	92.2	21.7
171	21082014210938	23.3	23.2	92.7	21.9
172	21082014211438	23.3	23.2	93.1	22.0
173	21082014211938	23.3	23.2	92.2	21.8
174	21082014212438	23.3	23.2	93.1	22.0
175	21082014212938	23.4	23.3	92.5	22.0
176	21082014213438	23.3	23.2	92.3	21.8
177	21082014213938	23.2	23.1	92.6	21.8
178	21082014214438	23.3	23.1	93.4	21.9
179	21082014214938	23.2	23.2	93.0	22.0
180	21082014215438	23.2	23.1	92.9	21.8
181	21082014215938	23.2	23.1	92.8	21.8
182	21082014220438	23.2	23.2	93.6	22.1
183	21082014220938	23.1	23.2	93.3	22.0
184	21082014221438	23.1	23.0	93.5	21.8
185	21082014221938	23.0	23.0	93.6	21.9
186	21082014222438	23.0	22.9	93.7	21.8
187	21082014222938	23.0	23.0	93.6	21.9
188	21082014223438	23.0	23.0	93.9	21.9
189	21082014223938	23.1	23.0	93.6	21.9
190	21082014224438	23.1	22.9	94.0	21.8
191	21082014224938	23.1	23.1	93.6	22.0
192	21082014225438	23.0	22.8	93.5	21.6
193	21082014225938	23.0	22.8	93.9	21.7
194	21082014230438	22.9	22.8	94.2	21.8
195	21082014230938	23.0	22.9	93.9	21.8
196	21082014231438	23.0	22.9	94.7	22.0
197	21082014231938	23.0	22.9	94.8	22.0
198	21082014232438	23.0	22.9	94.8	22.0
199	21082014232938	22.9	22.9	93.9	21.8
200	21082014233438	23.0	22.9	94.2	21.9
201	21082014233938	22.8	22.7	94.3	21.7
202	21082014234438	22.8	22.6	94.7	21.7
203	21082014234938	22.8	22.7	94.6	21.7
204	21082014235438	22.7	22.6	94.5	21.6
205	21082014235938	22.7	22.6	94.8	21.7
206	22082014000438	22.8	22.6	94.5	21.6
207	22082014000938	22.8	22.6	95.0	21.7
208	22082014001438	22.7	22.5	94.3	21.5
209	22082014001938	22.5	22.5	94.5	21.5
210	22082014002438	22.6	22.5	94.2	21.5
211	22082014002938	22.5	22.4	95.0	21.5
212	22082014003438	22.6	22.4	95.1	21.5
213	22082014003938	22.5	22.4	94.8	21.5
214	22082014004438	22.5	22.4	95.1	21.5
215	22082014004938	22.6	22.5	94.7	21.6
216	22082014005438	22.6	22.7	94.7	21.8
217	22082014005938	22.6	22.5	94.6	21.5
218	22082014010438	22.6	22.6	94.7	21.7
219	22082014010938	22.6	22.5	94.8	21.6
220	22082014011438	22.6	22.5	95.0	21.6
221	22082014011938	22.6	22.5	94.0	21.4
222	22082014012438	22.6	22.5	95.2	21.6
223	22082014012938	22.6	22.5	94.0	21.4
224	22082014013438	22.6	22.5	93.8	21.4
225	22082014013938	22.5	22.5	94.2	21.5

