

**MANUAL DE ENTRENAMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS
EQUIPOS DE VHF DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES**

**José Andrés Porras Delgado
Omar Elías Sánchez Trisancho**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
BUCARAMANGA
2017**

**MANUAL DE ENTRENAMIENTO PARA LA CONFIGURACION DE LOS
EQUIPOS DE VHF DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES**

**José Andrés Porras Delgado
Omar Elías Sánchez Trisancho**

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero electrónico

M.Sc. Alex Alberto Monclou Salcedo

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
BUCARAMANGA**

2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 5 de Diciembre de 2017

Dedicaciones primeramente a Dios, a nuestras familias por su apoyo y a nuestros profesores por su acompañamiento que ayudó al cumplimiento de esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo de grado queremos agradecer primeramente a Dios por permitirnos cumplir con esta meta, al Ingeniero Alex Alberto Monclou Salcedo por su apoyo incondicional y acompañamiento a lo largo de nuestro pregrado y durante la construcción de este manual.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 GENERAL	17
1.2 ESPECIFICOS	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 PROPAGACIÓN	18
2.1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	18
2.1.3 ONDAS DE RADIO	19
2.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	20
2.2.1 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA	21
2.2.1.1 MODELO DE USO COMÚN	22
2.2.2 RÉGIMEN LEGAL PARA EL ESPECTRO	22
2.2.2.1 AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO-ANE	23
2.3 RADIO ENLACE	24
2.3.1 RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO	26
2.3.2 RADIO ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO	26
2.3.3 RADIO ENLACE MULTIPUNTO A MULTIPUNTO	27
2.4 DUPLEXER	27
3. METODOLOGÍA	29
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.2 INSTRUMENTOS	29
3.3 PROCEDIMIENTO	30
3.3.1 <i>Diseñar e implementar un enlace de radio frecuencia en la banda de VHF mediante los equipos Motorola DRG-6175, DEM500 y DGP8550</i>	30
3.3.2 <i>Identificar la longitud de una antena tipo látigo para diferentes frecuencias</i>	34
3.3.3 <i>Realizar mediciones de potencia mediante el vatímetro de Bird Technologies</i>	34
3.3.4 <i>Diseñar las guías de entrenamiento utilizando los equipos Motorola</i>	35
3.3.5 <i>Desarrollar pruebas con el duplexer SINCLAIR-Q2220E.</i>	35
3.3.6 ADJUNTO AL CONTENIDO DEL PROYECTO	36
ANEXOS-PRACTICAS	37
ANEXO 1. RECONOCIMIENTO DEL RADIO PORTÁTIL DGP8550 DE LA MARCA MOTOROLA.	37
ANEXO 2. RECONOCIMIENTO DEL RADIO BASE MOVIL DEM 500 DE LA MARCA MOTOROLA	52
ANEXO 3. RECONOCIMIENTO DEL REPETIDOR DGR-6175 DE LA MARCA MOTOROLA, EL DUPLEXER SYS15332 DE SYSCOM Y EL DUPLEXER Q2220E DE SINCLAIR TECHNOLOGIES	66
ANEXO 4. RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO CON RADIOS PORTATILES DGP-8550	82
ANEXO 5. RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO CON RADIO BASE MÓVIL MOTOROLA DEM500	98
ANEXO 6. RADIO ENLACE CON REPETIDOR DGR 6175	116
CONCLUSIONES	144
BIBLIOGRAFIA	145

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Propagación de las ondas de radio de frecuencia mayor a 30MHz.	19
Ilustración 2. Espectro Radioeléctrico.....	20
Ilustración 3. Radio enlace.	25
Ilustración 4. Enlace punto a punto.	26
Ilustración 5. Enlace Punto a Multipunto.....	26
Ilustración 6. Enlace Multipunto a Multipunto.....	27
Ilustración 7. Duplexer de la marca Sinclair.	28
Ilustración 8. Diagrama de conexión repetidor-antena fantasma.....	32
Ilustración 9. Diagrama de conexión repetidor-antena G6.....	32
Ilustración 10. Radios del laboratorio de telecomunicaciones.....	33
Ilustración 11. Vista del analizador del espectro.	33
Ilustración 12. Secciones antena G6.	35
Ilustración 13. Diagrama de conexión duplexer-vatímetro.	36
Ilustración 14. Radio DGP8550.....	37
Ilustración 15. Partes radio DGP8550.	39
Ilustración 16. Remover escudo del conector universal.	43
Ilustración 17. Conexión cable PMKN4012B.....	43
Ilustración 18. Encendido radio DGP8550.....	44
Ilustración 19. Acceso al software MOTOTRBO CPS.	44
Ilustración 20. Inicio MOTOTRBO CPS.....	45
Ilustración 21. Indicador de progreso de lectura.	45
Ilustración 22. Información interna del radio DGP8550.	46
Ilustración 23. Información del dispositivo.....	47
Ilustración 24. Funciones del dispositivo.	47
Ilustración 25. Uso de memoria del paquete de idioma.....	48
Ilustración 26. Configuración general.	48
Ilustración 27. Configuración general-menús.	49
Ilustración 28. Ayuda de la ventana.....	49
Ilustración 29. Ayuda de la ventana.....	50
Ilustración 30. Iconos de configuración.	50
Ilustración 31. Indicador de progreso escritura.	51
Ilustración 32. Escritura al dispositivo completada.	51
Ilustración 33. Radio DEM500.....	52
Ilustración 34. Partes radio DEM500.....	53
Ilustración 35. Fuente de alimentación ASTRON RS-20A.....	57
Ilustración 36. Retirar el micrófono.	57
Ilustración 37. Conexión cable PMKN4147A.....	58
Ilustración 38. Encendido radio DEM500.....	58
Ilustración 39. Acceso al software MOTOTRBO CPS.	59
Ilustración 40. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.	59
Ilustración 41. Indicador de progreso de lectura.	60
Ilustración 42. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.	60

Ilustración 43. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.	61
Ilustración 44. Funciones del dispositivo.	61
Ilustración 45. Memoria del radio.....	62
Ilustración 46. Configuración general.	62
Ilustración 47. Configuración general-menús.	63
Ilustración 48. Ayuda de la ventana.....	63
Ilustración 49. Carpetas del radio DEM500.....	64
Ilustración 50. Iconos de configuración.	64
Ilustración 51. Indicador de progreso escritura.	65
Ilustración 52. Escritura al dispositivo completada.	65
Ilustración 53. Repetidor DGR6175.....	67
Ilustración 54. Panel frontal REPETIDOR DGR-6175.	67
Ilustración 55. Parte posterior del equipo repetidor DGR6175.	68
Ilustración 56. Duplexer SYS15332.....	69
Ilustración 57. Duplexer Q2220E.....	70
Ilustración 58. Encendido y conexión repetidor DGR6175.	71
Ilustración 59. Acceso al software MOTOTRBO CPS.	72
Ilustración 60. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.	72
Ilustración 61. Indicador de progreso de lectura.	72
Ilustración 62. Información interna del repetidor DGR6175.	73
Ilustración 63. Información del dispositivo.	73
Ilustración 64. Funciones del dispositivo.	74
Ilustración 65. Configuración general.	74
Ilustración 66. Configuración general-menús.	75
Ilustración 67. Ayuda de la ventana.....	75
Ilustración 68. Ayuda de la ventana.....	76
Ilustración 69. Iconos de configuración.	76
Ilustración 70. Indicador de progreso escritura.	76
Ilustración 71. Escritura al dispositivo completada.	77
Ilustración 72. Conexión del duplexer SYS15332.	77
Ilustración 73. Ajuste para conexión al duplexer.....	78
Ilustración 74. Cable BNC al duplexer.	78
Ilustración 75. Cable BNC y antena G6.....	79
Ilustración 76. Conexiones del duplexer, el repetidor y antena G6.....	79
Ilustración 77. Cable de conexiones para low pass.....	80
Ilustración 78. Uniones para conexión al repetidor.....	80
Ilustración 79. Conexión del cable a la antena G6.	81
Ilustración 80. Enlace punto a punto con radios DGP8550.....	82
Ilustración 81. Analizador de espectro GSP-830, panel frontal.	84
Ilustración 82. Analizador de espectro GSP-830, conexiones.....	84
Ilustración 83. Remover escudo de conector universal.	85
Ilustración 84. Conexión cable PMKN4012B.	85
Ilustración 85. Encendido radio DGP8550.....	86
Ilustración 86. Acceso al software.....	86

