



Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una red inalámbrica de apoyo al control vulcanológico en Isla Decepción: REGID-W

Autor

Virgilio Rey Lorenzana

Tutores

Cristina Torrecillas Lozano
Dpto. Ingeniería Gráfica, Univ. Sevilla

Raúl Páez Jiménez
Lab. de Astronomía y Geodesia, Univ. Cádiz

Índice de Contenido

1 Introducción	13
1.1 Motivación	13
1.2 Objetivo del Proyecto	15
1.3 Estructura de la Memoria	16
1.3.1 Isla Decepción	16
1.3.2 Redes Inalámbricas	16
1.3.3 Diseño de la REGID-W	17
1.3.4 Equipos de comunicaciones	17
1.3.5 Interacción con los GPS	17
1.3.6 Pruebas	17
1.3.7 Conclusiones y líneas de futuro	17
 2 Isla Decepción	 18
2.1 Localización.....	19
2.2 Orografía	20
2.3 Interés Científico	21
2.4 Red Geodésica de Isla Decepción – REGID	25

3 Redes inalámbricas.....	27
3.1 Tecnologías inalámbricas	27
3.2 IEEE 802.11	29
3.3 Wi-Fi	32
3.4 Banda libre de 2,4 GHz.....	33
3.5 Tipos de dispositivos	35
3.6 Arquitectura de Red	37
3.6.1 Modo Ad-Hoc	37
3.6.2 Modo Infraestructura	38
3.7 Autenticación y Encriptación.....	39
3.7.1 WEP (Wired Equivalent Protocol)	39
3.7.2 WPA (Wi-Fi Protected Access)	40
 4 Diseño de la REGID-W	 41
4.1 Descripción de la REGID-W	41
4.1.1 ¿Por qué IEEE 802.11b?	42
4.1.2 Arquitectura de la REGID-W	42
4.2 Estudio de Visibilidad.....	45
4.2.1 Visibilidad desde Colatinas.....	46
4.2.2 Visibilidad desde GEODEC	47
4.2.3 Visibilidad desde Base Española Gabriel de Castilla	48
4.2.4 Visibilidad desde Base Argentina	49
4.2.5 Visibilidad desde Fumarolas	50
4.2.6 Visibilidad desde Obsidianas	51
4.2.7 Visibilidad desde Teléfono	52
4.2.8 Visibilidad desde Campo de Bombas	53
4.2.9 Visibilidad desde Cráter 70	54
4.2.10 Visibilidad desde Caleta Péndulo	55
4.2.11 Visibilidad desde Glaciar Negro.....	56
4.2.12 Visibilidad desde Balleneros	57

4.3 Emplazamiento de los nodos	58
4.3.1 Nodo principal en Base Española Gabriel de Castilla.....	58
4.3.2 Nodos periféricos en los vértices de la REGID	58
4.3.3 Nodos repetidores	59
4.4 Calculo de las pérdidas de propagación.....	63
4.4.1 Pérdidas básicas de propagación	63
4.4.2 Pérdidas por difracción en obstáculos.....	64
5 Equipos de comunicaciones	74
5.1 Características mínimas	74
5.1.1 Servidor Inalámbrico de Puerto Serie.....	75
5.1.2 Router Inalámbrico.....	75
5.1.3 Antenas	76
5.1.4 Cableado y conectores	76
5.2 Descripción de los equipos seleccionados	77
5.2.1 Moxa NPort W2150.....	77
5.2.2 Senao / Engenius NET-EL-NOC-3220EXT	78
5.2.3 Antena Stella Doradus SD27 Parabolic	80
5.2.4 Antena Stella Doradus SD 24 3360 Omnidirectional	81
5.2.5 Antena Stella Doradus SD 24 12015 Base Station	82
5.2.6 Antena Stella Doradus SD 24 3015 Base Station	83
5.3 Esquemas de montaje	84
5.3.1 Nodo Principal.....	84
5.3.2 Nodos Periféricos.....	85
5.3.3 Nodos Repetidores	86
5.4 Cálculo de los radioenlaces.....	88
5.4.1 Balances de potencia	88
5.4.2 Consideraciones adicionales.....	93
5.5 Configuraciones	94
5.5.1 Asignación de direcciones IP.....	94
5.5.2 Router Inalámbrico Senao / Engenius	96
5.5.3 Servidor de Puerto Serie Inalámbrico.....	108

6 Interacción con los GPS	114
6.1 Creación de puertos serie virtuales.....	114
6.1.1 Moxa Nport Windows Driver Manager.....	115
6.2 Gestión de equipos GPS Trimble 5700	117
6.2.1 Trimble R-Utilities.....	118
6.2.2 Trimble Data Transfer	122
6.3 Gestión de equipos Leica GX1230	124
6.3.1 Leica OWI	125
 7 Pruebas de funcionamiento	 128
7.1 Red de pruebas	128
7.2 Pruebas realizadas	130
7.3 Resultados de las pruebas.....	132
7.3.1 Prueba 1: Puerto de la Cruz.....	132
7.3.2 Prueba 2: Matamoros	138
 8 Conclusiones.....	 144
8.1 Conclusiones	144
8.2 Líneas Futuras.....	145
 9 Bibliografía	 146