MUESTRA	FECHA Y HORA	TSM (C°)	TA (C°)	HR (%)	TD (C°)
226	22082014014438	22.5	22.5	94.2	21.5
227	22082014014938	22.6	22.4	94.3	21.4
228	22082014015438	22.5	22.4	94.1	21.3
229	22082014015938	22.5	22.4	94.3	21.4
230	22082014020438	22.5	22.4	94.8	21.5
231	22082014020938	22.5	22.5	95.1	21.6
232	22082014021438	22.5	22.5	95.2	21.6
233	22082014021938	22.5	22.4	94.9	21.5
234	22082014022438	22.5	22.5	94.8	21.6
235	22082014022938	22.5	22.5	94.8	21.6
236	22082014023438	22.5	22.4	94.9	21.5
237	22082014023938	22.5	22.4	94.4	21.4
238	22082014024438	22.5	22.4	94.5	21.4
239	22082014024938	22.4	22.4	94.3	21.4
240	22082014025438	22.3	22.3	94.2	21.3
241	22082014025938	22.4	22.4	94.6	21.4
242	22082014030438	22.4	22.4	94.3	21.4
243	22082014030938	22.4	22.4	94.0	21.3
244	22082014031438	22.3	22.2	94.4	21.2
245	22082014031938	22.4	22.3	94.5	21.3
246	22082014032438	22.5	22.4	94.0	21.3
247	22082014032938	22.4	22.2	93.7	21.1
248	22082014033438	22.3	22.3	94.2	21.3
249	22082014033938	22.3	22.2	94.8	21.3
250	22082014034438	22.3	22.2	94.8	21.3
251	22082014034938	22.3	22.3	95.4	21.5
252	22082014035438	22.3	22.2	94.7	21.3
253	22082014035938	22.3	22.1	94.8	21.2
254	22082014040438	22.2	22.2	95.1	21.3
255	22082014040938	22.1	22.0	95.2	21.1
256	22082014041438	22.1	22.1	95.5	21.3
257	22082014041938	22.1	22.1	95.1	21.2
258	22082014042438	22.1	22.0	95.5	21.2
259	22082014042938	22.0	22.0	95.6	21.2
260	22082014043438	22.1	22.1	95.7	21.3
261	22082014043938	22.1	22.1	95.6	21.3
262	22082014044438	22.0	21.9	95.5	21.1
263	22082014044938	22.1	22.0	95.7	21.2
264	22082014045438	22.0	21.9	95.6	21.1
265	22082014045938	22.0	22.1	95.8	21.3
266	22082014050438	22.0	22.0	95.8	21.2
267	22082014050938	22.0	21.9	96.0	21.2
268	22082014051438	22.0	22.0	95.9	21.3
269	22082014051938	22.0	21.9	95.7	21.1
270	22082014052438	21.9	22.0	96.2	21.3
271	22082014052938	21.9	21.9	96.3	21.2
272	22082014053438	21.8	21.8	96.6	21.2
273	22082014053938	21.8	21.8	97.3	21.3
274	22082014054438	21.8	21.8	97.4	21.3
275	22082014054938	21.8	21.8	97.3	21.3
276	22082014055438	21.8	21.8	97.4	21.3
277	22082014055938	21.8	21.7	97.3	21.2
278	22082014060438	21.8	21.7	97.4	21.2
279	22082014060938	21.8	21.6	97.6	21.2
280	22082014061438	21.8	21.6	97.9	21.2
281	22082014061938	21.8	21.7	97.3	21.2
282	22082014062438	21.7	21.6	97.9	21.2
283	22082014062938	21.6	21.6	97.9	21.2
284	22082014063438	21.6	21.5	97.9	21.1
285	22082014063938	21.6	21.6	97.9	21.2
286	22082014064438	21.6	21.6	97.9	21.2
287	22082014064938	21.6	21.6	97.9	21.2
288	22082014065438	21.6	21.5	97.9	21.1
289	22082014065938	21.7	21.5	97.9	21.1
290	22082014070438	21.7	21.6	97.9	21.2
291	MAXIMA	30.5	30.7	97.9	22.6
292	MINIMA	21.6	21.5	98.7	21.1
293	PROMEDIO	24.8	24.8	94.6	21.8

ANEXO 4. Hoja de datos del sensor DS18B20.



DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

DESCRIPTION

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

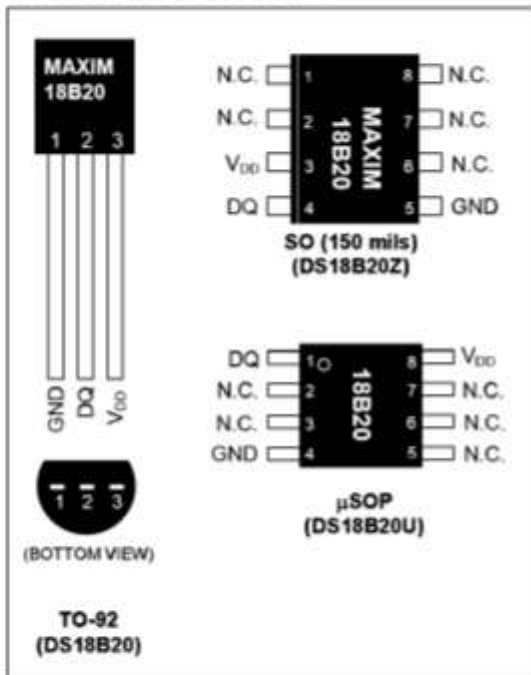
Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

FEATURES

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Each Device has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in an On-Board ROM
- Multidrop Capability Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications
- Requires No External Components
- Can Be Powered from Data Line; Power Supply Range is 3.0V to 5.5V
- Measures Temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ Accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- Thermometer Resolution is User Selectable from 9 to 12 Bits
- Converts Temperature to 12-Bit Digital Word in 750ms (Max)

- User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings
- Alarm Search Command Identifies and Addresses Devices Whose Temperature is Outside Programmed Limits (Temperature Alarm Condition)
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin μSOP , and 3-Pin TO-92 Packages
- Software Compatible with the DS1822
- Applications Include Thermostatic Controls, Industrial Systems, Consumer Products, Thermometers, or Any Thermally Sensitive System

PIN CONFIGURATIONS



1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim Direct at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maximintegrated.com.

REV: 042208

Fuente: www.maximintegrated.com

<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

PIN DESCRIPTION

PIN			NAME	FUNCTION
SO	μ SOP	TO-92		
1, 2, 6, 7, 8	2, 3, 5, 6, 7	—	N.C.	No Connection
3	8	3	V _{DD}	Optional V _{DD} . V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.
4	1	2	DQ	Data Input/Output. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see the <i>Powering the DS18B20</i> section.)
5	4	1	GND	Ground

Figure 1. DS18B20 Block Diagram

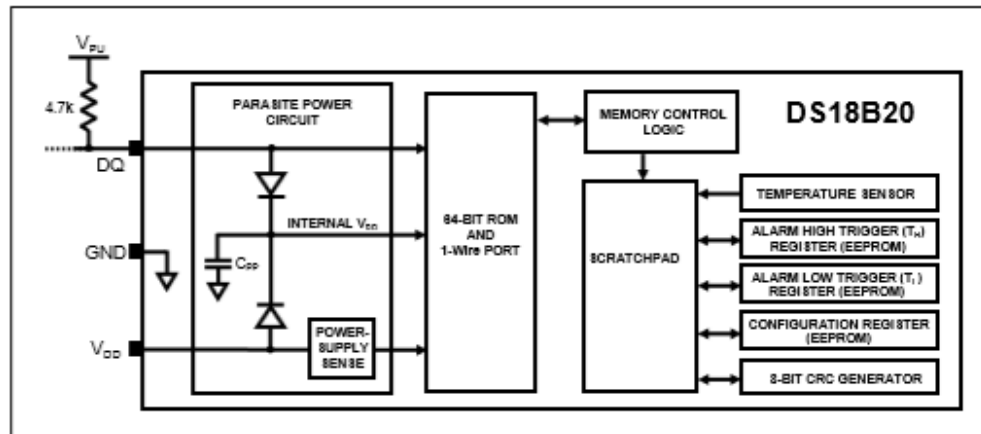


Table 3. DS18B20 Function Command Set

COMMAND	DESCRIPTION	PROTOCOL	1-Wire BUS ACTIVITY AFTER COMMAND IS ISSUED	NOTES
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	DS18B20 transmits conversion status to master (not applicable for parasite-powered DS18B20s).	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads the entire scratchpad including the CRC byte.	BEh	DS18B20 transmits up to 9 data bytes to master.	2
Write Scratchpad	Writes data into scratchpad bytes 2, 3, and 4 (T _H , T _L , and configuration register data).	4Eh	Master transmits 3 data bytes to DS18B20.	3
Copy Scratchpad	Copies T _H , T _L , and configuration register data from the scratchpad to EEPROM.	48h	None	1
Recall E ²	Recalls T _H , T _L , and configuration register data from EEPROM to the scratchpad.	B8h	DS18B20 transmits recall status to master.	
Read Power Supply	Signals DS18B20 power supply mode to the master.	B4h	DS18B20 transmits supply status to master.	