Ilustración 87. Inicio MOTOTRBO CPS.....	87
Ilustración 88. Indicador de progreso de lectura.....	87
Ilustración 89. Información del dispositivo.....	88
Ilustración 90. Zone1.....	88
Ilustración 91. Agregar un canal.....	89
Ilustración 92. Ubicación del nuevo canal.....	89
Ilustración 93. Canal1.....	90
Ilustración 94. Mensajes de texto predeterminados.....	90
Ilustración 95. Escribir.....	91
Ilustración 96. Indicador de progreso escritura.....	91
Ilustración 97. Escritura al dispositivo completada.....	92
Ilustración 98. Clonar.....	92
Ilustración 99. Dispositivos conectados para clonar.....	93
Ilustración 100. Indicador de progreso.....	93
Ilustración 101. Clonación completada.....	94
Ilustración 102. Mando selector de canal.....	94
Ilustración 103. Botón PTT.....	95
Ilustración 104. Analizador de espectro GSP 830.....	95
Ilustración 105. Ajuste de frecuencias.....	96
Ilustración 106. Señal en el analizador de espectro.....	97
Ilustración 107. Peak search.....	97
Ilustración 108. Encendido del radio DEM500.....	99
Ilustración 109. Retirar el micrófono.....	99
Ilustración 110. Conexión cable de configuración PMKN4147A.....	100
Ilustración 111. Acceso al software.....	100
Ilustración 112. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.....	101
Ilustración 113. Indicador de progreso de lectura.....	101
Ilustración 114. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.....	102
Ilustración 115. Añadir un canal.....	102
Ilustración 116. Nombre del canal.....	103
Ilustración 117. Características del canal.....	103
Ilustración 118. Ancho de banda de canal.....	104
Ilustración 119. Configuración recepción y transmisión.....	105
Ilustración 120. Escribir.....	105
Ilustración 121. Indicador de progreso escritura.....	106
Ilustración 122. Escritura al dispositivo completada.....	106
Ilustración 123. Clonar.....	107
Ilustración 124. Dispositivos conectados para clonar.....	107
Ilustración 125. Indicador de progreso.....	108
Ilustración 126. Clonación completada.....	108
Ilustración 127. Analizador de espectro GSP 830.....	110
Ilustración 128. Ajuste de frecuencias.....	110
Ilustración 129. Señal en el analizador de espectro.....	111
Ilustración 130. Peak search.....	112

Ilustración 131. Esquema de enlace con repetidor.....	118
Ilustración 132. Remover escudo del conector universal.....	119
Ilustración 133. Conexión cable PMKN4012B.....	119
Ilustración 134. Encendido radio DGP8550.....	120
Ilustración 135. Acceso al software.....	120
Ilustración 136. Inicio MOTOTRBO CPS.....	121
Ilustración 137. Zone1.....	121
Ilustración 138. Agregar un canal.....	122
Ilustración 139. Ubicación del nuevo canal analógico.....	122
Ilustración 140. Canal1.....	123
Ilustración 141. Escribir.....	123
Ilustración 142. Escritura al dispositivo completada.....	124
Ilustración 143. Clonar.....	124
Ilustración 144. Dispositivos conectados para clonar.....	125
Ilustración 145. Clonación completada.....	125
Ilustración 146. Encendido del radio DEM500.....	126
Ilustración 147. Retirar el micrófono.....	126
Ilustración 148. Conexión cable de configuración PMKN4147A.....	127
Ilustración 149. Acceso al software.....	127
Ilustración 150. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.....	128
Ilustración 151. Añadir un canal.....	128
Ilustración 152. Nombre del canal.....	129
Ilustración 153. Características del canal.....	129
Ilustración 154. Ancho de banda de canal.....	130
Ilustración 155. Configuración recepción y transmisión.....	131
Ilustración 156. Escribir.....	131
Ilustración 157. Escritura al dispositivo completada.....	132
Ilustración 158. Clonar.....	132
Ilustración 159. Dispositivos conectados para clonar.....	133
Ilustración 160. Clonación completada.....	133
Ilustración 161. Encendido y conexión del repetidor DGR6175.....	134
Ilustración 162. Acceso al software MOTOTRBO CPS.....	134
Ilustración 163. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.....	135
Ilustración 164. Ajuste de frecuencias.....	135
Ilustración 165. Escribir.....	136
Ilustración 166. Escritura al dispositivo completada.....	136
Ilustración 167. Conexión duplexer Q2220E.....	137
Ilustración 168. Conexión LOW PASS a TX.....	137
Ilustración 169. Conexión HIGH PASS a RX.....	138
Ilustración 170. Conexión ANTENNA a antena G6.....	138
Ilustración 171. Conexión del vatímetro con carga fantasma.....	139
Ilustración 172. Conexión del vatímetro con antena G6.....	140
Ilustración 173. Secciones antena G6.....	141
Ilustración 174. Analizador de espectro GSP 830.....	142

Ilustración 175. Ajuste de frecuencias.	142
Ilustración 176. Señal en el analizador de espectro.....	143

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ajuste de frecuencias para antena 5/8 VHF 3dB.....	31
Tabla 2: Ajuste de frecuencias para antena G6.....	31
Tabla 3: Bandas libres en el espectro radioelectrico para Colombia	83
Tabla 4: Dimensiones y Frecuencias para antena 5/8 VHF 3dB.....	104
Tabla 5: Dimensiones y Frecuencias para antena 5/8 VHF 3dB.....	130
Tabla 6: Dimensiones y Frecuencias para antena G6.....	141

GLOSARIO

VHF: Very High Frequency

UHF: Ultra High Frequency

dB: Decibeles

dBm: Decibeles referidos a un milivatio

RF: Radiofrecuencia

PTT: Push-To-Talk

MHz: Megahercio equivalente a un millón de hercios

KHz: Kilohercio equivalente a mil hercios

Tx: Transmisión

Rx: Recepción

GPS: Global Positioning System

DTMF: Dual-Tone Multi-Frequency

RSSI: Received Signal Strength Indicator

USB: Universal Serial Bus

IP: Internet Protocol

TDMA: Time Division Multiple Access

AC: Alternating Current

DC: Direct Current

GND: Ground

W: Vatios

P.R.A.: Potencia Radiada Aparente

MinTIC: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia

RPT: Repetidor

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: MANUAL DE ENTRENAMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE VHF DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES

AUTOR(ES): JOSÉ ANDRÉS PORRAS DELGADO
OMAR ELÍAS SANCHEZ TRISTANCHO

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): ALEX ALBERTO MONCLOU SALCEDO

RESUMEN

El proyecto está enfocado en desarrollar un manual de entrenamiento de los equipos de VHF (Very High Frequency) con los que cuenta el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, el cual le permite al lector conocer paso a paso la configuración y la implementación de un enlace en radiofrecuencia con equipos usados en la industria involucrando elementos como antenas, radio bases, radios portátiles, software de configuración, uso de duplexores e instrumentos de medida como el vatímetro y el analizador de espectro.