A Cartografía 150

Isla Decepción 150

B Hojas de Especificaciones 151

Moxa NPort W2150 151

Senao / Engenius NET-EL-NOC-3220EXT 152

Stella Doradus SD27 2.4 GHz Parabolic 153

Stella Doradus 13dBi 2.4 GHz Omnidirectional 154

Stella Doradus SD 3015 Base Station..... 155

Stella Doradus SD 12015 Base Station 156

Índice de Figuras

Figura 1.1: Vista aérea de Isla Decepción	13
Figura 1.2: Base Antártica Española Gabriel de Castilla en Isla Decepción.....	14
Figura 2.1: Isla Decepción	18
Figura 2.2: Mapa de localización de Isla Decepción	19
Figura 2.3: Ruinas de la Base Chilena tras las erupciones de 1967-1970	21
Figura 2.4: Corte geológico desde el Paso de Drake a la Península Antártica	23
Figura 2.5: Mapa de la REGID y la RENID en Isla Decepción	25
Figura 3.1: Clasificación de las Tecnología Inalámbricas	28
Figura 3.2: Modelo OSI y Familia de protocolos 802.11	29
Figura 3.3: Logotipo de la Wi-Fi Alliance	32
Figura 3.4: Iconos de certificación Wi-Fi	33
Figura 3.5: Distribución de canales DSSS en la banda 2,4 GHz.....	34
Figura 3.6: Ejemplo de red con dispositivos inalámbricos.....	36
Figura 3.7: Esquema de red en modo Ad-Hoc.....	37
Figura 3.8: Esquema de red en modo Infraestructura.....	38
Figura 4.1: Esquema de la REGID-W	44
Figura 4.2: Estudio de visibilidad desde COLA	46
Figura 4.3: Estudio de visibilidad desde GEOD.....	47
Figura 4.4: Estudio de visibilidad desde BEGC	48
Figura 4.5: Estudio de visibilidad desde BARG	49
Figura 4.6: Estudio de visibilidad desde FUMA	50
Figura 4.7: Estudio de visibilidad desde UCA1	51
Figura 4.8: Estudio de visibilidad desde TELE	52
Figura 4.9: Estudio de visibilidad desde BOMB.....	53
Figura 4.10: Estudio de visibilidad desde CR70	54
Figura 4.11: Estudio de visibilidad desde PEND	55
Figura 4.12: Estudio de visibilidad desde GLAN	56

Figura 4.13: Estudio de visibilidad desde BALL	57
Figura 4.14: Cobertura con Nodos repetidores en vértices de la REGID	60
Figura 4.15 Estudios de visibilidad para la ubicación de Nodos repetidores	62
Figura 4.16: Zonas de Fresnel	65
Figura 4.17: Representación de la primera zona de Fresnel y el despejamiento	66
Figura 4.18: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace BEGC-BARG	67
Figura 4.19: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace BEGC-FUMA	68
Figura 4.20: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace BEGC-UCA1	68
Figura 4.21: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace BEGC-BOMB	69
Figura 4.22: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace BEGC-CR70	69
Figura 4.23: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace BEGC-GLAN	70
Figura 4.24: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace UCA1-COLA	70
Figura 4.25: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace UCA1-GEOD	71
Figura 4.26: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace UCA1-PEND	71
Figura 4.27: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace COLA-BALL	72
Figura 4.28: Perfil del terreno y primera zona de Fresnel del enlace PEND-TELE	73
Figura 5.1: Servidor Inalámbrico de Puerto Serie Moxa NPort W2150	77
Figura 5.2: Router Inalámbrico Senao / Engenius NET-EL-NOC-3220EXT	79
Figura 5.3: Stella Doradus SD27 Parabolic	80
Figura 5.4: Patrón de Radiación de la Stella Doradus SD27 Parabolic	80
Figura 5.5: Stella Doradus SD 24 3360 Omnidirectional	81
Figura 5.6: Patrón de Radiación de la Stella Doradus SD 24 3360 Omnidirectional	81
Figura 5.7: Stella Doradus SD 24 12015 Base Station	82
Figura 5.8: Patrón de Radiación de la Stella Doradus SD 24 12015 Base Station	82
Figura 5.9: Stella Doradus SD 24 3015 Base Station	83
Figura 5.10: Patrón de Radiación de la Stella Doradus SD 24 3015 Base Station	83
Figura 5.11: Esquema de montaje del Nodo Principal	84
Figura 5.12: Esquema de montaje de un Nodo Periférico	86
Figura 5.13: Esquema de montaje de un Nodo Repetidor con doble antena	87
Figura 5.14: Esquema del Balance de Potencia de una radioenlace	88
Figura 5.15: Router Senao / Engenius - Configuración vía Web en Modo Bridge	97
Figura 5.16: Router Senao / Engenius – Cambio de modo de operación	98
Figura 5.17: Router Senao / Engenius – Configuración vía Web en Modo AP	99
Figura 5.18: Router Senao / Engenius – Parámetros de Red	100
Figura 5.19: Router Senao / Engenius – Configuración Inalámbrica Básica	101