Note 1: For parasite-powered DS18B20s, the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions and copies from the scratchpad to EEPROM. No other bus activity may take place during this time.

Note 2: The master can interrupt the transmission of data at any time by issuing a reset.

Note 3: All three bytes must be written before a reset is issued.

Fuente: www.maximintegrated.com

<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

DS18B20 OPERATION EXAMPLE 2

In this example there is only one DS18B20 on the bus and it is using parasite power. The master writes to the T_H , T_L , and configuration registers in the DS18B20 scratchpad and then reads the scratchpad and recalculates the CRC to verify the data. The master then copies the scratchpad contents to EEPROM.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
Tx	CCh	Master issues Skip ROM command.
Tx	4Eh	Master issues Write Scratchpad command.
Tx	3 data bytes	Master sends three data bytes to scratchpad (T_H , T_L , and config).
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
Tx	CCh	Master issues Skip ROM command.
Tx	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
Rx	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
Tx	CCh	Master issues Skip ROM command.
Tx	48h	Master issues Copy Scratchpad command.
Tx	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for at least 10ms while copy operation is in progress.

Fuente: www.maximintegrated.com

<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

ANEXO 5. Hoja de datos del módulo AM2301.

2、Applications

HVAC, dehumidifier, testing and inspection equipment, consumer goods, automotive, automatic control, data loggers, home appliances, humidity regulator, medical, weather stations, and other humidity measurement and control and so on.

3、Features

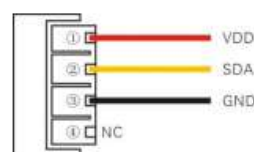
Ultra-low power, the transmission distance, fully automated calibration, the use of capacitive humidity sensor, completely interchangeable, standard digital single-bus output, excellent long-term stability, high accuracy temperature measurement devices.

4、The definition of single-bus interface

4.1 AM2301 Pin assignments

Table 1: AM2301 Pin assignments

Pin	Color	Name	Description
1	Red	VDD	Power (3.3V-5.2V)
2	Yellow	SDA	Serial data, Dual-port
3	Black	GND	Ground
4		NC	Empty



PIC1: AM2301 Pin Assignment

AOSONG

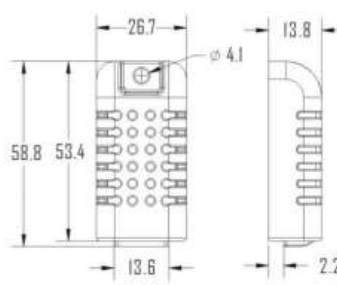
Temp. Humidity & Dew point measurement experts

1、Product Overview

AM2301 capacitive humidity sensing digital temperature and humidity module is the one that contains the compound has been calibrated digital signal output of the temperature and humidity sensor. Application of a dedicated digital modules collection technology and the temperature and humidity sensing technology, to ensure that the product has high reliability and excellent long-term stability. The sensor includes a capacitive sensor wet components and a high-precision temperature measurement devices, and connected with a high-performance 8-bit microcontroller. The product has excellent quality, fast response, strong anti-jamming capability, and high cost. Each sensor is extremely accurate humidity calibration chamber calibration. The form of procedures, the calibration coefficients stored in the microcontroller, the sensor within the processing of the heartbeat to call these calibration coefficients. Standard single-bus interface, system integration quick and easy. Small size, low power consumption, signal transmission distance up to 20 meters, making it the best choice of all kinds of applications and even the most demanding applications. Products for the 3-lead (single-bus interface) connection convenience. Special packages according to user needs.