PALABRAS CLAVE:

Radio enlace VHF, vatímetro, analizador de espectro, sistema repetidor

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: TRAINING MANUAL FOR THE CONFIGURATION OF VHF EQUIPMENT OF THE TELECOMMUNICATION LABORATORY.

AUTHOR(S): JOSÉ ANDRÉS PORRAS DELGADO
OMAR ELÍAS SANCHEZ TRISTANCHO

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: ALEX ALBERTO MONCLOU SALCEDO

ABSTRACT

The project is focused on a training manual for VHF (very high frequency) equipment with the telecommunication laboratory of the Pontifical Bolivarian University of Bucaramanga, a radiofrequency link with equipment used in industry that involves elements such as antennas, mobile radios, portable radios, configuration software, use of duplexes and measurement instruments such as wattmeter and spectrum analyzer.

KEYWORDS:

VHF radio link, wattmeter, spectrum analyzer, repeater system

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Durante la formación del estudiante de ingeniería electrónica se logra un buen conocimiento teórico y de diseño con el uso de instrumentos electrónicos, tópicos que se complementan con el desarrollo de prácticas mediante los módulos didácticos que se encuentran en los laboratorios de la facultad. Para el caso de telecomunicaciones se tiene poca experiencia en la parte operativa y logística en temas tecnológicos y se planteó que, para ganar experiencia en dichos temas, era necesario implementar un manual de entrenamiento para el manejo de los equipos comerciales usados en telecomunicaciones.

La facultad de ingeniería electrónica adquirió un sistema para un enlace de radio frecuencia en la banda de VHF en un rango de frecuencias de 144 MHz hasta 165 MHz y el proyecto está orientado hacia la creación de una herramienta de aprendizaje y entrenamiento de dichos equipos, tomando en cuenta el impacto y la necesidad de las telecomunicaciones en todo campo.

Para los estudiantes de ingeniería electrónica los laboratorios son una pieza importante en su aprendizaje el cual será aplicado en su vida profesional y con el desarrollo de este proyecto, se entrenarán en el diseño, operación hardware y software de sistemas de radiocomunicaciones.

Debido a lo extenso del tema sólo se presentará información en su forma más general. Quedará así presentada dentro de este documento la información que a criterio nuestro se considera trascendental según los objetivos planteados.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Desarrollar un manual de entrenamiento para la configuración y programación de enlaces de radiofrecuencia en la banda VHF.

1.2 ESPECIFICOS

- Establecer un enlace de radio frecuencia en la banda de VHF mediante los equipos Motorola DRG-6175, DEM500-VHF45W y DGP8550.
- Identificar la longitud de una antena tipo látigo para diferentes frecuencias.
- Realizar mediciones de potencia mediante el vatímetro de Bird Technologies, modelo 4304A.
- Diseñar las guías de entrenamiento utilizando los equipos Motorola.
- Desarrollar pruebas con el duplexer SINCLAIR-Q2220E.

2. MARCO TEÓRICO

“La importancia del sector de las telecomunicaciones en las últimas décadas, y su participación creciente dentro de las economías nacionales, ha incrementado la preocupación de los entes reguladores en términos de la eficiencia en la asignación y uso del espectro. Las decisiones que se tomen sobre este tema, en particular la contraprestación económica por el recurso radioeléctrico y su forma de pago, pueden tener consecuencias importantes para el bienestar de la sociedad”¹.

Este manual aborda temas relacionados con las telecomunicaciones para la realización de radioenlaces en la banda de VHF y la configuración de los equipos con los que cuenta el laboratorio de telecomunicaciones.

Algunos de los temas principales que se abordan en este manual son: propagación, radioenlaces, espectro radioeléctrico, medios de transmisión, ondas de radio y aspecto legal.

2.1 PROPAGACIÓN

La propagación consiste en generar ondas de radio y con ayuda de un medio transmisor dirigirlas hacia un medio receptor que capturará la onda y donde por medio de una etapa de decodificación, se extraerá el mensaje enviado desde el punto de origen, la señal irradiada utiliza como medio de transporte la atmosfera terrestre que a su vez ejerce un efecto atenuante en la señal por lo que dentro de los cálculos de potencia se debe incluir no solo está perdida sino además las demás pérdidas causadas por los fenómenos a los que se exponen las ondas al ser transmitidas².

2.1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

“Son los encargados de unir entre sí los diferentes elementos del sistema, es decir, unen entre sí a las centrales y a esas con los terminales. La información que se requiere transmitir viaja por el medio de transmisión”³.

El medio físico puede condicionar la distancia, velocidad de transferencia, topología y el método de acceso. Los principales medios de transmisión pueden ser:

¹ CASTRO, Felipe. Eficiencia económica de la renovación de las licencias de telefonía móvil en Colombia. 2015, p. 3

² W. Tomasi, «Sistemas de Comunicaciones Electrónicas,» de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Cuarta Edición ed., Phoenix, Prentice Hall, 2003, p. 359

³ LUNA, Antonio Pérez. *PCPI. Instalaciones de telecomunicaciones*. Editorial Paraninfo, 2012, p. 7

- Guiados, cuando las ondas se transmiten confinándolas a lo largo de un camino (medio) físico como por ejemplo un cable.
- No guiados (inalámbricos), la propagación de la señal se hace a través del aire, el mar o el espacio.

Los principales medios guiados emplean cobre y fibra óptica:

- El par trenzado
- El cable coaxial
- El cable de fibra óptica

Los principales medios no guiados son los enlaces radios y microondas para redes inalámbricas⁴.

2.1.3 ONDAS DE RADIO

“Las ondas de radio se utilizan para transmitir información a grandes distancias a través del espectro radioeléctrico. El alcance y ancho de banda de las ondas de radio dependerá de la frecuencia utilizada. Por regla general a mayor frecuencia más ancho de banda pero menos alcance y viceversa. Cuando se utilizan medios de transmisión no guiados es necesario la utilización de antenas tanto transmisoras como receptoras”⁵.

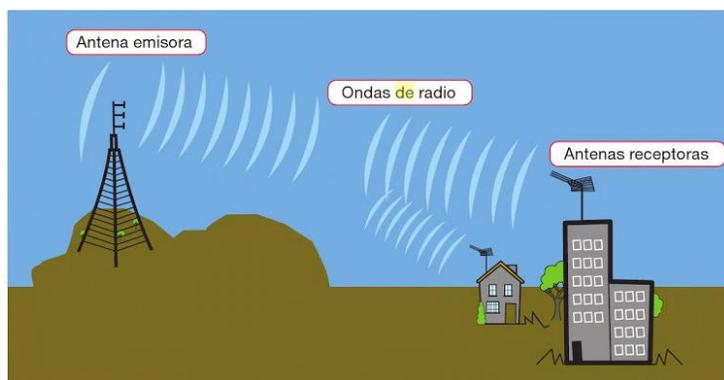


Ilustración 1. Propagación de las ondas de radio de frecuencia mayor a 30MHz.

Fuente: LUNA, Antonio Pérez. PCPI. Instalaciones de telecomunicaciones. Editorial Paraninfo, 2012, p. 11.

⁴ FERNÁNDEZ BARCELL, Manuel. Medios de transmisión. 2014, p. 1.