Figura 5.20: Router Senao / Engenius – Configuración Inalámbrica Avanzada	102
Figura 5.21: Router Senao / Engenius – Configuración de Seguridad Inalámbrica	103
Figura 5.22: Router Senao / Engenius – Configuración WDS	104
Figura 5.23: Router Senao / Engenius – Parámetros de Red.....	105
Figura 5.24: Configuración del HyperTerminal de Windows	106
Figura 5.25: Restaurar la configuración de fábrica desde la consola de comandos.....	107
Figura 5.26: Moxa NPort – Configuración vía Web.....	108
Figura 5.27: Moxa NPort – Configuración de la interfaz ethernet.....	109
Figura 5.28: Moxa NPort – Configuración Básica de la interfaz inalámbrica.....	110
Figura 5.29: Moxa NPort – Parámetros de Comunicación del Puerto Serie.....	111
Figura 5.30: Moxa NPort - Consola de Configuración vía Telnet	112
Figura 5.31: Moxa NPort - Consola de Configuración vía puerto serie	113
Figura 6.1: NPort Windows Driver Manager – Búsqueda de equipos	115
Figura 6.2: NPort Windows Driver Manager – Activación de puerto COM	116
Figura 6.3: Receptor GPS Trimble 5700.....	117
Figura 6.4: Consulta del estado de un Trimble 5700 a través de WinPan.....	119
Figura 6.5: Ejemplo de utilización de rsurvey	120
Figura 6.6: Ejemplo de utilización de rstatus	121
Figura 6.7: Trimble Data Transfer	122
Figura 6.8: Descarga de ficheros con Trimble Data Transfer	123
Figura 6.9: Receptor GPS Leica GX1230	124
Figura 7.1: Esquema de la red de pruebas	129
Figura 7.2: Pruebas realizadas en la Cañada Real Soriana.....	130
Figura 7.3: Ortofotografía del enlace con Puerto de la Cruz.....	132
Figura 7.4: Gráfica de nivel de señal de Network Stumbler en Puerto de la Cruz.....	133
Figura 7.5: Estado de la Conexión Inalámbrica en Puerto de la Cruz	135
Figura 7.6: Velocidad de Transferencia en modo 802.11b+g en Puerto de la Cruz.....	136
Figura 7.7: Velocidad de Transferencia en modo 802.11b en Puerto de la Cruz.....	137
Figura 7.8: Ortofotografía del enlace con Matamoros	138
Figura 7.9: Pruebas realizadas en Matamoros, con Segura de León al fondo.....	138
Figura 7.10: Gráfica de nivel de señal de Network Stumbler en Matamoros.....	139
Figura 7.11: Estado de la Conexión Inalámbrica en Matamoros	141
Figura 7.12: Velocidad de Transferencia en modo 802.11b+g en Matamoros.....	142
Figura 7.13: Velocidad de Transferencia en modo 802.11b en Matamoros.....	143

Índice de Tablas

Tabla 2.1: Coordenadas de las estaciones de la REGID sobre el elipsoide WGS-84	26
Tabla 3.1: Familia de Protocolos IEEE 802.11	31
Tabla 3.2: Relación de canales DSSS en la banda 2,4 GHz	34
Tabla 4.1 Pérdidas Básicas de Propagación de los radioenlaces de la REGID-W	64
Tabla 4.2 Pérdidas adicionales por Difracción de los radioenlaces de la REGID-W	73
Tabla 5.1: Balance de Potencia para los enlaces ascendentes de BEGC	89
Tabla 5.2: Balance de Potencia para los enlaces descendentes de BEGC	90
Tabla 5.3: Balance de Potencia para los enlaces ascendentes de UCA1	91
Tabla 5.4: Balance de Potencia para los enlaces descendentes de UCA1	91
Tabla 5.5: Balance de Potencia para los enlaces COLA-BALL	92
Tabla 5.6: Balance de Potencia para los enlaces PEND-TELE	93
Tabla 5.7 Tabla de asignación de direcciones IP de la REGID-W	95
Tabla 7.1: Resultados del ping en Puerto de la Cruz	135
Tabla 7.2: Resultados del ping en Puerto de la Cruz	141