Physical map



Dimensions (unit: mm)

Fuente: www.aosong.com

<http://meteobox.tk/files/AM2301.pdf>

4.2 Power supply pins (VDD GND)

AM2301 supply voltage range 3.3V – 5.2V, recommended supply voltage is 5V.

4.3 Serial data (SDA)

SDA pin is tri structure for reading, writing sensor data. Specific communication timing, see the detailed description of the communication protocol.

5. Sensor performance

5.1 Relative humidity

Table 2: AM2301 Relative humidity performance table

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		%RH
Range		0		99.9	%RH
Accuracy ^①	25℃		± 3		%RH
Repeatability			± 1		%RH
Exchange		Completely interchangeable			
Response ^②	1/e(63%)		<6		S
Sluggish			± 0.3		%RH
Drift ^③	Typical		<0.5		%RH/yr

5.2 Temperature

Table 3: AM2301 Relative temperature performance

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		℃
n			16		bit
Accuracy			± 0.3	± 1	℃
Range		-40		80	℃
Repeat			± 0.2		℃
Exchange		Completely interchangeable			
Response	1/e(63%)		<10		S
Drift			± 0.3		℃/yr

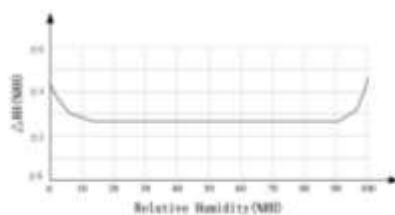


Fig2: At25℃: The error of relative humidity

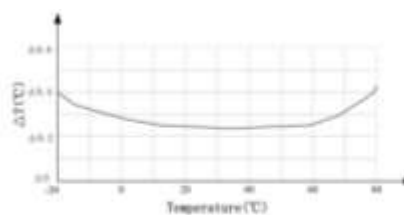
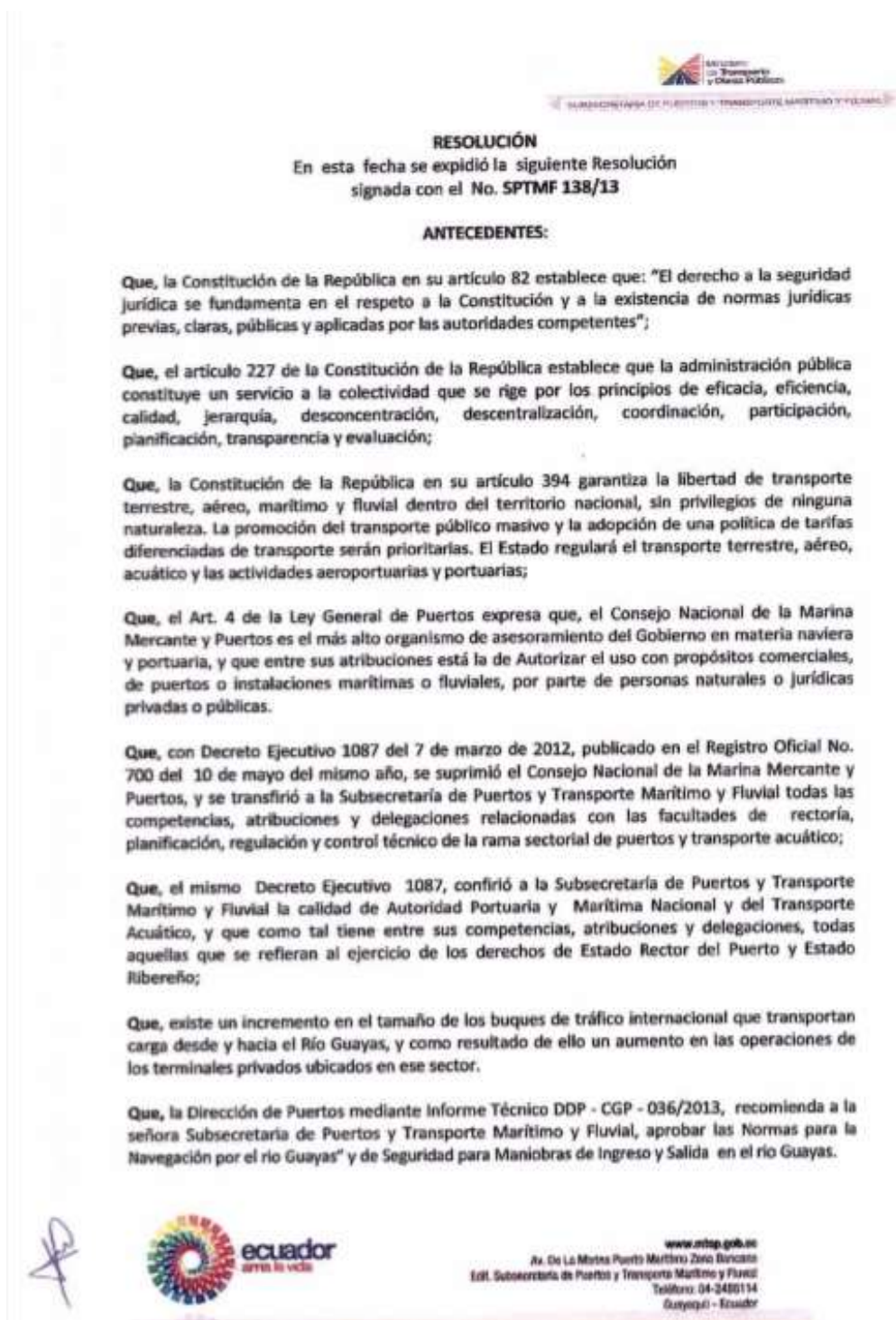