⁵ LUNA, Antonio Pérez. PCPI. Instalaciones de telecomunicaciones. Editorial Paraninfo, 2012, p. 11.

2.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El espectro radioeléctrico es una parte del espectro electromagnético que ocupa las bandas de frecuencia correspondientes a los servicios de telecomunicaciones, que según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) van desde una frecuencia de 3 KHz hasta 3.000 GHz, divididas en nueve bandas de frecuencia de acuerdo con el tipo de servicio (Mansilla, 1996). El espectro es un recurso escaso, puesto que debe dividirse entre los operadores y brindar acceso no solo a servicios tradicionales como televisión, radio, celular e internet, sino también a servicios como la seguridad y defensa para el país, lo cual muestra la importancia de su asignación y uso⁶.

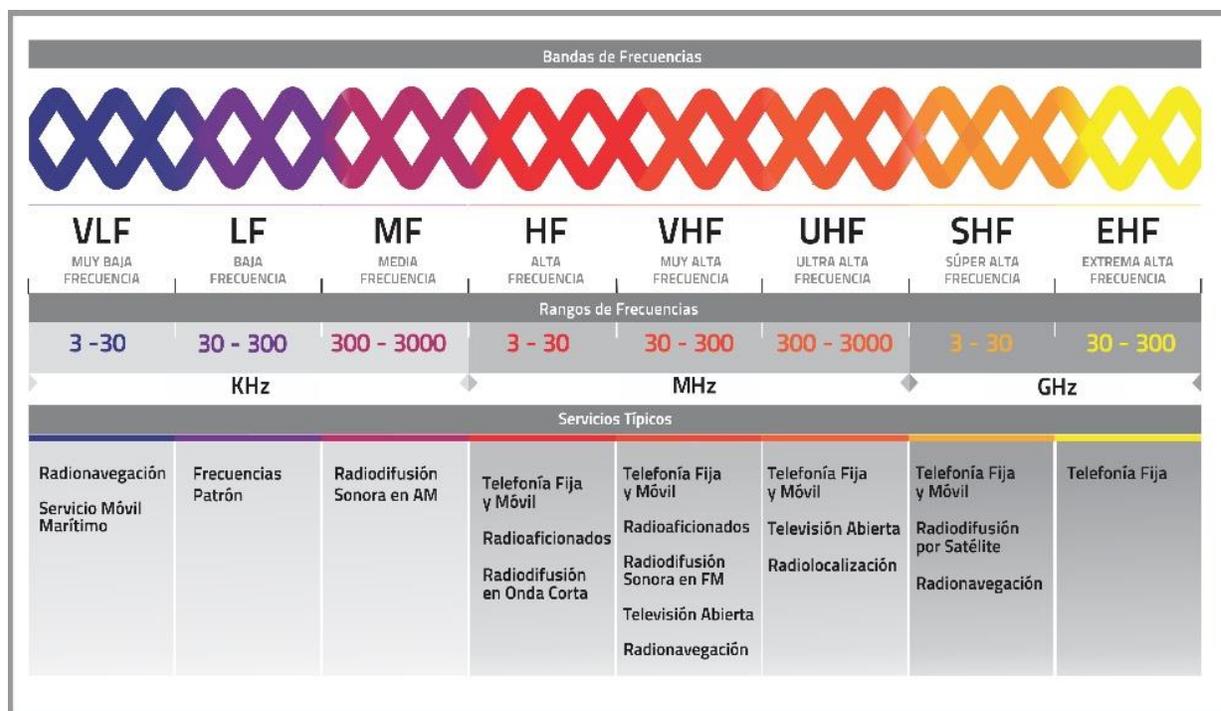


Ilustración 2. Espectro Radioeléctrico.

Fuente: <https://i1.wp.com/www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2014/10/Bandas-de-Frecuencias-Final.jpg?resize=1024%2C571>

“El espectro entonces se configura como un recurso valioso, finito e indispensable para la prestación de un servicio de telecomunicaciones. En este sentido, el Estado

⁶ MUÑOZ, Ernesto Cadena; BLANCO, Hermes Javier Eslava; CALDERÓN, José Alejandro Franco. Gestión del espectro radioeléctrico en Colombia. *Revista Tecnura*, 2015, vol. 19, no 45, p. 159-174.

como administrador de este bien debe propender por su asignación y administración buscando siempre el bienestar para la sociedad”⁷.

2.2.1 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA⁸

El espectro, por tratarse de un bien, forma parte del conjunto de elementos que hacen parte de las redes, de los medios o de las infraestructuras con las cuales se realiza la comunicación electrónica a distancia. La Ley 1341 mantiene inalterada la organización del espectro radioeléctrico como parte de las redes de telecomunicaciones, en tanto que reconoce la aplicación y sometimiento del ordenamiento nacional a las normas, principios y definiciones adoptadas por los organismos o entidades internacionales de los cuales hace parte Colombia.

En los últimos años se ha presentado un incremento en la demanda de espectro radioeléctrico, como consecuencia, del vertiginoso desarrollo tecnológico en los diferentes sectores de la economía y la digitalización de las redes y los servicios de telecomunicaciones, que han llevado a algunos administradores a evaluar otros mecanismos o modelos de gestión del espectro, que permitan al administrador una mayor flexibilización en la gestión y control de este, y que, a la vez, con el fin de lograr un mayor aprovechamiento de este recurso para beneficio de la sociedad en general, posibilite una flexibilización sobre la utilización que le puede dar el usuario a este recurso, al tiempo que garantice un uso eficiente y libre de interferencia del espectro radioeléctrico.

Hasta el momento se han identificado tres modelos principales de gestión del espectro en el ámbito internacional:

- 1) El administrador gestiona, administra y controla el espectro radioeléctrico en una forma similar como se ha hecho en los últimos ochenta años. Este se conoce como el Modelo de Comando y Control.
- 2) Las fuerzas de la oferta y de la demanda del mercado influyen en la toma de decisiones sobre la gestión del espectro radioeléctrico y las licencias expedidas para el uso del espectro radioeléctrico son definidas con criterios económicos y dentro de los límites establecidos por el administrador. Este se conoce como Modelo Orientado al Mercado.
- 3) Nadie controla quién usa el espectro, pero las restricciones de niveles de potencia de transmisión y otros mecanismos restringen los usos del espectro para reducir la probabilidad de interferencia. Este se conoce como Modelo de Uso Común o Modelo de Uso no Licenciado.

⁷ CASTRO, Felipe. Eficiencia económica de la renovación de las licencias de telefonía móvil en Colombia. 2015,p. 3

⁸ © República de Colombia – Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Agencia Nacional del Espectro, Manual de gestión nacional del espectro radioeléctrico “Fundamentos de gestión del espectro radioeléctrico”, 2012.

2.2.1.1 MODELO DE USO COMÚN⁹

El origen de este modelo se enmarca en aquella parte del espectro atribuida por las distintas administraciones, a título secundario, para la operación sobre una base de no interferencia y no protección de interferencia, para su libre utilización por parte del público en general. A este espectro se lo conoce también como espectro no licenciado.

Se enfoca en la reducción o eliminación total de las restricciones sobre los servicios y tecnologías asociadas a los derechos de uso del espectro, aunque podrían subsistir algunas restricciones impuestas por el mismo mercado, particularmente para controlar niveles de potencia de transmisión tendientes a reducir la probabilidad de interferencia y hacer viable la prestación eficiente de los diferentes servicios de radiocomunicaciones. En general, cualquier regla que exista, la define el propio mercado.

El acceso al espectro es libre, como es también la libre competencia, la negociación entre los usuarios del espectro. Para operar, el usuario no requeriría de una asignación de bandas de frecuencia específica, licencia o autorización y, en consecuencia, no existen derechos de uso del espectro bien definidos, ya que el recurso se entiende como recurso común.

2.2.2 RÉGIMEN LEGAL PARA EL ESPECTRO¹⁰

La nueva ley de tecnologías de la información y las comunicaciones es una norma sin precedentes en la historia jurídica colombiana, toda vez que constituye la primera vez que el legislador ordinario se ocupa de estructurar un régimen relativamente integral sobre el espectro destinado a las tecnologías de comunicación. En efecto, las normas legales anteriores si bien contenían normas relativas al espectro, su tratamiento era tangencial, parcial o simplemente accesorio al establecimiento de las normativas sobre las redes y los servicios de telecomunicación, conceptos sobre los que anteriormente giraba la política de intervención estatal.

Por el contrario, a partir de la Ley 1341, la norma le reconoce una entidad propia al espectro radioeléctrico, claramente independiente al régimen de los servicios y las redes de telecomunicación, aunque reconociendo la estrecha relación que pueden tener con el mencionado espectro. Esta sola circunstancia demuestra la

⁹ © República de Colombia – Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Agencia Nacional del Espectro, Manual de gestión nacional del espectro radioeléctrico “Fundamentos de gestión del espectro radioeléctrico”, 2012.

¹⁰ © República de Colombia – Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Agencia Nacional del Espectro, Manual de gestión nacional del espectro radioeléctrico “Fundamentos de gestión del espectro radioeléctrico”, 2012.

importancia de la reciente reforma legislativa y el valor que tiene dentro de la nueva organización del sector de las TIC.

Tal como se mencionó anteriormente, el espectro radioeléctrico es uno de los ejes centrales sobre los que gira la nueva legislación, tanto desde el punto de vista institucional como funcional. Para tal propósito, la Ley 1341 reorganizó y distribuyó las funciones de intervención estatal sobre el espectro radioeléctrico entre las diversas autoridades del sector, al tiempo que ordenó la creación de una nueva entidad pública, también sin antecedentes en la historia del país, dedicada única y exclusivamente a participar en los estudios, en los planes, y a asistir en la formulación de las políticas públicas y en la vigilancia y control sobre las frecuencias radioeléctricas, denominada Agencia Nacional del Espectro (ANE).

2.2.2.1 AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO-ANE¹¹

La Agencia Nacional del Espectro es la entidad que se encarga de planear estratégicamente el uso del espectro radioeléctrico, así como su vigilancia y control en todo el territorio nacional colombiano.

Funciones

La Agencia Nacional del Espectro tendrá, entre otras, las siguientes funciones:

1. Asesorar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el diseño y formulación de políticas, planes y programas relacionados con el espectro radioeléctrico.
2. Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes, cuando sea del caso.
3. Estudiar y proponer, acorde con las tendencias del sector y las evoluciones tecnológicas, esquemas óptimos de vigilancia y control del espectro radioeléctrico, incluyendo los satelitales, con excepción a lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política y conforme a la normatividad vigente.
4. Ejercer la vigilancia y control del espectro radioeléctrico, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.
5. Realizar la gestión técnica del espectro radioeléctrico.

¹¹ Agencia Nacional del Espectro, MinTIC [en línea], 12 de febrero de 2014, [revisado 12 de septiembre 2017]. Disponible en internet: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-6179.html>

6. Investigar e identificar las nuevas tendencias nacionales e internacionales en cuanto a la administración, vigilancia y control del espectro.
7. Estudiar y proponer los parámetros de valoración por el derecho al uso del espectro radioeléctrico y la estructura de contra-prestaciones.
8. Notificar ante los organismos internacionales las interferencias detectadas por señales originadas en otros países, previa coordinación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
9. Apoyar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el establecimiento de estrategias para la participación en las diversas conferencias y grupos de estudio especializados de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales.
10. Adelantar las investigaciones a que haya lugar, por posibles infracciones al régimen del espectro definido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como imponer las sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.
11. Ordenar el cese de operaciones no autorizadas de redes, el de-comiso provisional y definitivo de equipos y demás bienes utilizados para el efecto, y disponer su destino con arreglo a lo dispuesto en la Ley, sin perjuicio de las competencias que tienen las autoridades Militares y de Policía para el decomiso de equipos.
12. Actualizar, mantener y garantizar la seguridad y confiabilidad de la información que se genere de los actos administrativos de su competencia.
13. Las demás que por su naturaleza le sean asignadas o le correspondan por Ley.

2.3 RADIO ENLACE¹²

Un radio enlace es cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Además, si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características.

Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una

¹² Ruesca Pedro, Radio Comunicaciones-Radio & Engineering [En Línea], 25 de Septiembre de 2016 , [Revisado 12 septiembre 2017], Disponible en internet: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>

capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Los radio enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal. Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, puntos altos de la topografía.

Para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región. Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

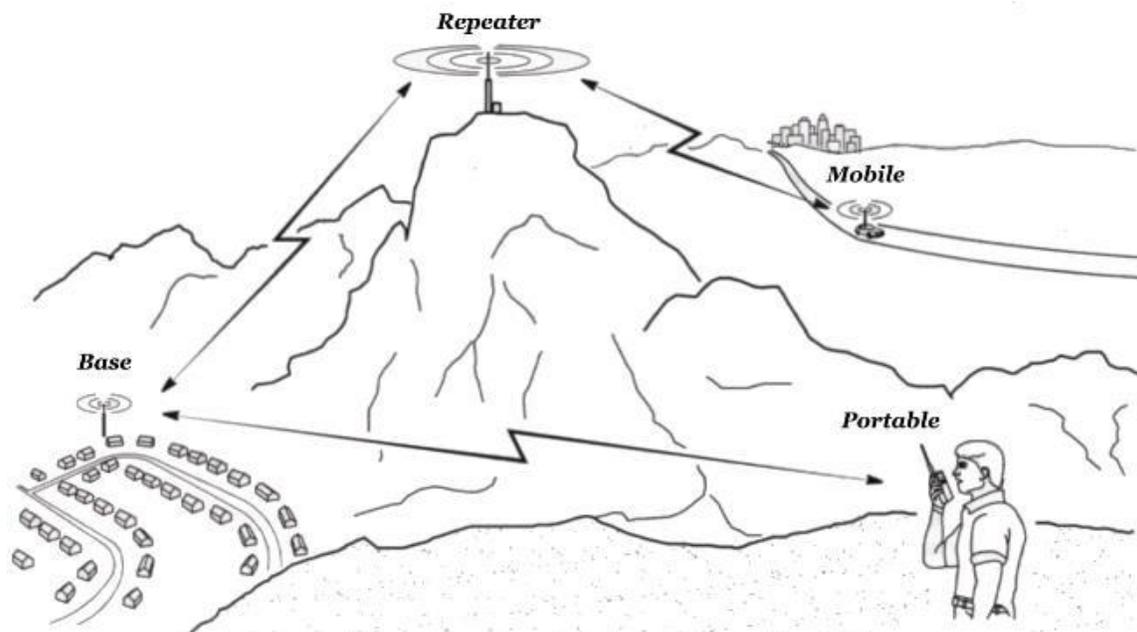


Ilustración 3. Radio enlace.

Fuente: CQ Blog. Disponible en internet: <http://cqham.blogspot.com.co/2013/01/repetidoras-rpt-link-echolink-satelites.html>

2.3.1 RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO

“Cuando un enlace de radio se compone de dos puntos, los cuales se apuntan entre sí para poder establecer la comunicación se denomina enlace punto a punto”¹³.