Fig3: The maximum temperature error

6. Electrical Characteristics

Electrical characteristics, such as energy consumption, high, low, input, output voltage, depending on the power supply. Table 4 details the electrical characteristics of the AM2301, if not identified, said supply voltage of 5V. To get the best results with the sensor, please design strictly in accordance with the conditions of design in Table 4.

ANEXO 6. Resolución SPTMF 138/13



Fuente: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/25-10-2013_SPTMF_Resolucion-138-13-Normas-Navegacion-Seguridad-rio-Guayas.pdf Tomado en: Agosto 2014

RESOLUCIÓN

En esta fecha se expidió la siguiente Resolución
signada con el No. SPTMF 138/13

En uso de las facultades legales contenidas en el Artículo 5 literal b) de la Ley General de Puertos.

RESUELVE:

Art. 1.- Aprobar las "NORMAS PARA LA NAVEGACIÓN POR EL RÍO GUAYAS Y DE SEGURIDAD PARA MANIOBRAS DE INGRESO Y SALIDA EN EL RÍO GUAYAS".

Art. 2.- Se establece como calado máximo de seguridad en el Río Guayas 6,80 metros, de acuerdo con los resultados obtenidos en el "Estudio sobre las perspectivas hidrográficas del Río Guayas en las áreas de Bajos Paola y Barra Norte", presentados por el Instituto Oceanográfico de la Armada, así como, el "Informe de características y condiciones de navegabilidad de buques mercantes en tráfico internacional en el Río Guayas", elaborado por los operadores portuarios de buques que prestan el servicio de practica en el río.

Art. 3.- El tránsito de las embarcaciones con calado de 6,80 metros en el Río Guayas deben de hacerlo con beneficio de marea, por tanto para su seguridad durante el cruce por la Barra Norte deben efectuarlo una hora antes de la hora que se registra para la pleamar de la Estación Mareográfica de Puna y para el cruce del Bajo Paola deben realizarlo aproximadamente 30 minutos antes de la hora que se registra para la Pleamar de la Estación Guayaquil - Río Guayas.

Art. 4.- Las naves que ingresen por la boya de mar de Data de Posorja, deben iniciar la travesía hacia el río Guayas considerando aproximadamente cuatro horas de anticipación a la hora registrada para la pleamar en la cercanía de la Estación de Puna.

Art. 5. - La presente Resolución entrará en vigencia a partir de la fecha de su suscripción, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial y la Autoridad Portuaria de Guayaquil se encargará de velar por su fiel cumplimiento.

Dado y firmado en la ciudad de Quito, en el despacho de la señora Subsecretaria de Puertos y de Transporte Marítimo y Fluvial, a los 24 días del mes de septiembre de 2013.


Ab. Cynthia Jessica Madero Egas
SUBSECRETARÍA DE PUERTOS Y
TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL

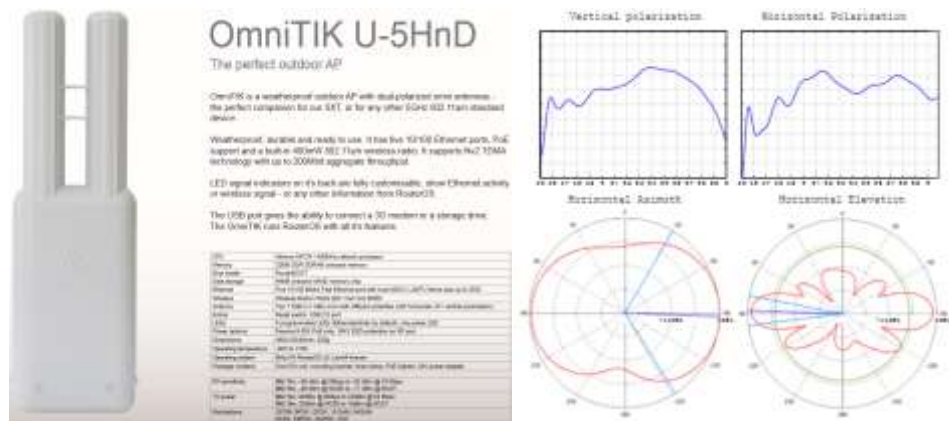

VCS/ISV/MDP/LVA



www.mtop.gob.ec
Av. De La Madre Puerto Marítimo Zona Bancaria
Edif. Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial
Teléfono: (04-2488114
Guayaquil - Ecuador

Fuente: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/25-10-2013_SPTMF_Resolucion-138-13-Normas-Navegacion-Seguridad-rio-Guayas.pdf Tomado en: Agosto 2014

ANEXO 7. Hoja de datos de la antena OMNITIK



RouterBOARD OmniTik U-5HnD

Quick Setup Guide and Warranty Information

The HsuehB24HD OneClick comes pre-installed in an outdoor case, with a built-in 5GHz IEEE 802.11n wireless and five 10/100 Ethernet ports which support MDIX auto detection. There are two built-in antennas. One antenna is π -polar, the other is θ -polar. Antenna gain is 7.5dBi. The device is packaged with a 30V power adapter, a PoE injector, a mounting bracket and a hole clamp.

First use

1. Open the small door on the bottom of the case and connect an Ethernet cable to the Ethernet port. If you want to connect more than one Ethernet cable, you have to break out the hole himself.
2. Download [X-10V NanoVNA](#) on a USB port (Mini-2) from a full injection; the package includes a 20V power adapter and a full injection.
3. The default IP address from LAN (Power over Ethernet) and wireless (Wi-Fi) is 192.168.1.1 for configuration.
4. Username is admin and there is no password.

Powering

The board design protruding from the Ethernet port (Passive PoE)

- Ethernet port accepts passive Power over Ethernet (PoE) OC. Package contains a PoE adapter and a PoE injector.

Maximum power consumption of the device is 20W.

Booting process

RouterOS is the operating system of all RouterBOARD routers. Please see detailed configuration guide here: http://wiki.mikrotik.com/wiki/Getting_started

This device doesn't come fixed with a Serial Port connector, so initial connection has to be done via the Ethernet cable, using the WinBox/Winbox utility. Winbox should be used to connect to the default IP address of 192.168.88.1 with the username **admin** and no password.

In case you wish to boot the device from network, for example to use **U-Boot** terminal, hold the **RESET** button of the device when starting it until the LED lights turns off, and **U-Boot** will start to boot for **Network** drivers.