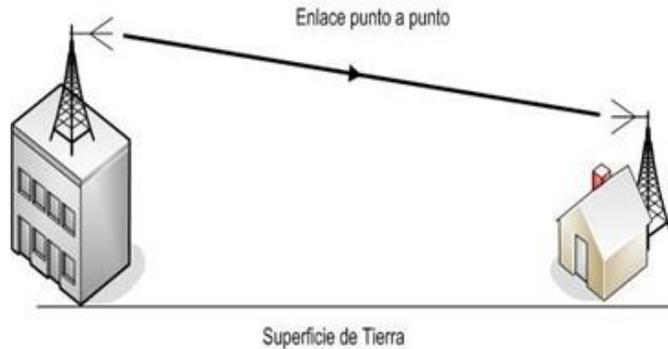


Ilustración 4. Enlace punto a punto.

Fuente: HERRERA MIENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014.

2.3.2 RADIO ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO

“Un enlace punto a multipunto se compone de un punto de acceso central, al cual se encuentran conectadas varias estaciones”¹⁴.

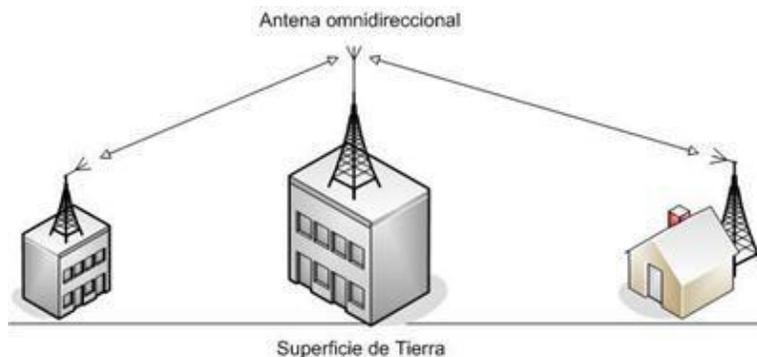


Ilustración 5. Enlace Punto a Multipunto.

Fuente: HERRERA MIENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014

¹³ HERRERA MIENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014.

¹⁴ HERRERA MIENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014.

“La antena omnidireccional se conoce como antena repetidora (RPT). La RPT consiste en una estación de radio autónoma ("desatendidas" o sin operador presente, salvo el caso de las RPT "atendidas"), ubicada en un lugar ventajoso desde el punto de vista de su cobertura; por ejemplo, un cerro (colina), la azotea de un edificio urbano o una torre de gran altura”¹⁵.

2.3.3 RADIO ENLACE MULTIPUNTO A MULTIPUNTO

“El enlace multipunto a multipunto, también denominado malla (mesh), es una red en la que todos los nodos se encuentran comunicados entre sí”¹⁶.

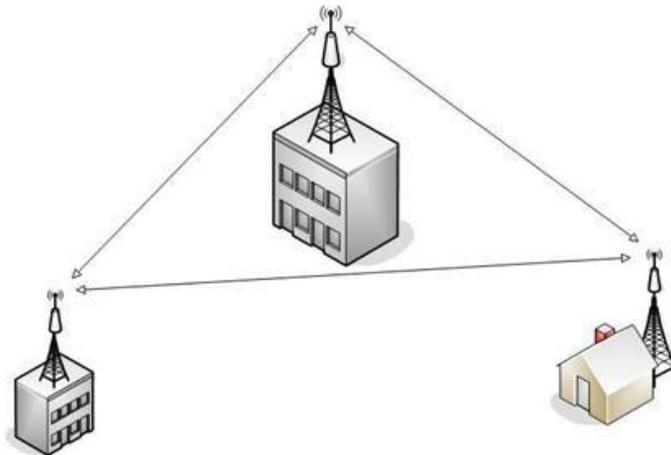


Ilustración 6. Enlace Multipunto a Multipunto.

Fuente: HERRERA MIENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014

2.4 DUPLEXER

Su función es permitir el paso de las frecuencias de transmisión y recepción por una misma antena conectada a un repetidor, sin que existan interferencias considerables entre ellas. Se encuentra conformado por dos filtros de RF, los cuales cumplen con la función de dejar pasar la frecuencia deseada y rechazar la otra frecuencia, la cual puede corresponder tanto a la frecuencia de recepción o transmisión, dependiendo de la cavidad que se esté manipulando.

¹⁵ Marcelo, CQ Blog [En Línea], 15 de Enero de 2013 , [Revisado 12 septiembre 2017], Disponible en internet: <http://cqham.blogspot.com.co/2013/01/repetidoras-rpt-link-echolink-satelites.html>

¹⁶ HERRERA MIENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014



Ilustración 7. Duplexer de la marca Sinclair.

Fuente: Sinclair technologies. Disponible en internet: <http://www.sinclairtechnologies.com/catalog/product.aspx?id=73>

Cada sección del duplexer incluye dos cavidades rechaza y pasa banda, las cuales se encuentran conectadas por medio de dos cables; esta conexión es fija y no se puede cambiar. En esencia el ajuste del duplexer consiste en sintonizar dos frecuencias: una frecuencia pasante y la frecuencia que será atenuada o rechazada por el filtro. Las cavidades 1 y 2 son siempre usadas para pasar la más baja de ambas frecuencias y rechazar la frecuencia más alta. Por su parte las cavidades 3 y 4 son usadas para dejar pasar la frecuencia más alta y rechazar la frecuencia más baja¹⁷.

¹⁷ AVILES, Indira. Procedimiento para ajustes de un duplexer [En línea], [Revisado 14 septiembre 2017], Disponible en internet: <https://es.scribd.com/document/91398837/Procedimiento-Para-Ajustes-de-Un-Duplexer>

3. METODOLOGÍA

Con el fin de optimizar la información en este trabajo se consultaron profesionales en el tema, se recibieron capacitaciones de las cuales se aprendió la parte práctica del manejo de los equipos y el software de configuración.

Debido a que el mal manejo de los equipos de radio frecuencia pueden ocasionar daños y no cumplir con las normas estipuladas por el ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones de Colombia se realizó una consulta detallada de las normas, manuales técnicos y los decretos vigentes para no ocasionar daños ni infringir la ley.

Se realizaron prácticas en el laboratorio para la medición y la toma de datos de los parámetros de los enlaces, se configuraron los equipos en sus diferentes modalidades de programación y se establecieron enlaces punto a punto y enlaces con repetidor entre diferentes zonas ubicadas dentro del área metropolitana de Bucaramanga, teniendo en cuenta la línea de vista para la ubicación de los equipos en puntos estratégicos.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este proyecto se hizo uso de una investigación experimental en la cual se realizó por medio de la configuración de equipos y programación de software el control de variables específicas para el entorno de las comunicaciones basadas en radio frecuencia. Se obtuvieron datos de las mediciones realizadas a través de equipos especializados durante la variación de algunos parámetros para así determinar las consecuencias de dichas variaciones durante los enlaces. Por lo tanto, se han podido determinar algunos comportamientos y establecer algunas hipótesis de la operatividad de las comunicaciones por medio de radio frecuencia.

3.2 INSTRUMENTOS

- Radios
- Repetidor
- Antenas
- Fuentes de alimentación
- Equipos de medición
- Software de programación
- Filtros

3.3 PROCEDIMIENTO

Durante la realización de este proyecto se estableció un procedimiento el cual nos permitió el alcance del objetivo general del proyecto: **Desarrollar un manual de entrenamiento para la configuración y programación de enlaces de radiofrecuencia en la banda VHF**, objetivo que se cumplió como consecuencia de la realización de los siguientes objetivos específicos.

3.3.1 Diseñar e implementar un enlace de radio frecuencia en la banda de VHF mediante los equipos Motorola DRG-6175, DEM500 y DGP8550

Para cumplir con este objetivo se establecieron los siguientes pasos:

- Ubicación dentro del espectro radioeléctrico bandas de frecuencias libres establecidas por el MinTIC que estén dentro de las frecuencias de VHF.
 - A. *Por medio de la Resolución N° 000711 de 11 de octubre de 2016, por la cual se establecen las bandas de frecuencia de libre utilización dentro del territorio nacional y se derogan algunas disposiciones.*
- Configuración los radios y el repetidor por medio del software.
 - A. *Programación del radio portátil DGP8550 por medio del software MOTOTRBO CPS.*
 - B. *Programación del radio portátil DEM500 por medio del software MOTOTRBO CPS.*
 - C. *Programación del repetidor DGR6175 por medio del software MOTOTRBO CPS.*
- Ajuste de las longitudes de las antenas para las frecuencias seleccionadas.
 - A. *De acuerdo con la tabla de valores que determina una frecuencia para cada longitud de la antena tipo látigo VHF de 5/8" y 3dB.*

Antena 5/8 VHF 3 dB		
Pulgadas	Centímetros	Frecuencia (MHz)
53	134,62	135,8
52	132,08	137,7
51	129,54	139,0
50	127	140,9
49	124,46	142,5
48	121,92	144,2
47	119,38	145,8
46	116,84	148,1
45	114,3	150,9
44	111,76	155,6
43	109,22	158,1
42	106,68	161,1
41	104,14	163,9
40	101,6	166,5
39	99,06	168,6
38	96,52	173,6

Tabla 1: Ajuste de frecuencias para antena 5/8 VHF 3dB.

B. De acuerdo a cada sección de la antena tipo G6 establecer la longitud que determina una frecuencia.

FRECUENCIA [MHz]	SECCION A [cm]	SECCION B [cm]
140	119	138
142.5	115	134
145	112	131
147.5	110	129
150	108	126
152.5	104	123
155	101	120
157.5	98	118
160	96	115
162.5	92	112
165	90	109
167.5	88	107
170	85	103
172.5	80	100

Tabla 2: Ajuste de frecuencias para antena G6.

- Conectar el repetidor a la antena fantasma para ajustar la máxima potencia, medida en el vatímetro, por medio del filtro.



Ilustración 8. Diagrama de conexión repetidor-antena fantasma.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el repetidor a la antena G6 para comprobar el buen funcionamiento, comparando la potencia de esta antena con la antena fantasma.



Ilustración 9. Diagrama de conexión repetidor-antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Realizar pruebas de comunicación entre los radios para comprobar la calidad del enlace.



Ilustración 10. Radios del laboratorio de telecomunicaciones.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Observar las frecuencias involucradas, y su ganancia, en el enlace por medio del analizador de espectro.

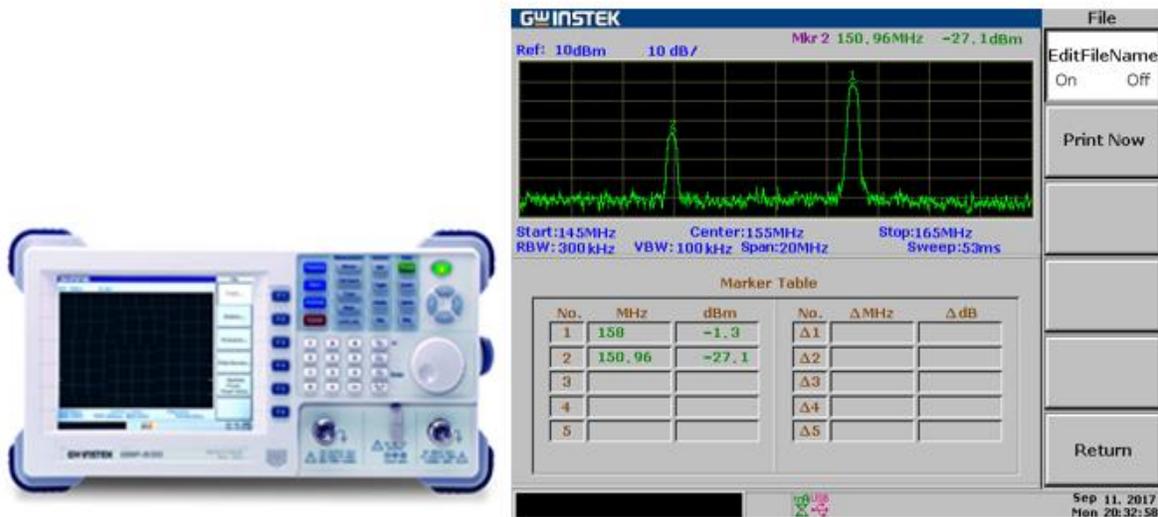


Ilustración 11. Vista del analizador del espectro.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.3.2 Identificar la longitud de una antena tipo látigo para diferentes frecuencias

Para cumplir con este objetivo se establecieron los siguientes pasos:

- Establecer la longitud de cada frecuencia para las antenas de tipo látigo mediante la tabla de valores.

A. Ver la Tabla 1.

- Medir las frecuencias de las antenas látigo por medio del analizador de espectro.

A. Ver figura 11.

3.3.3 Realizar mediciones de potencia mediante el vatímetro de Bird Technologies

Para cumplir con este objetivo se establecieron los siguientes pasos:

- Configurar el repetidor por medio del software.

A. Programación del repetidor DGR6175 por medio del software MOTOTRBO CPS.

- Ajustar la longitud de la antena G6 para una frecuencia en específica.

A. Ver la Tabla 2.

- Conectar el repetidor a la antena fantasma para ajustar la máxima potencia, medida en el vatímetro, por medio del filtro.

A. Ver figura 8.

- Conectar el repetidor a la antena G6 para comprobar el buen funcionamiento, comparando la potencia de esta antena con la antena fantasma.

A. Ver figura 9.

- Modificar las longitudes las secciones de la antena G6 y observar que ocurre con la potencia en el vatímetro.

A. Ver la Tabla 2.

B. Secciones de la antena G6.

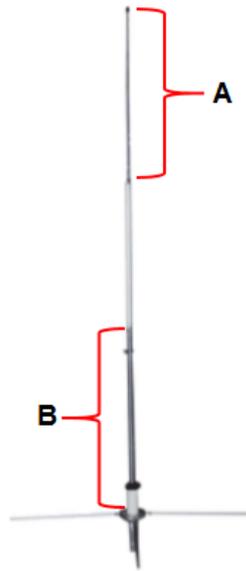


Ilustración 12. Secciones antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.3.4 Diseñar las guías de entrenamiento utilizando los equipos Motorola

Para cumplir con este objetivo se establecieron los siguientes pasos:

- Reconocimiento del radio portátil DGP8550 de la marca Motorola.
- Reconocimiento del radio base DEM500 de la marca Motorola.
- Reconocimiento del repetidor DGR6175 de la marca Motorola, el duplexer SYS15332 de SYSCOM y el duplexer Q2220E de SINCLAIR TECHNOLOGIES.
- Radio enlace punto a punto con radios portátiles DGP8550.
- Radio enlace punto a punto con radios base DEM500.
- Radio enlace con repetidor DGR6175.

3.3.5 Desarrollar pruebas con el duplexer SINCLAIR-Q2220E.

Para cumplir con este objetivo se establecieron los siguientes pasos:

- Configurar el repetidor por medio del software.