In case IP connection is not available, Winbox can also be used to connect to the VNC address of this device. More information here: http://wiki.mikrotik.com/wiki/Start_vnc_remote

Mounting

Don't forget to connect the Ethernet cable to the Ethernet port on the device. You should avoid connecting a loose Ethernet cable to the Ethernet port, secure the cable to a wall or the pole, so that the cable weight is not pulling the port. It is recommended to secure the Ethernet cable less than 2m from the device. This is to ensure that the cable doesn't damage the port by its weight, or doesn't fall out.



Expansion Slots and Ports

- One built-in 802.11n Wi-Fi antenna, 2x5 dBi. Two built-in antennas (front and rear)
- There are five external (10/100 Ethernet ports, supporting automatic cross-talking cable connector auto MDIX), as you can use either straight or cross-over cables for connecting to other network devices. The first Ethernet port supports 802.3v DC power-in from a passive PoE injector.
- One USB 3.0 port

Buttons and jumpers

- Router/IOF reset jumper hole (see direct access board how to be removed from case) – resets Router/IOF software to default. Must start with the physical state of the hole (into a screwdriver, for example) and boot the device. Then screwdriver in place and Router/IOF configuration is cleared.
- + Router/IOF reset button (access through the plastic door, not the keyboard)
 - Hold this button and power on the device, after 15 seconds, release the button to reset Router/IOF configuration (same result as with reset hole)
 - Hold this button and power on the device, after 30 seconds release it to make the device lock for **Hardware** recovery.

Operating System Support

Currently tested operating system is Microsoft Windows OS (starting from version 11).

Copyright and Trademarks.

Copyright © MikroTik SIA. This manual contains information protected by copyright law. No part of it may be reproduced or transmitted in any form without prior written permission from the copyright holder. RouterBDD400, RouterDCE, RouterDCE007 and MikroTik are trademarks of MikroTik SIA. All trademarks and registered trademarks appearing in this manual are the property of their respective holders.

Warranty: Mikulov warrants all FosterBOARD series equipment for the term of 36 months (3) months from the shipping date to be free of defects in materials and workmanship under normal use and service, except in case of damage caused by mechanical, electrical or other accidental or intended damages caused by improper use or due to wind, rain, fire or other acts of nature.

To return failed units to Microsoft, you must perform the following RMA (Return Merchandise Authorization) procedure. Follow the instructions below to save time, effort, avoid costs, and improve the speed of the RMA process.

1. If you have purchased your product from a MikroTik Reseller, please contact the Reseller company regarding all warranty and repair issues. The following instructions apply ONLY if you purchased your equipment directly from MikroTik in 2019.
2. We do not offer repairs for products that are not covered by warranty. Exceptions can be made for RB1000, RB1200 and RB1500.
3. Out-of-warranty devices and devices not covered by warranty sent to MikroTik will be returned to the sender at customer's cost.

WMA instructions are located on our webpage here: <http://wma.willottik.com>

Warning: This manual is provided "as is" without a warranty of any kind, expressed or implied, including, but not limited to, the implied warranty of merchantability and fitness for a particular purpose. The manufacturer has made every effort to ensure the accuracy of the contents of this manual; however, it is possible that it may contain technical inaccuracies, typographical or other errors. The liability is assumed for any inaccuracy found in this publication, nor for direct or indirect, incidental, consequential or other damages that may result from such an inaccuracy, including, but not limited to, loss of data or profits. Please report any inaccuracies found to info@industry.com.

See www.iustatbase.com for more information. Contact support@iustatbase.com for support questions.

31-Aug-13

See www.routledge.com for more information. Contact support@mitpress.com for support questions.

12-Aug-08

CE Declaration of Conformity

Full Declaration of Conformity (DoC) may be obtained by visiting this web page:
<http://trusterboard.com/dfs/>

[illegible]

ANEXO 8. Fotos de las pruebas técnicas de la estación acuática en el Estero Salado con la participación de oficiales del INOCAR.



Fuente: El autor



Fuente: El autor