A. Programación del repetidor DGR6175 por medio del software MOTOTRBO CPS.

- Ajustar la longitud de la antena G6 para una frecuencia en específica.

A. Ver la Tabla 2.

- Conectar el repetidor a la antena fantasma para ajustar la máxima potencia, medida en el vatímetro, por medio del filtro.

A. Ver figura 8.

- Variar el ajuste de las varillas de cada cavidad del filtro y observar que ocurre en cada caso con la potencia en el vatímetro.

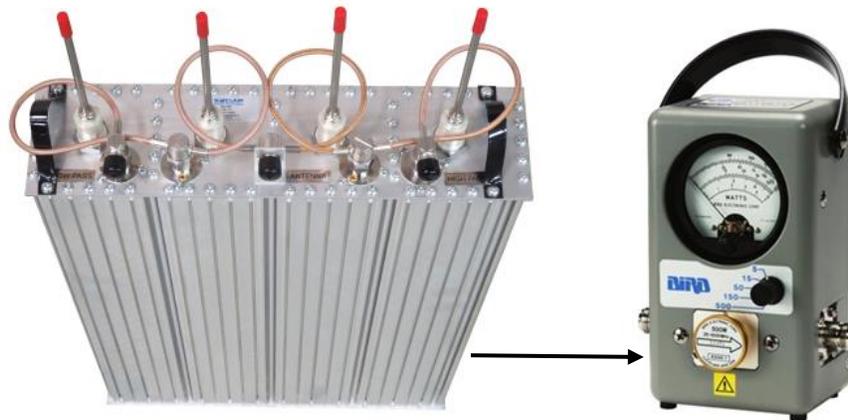


Ilustración 13. Diagrama de conexión duplexer-vatímetro.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.3.6 ADJUNTO AL CONTENIDO DEL PROYECTO

El contenido del proyecto de grado se adjunta como prácticas del laboratorio de telecomunicaciones.

Anexo a este documento se hace entrega de 6 prácticas de laboratorio:

1. Reconocimiento del radio portátil DGP8550 de la marca Motorola.
2. Reconocimiento del radio base DEM500 de la marca Motorola.
3. Reconocimiento del repetidor DGR6175 de la marca Motorola, el duplexer SYS15332 de SYSCOM y el duplexer Q2220E de SINCLAIR TECHNOLOGIES.
4. Radio enlace punto a punto con radios portátiles DGP8550.
5. Radio enlace punto a punto con radios base DEM500.
6. Radio enlace con repetidor DGR6175.

Las prácticas de este manual de entrenamiento fueron puestas a verificación de estudiantes de diferentes niveles del pregrado lo que permitió una realimentación para la corrección y mejoramiento de dicho manual.

ANEXOS-PRACTICAS

ANEXO 1. Reconocimiento del radio portátil DGP8550 de la marca Motorola.

1. PRÁCTICA 1

1.1 OBJETIVOS:

- Reconocer el radio portátil DGP-8550 y sus diferentes modos de configuración.
- Familiarizar al estudiante con el software de configuración de los equipos.

1.2 INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Radio portátil DGP-8550
- Software MOTOTRBO-CPS
- Cable de configuración PMKN4012B
- Destornillador de pala

1.3 INTRODUCCION

Los enlaces punto a punto son los más sencillos de implementar y tienen una gran variedad de aplicaciones en la banda de VHF gracias a la cobertura que solo los radios portátiles sin ningún equipo extra pueden alcanzar; por lo tanto son una solución fácil y rápida para este tipo de enlaces.

1.4 TEORIA



Ilustración 14. Radio DGP8550.

Fuente: <http://www.arci.com.mx/wp-content/uploads/2013/04/DGP8550-DGP8050.pdf>

El radio portátil DGP 8550 ofrece comunicaciones de voz y datos, datos por Bluetooth integrado, GPS integrado, audio Inteligente y anuncio de voz personalizable.

Características:

- 1000 Canales.
- Operación en VHF: 136-174 MHz, UHF: 403-512 MHz.
- 3 botones programables (1 programable optimizado).
- Espaciamiento de canales 12.5/25 análogo.
- Ancho de banda en digital 12.5/25kHz por canal.
- Potencia en VHF 5 watts.
- Pantalla alfanumérica de alta definición: 14 caracteres con 5 líneas de texto y uso de íconos para facilitar la navegación y modo día/noche.
- Botón para navegación amigable.
- Audio y datos vía Bluetooth™.
- GPS integrado.
- Capacity Plus™.
- IP Site Conect™.
- Transmit interrupt™.
- Linked Capacity Plus™.
- Tonos CTCSS - CSQ/PL/DPL análogo.
- Llamada privada, grupo y todo el canal.
- Regreso a canal inicial.
- Anunciamientos personalizados de voz programados.
- Conectividad vía Bluetooth V2.1, EDR, 10mts.
- Aplicación de datos personalizados.
- Llamada de alerta (Escalert).
- Verificación del radio (envío/recepción).
- Inhibición selectiva del radio (envío/recepción).
- Limitador de tiempo de transmisión.
- LED indicador tricolor.

1.5 PROCEDIMIENTO

1.5.1 IDENTIFICAR LAS PARTES DEL RADIO PORTÁTIL DGP-8550



Ilustración 15. Partes radio DGP8550.

Fuente: Manual de usuario

1. Mando selector de canal
2. Mando de encendido/apagado/volumen
3. Indicador LED
4. Botón lateral programable [PB o PP]
5. Botón push-to-talk (PTT)
6. Botón lateral 2 programable [PB o PP]
7. Botón lateral 3 programable [PB o PP]
8. Botón delantero P1 programable [PB o PP]
9. Botón Menú/Aceptar (OK)
10. Botón de navegación de cuatro direcciones
11. Teclado
12. Botón de inicio/atrás
13. Botón delantero P2 programable [PB o PP]
14. Pantalla
15. Micrófono
16. Altavoz
17. Conector universal para los accesorios
18. Botón de emergencia Programable
19. Recepción

1.5.2 ICONOS DE LA PANTALLA

- 1.5.2.1  Indicador de intensidad de señal recibida (RSSI): La cantidad de barras que se muestran representa la intensidad de la señal de radio. Cuatro barras indican la señal de mayor intensidad. Este icono muestra solamente durante la recepción.
- 1.5.2.2  Emergencia: el radio está en modo de emergencia.
- 1.5.2.3  Notificación: se perdió un evento reciente, la lista de notificaciones no está vacía.
- 1.5.2.4  Rastreo: la función de rastreo está habilitada.
- 1.5.2.5  Rastreo prioridad 1: la radio detecta actividad en el canal o el grupo designado como prioridad 1.

1.5.2.6  Rastreo prioridad 2: la radio detecta actividad en el canal o el grupo designado como prioridad 2.

1.5.2.7  Rastreo de voto: la función rastreo de voto esta activada.

1.5.2.8  Monitor: se está monitoreando el canal seleccionado.

1.5.2.9  Modo directo: En ausencia de un repetidor la radio está configurada para comunicación directa de radio a radio.

1.5.2.10  Roaming: la función de roaming esta activada.

1.5.2.11  Seguro: la función privacidad de voz está habilitada.

1.5.2.12  No seguro: la función de privacidad de voz.

1.5.2.13  GPS disponible: la función GPS está habilitada. El icono permanece encendido cuando hay una posición fija disponible.

1.5.2.14  GPS no disponible/fuera de cobertura: La función GPS está habilitada pero no recibe datos del satélite.

1.5.2.15  Panel de opciones: el panel de opciones está habilitado.

1.5.2.16  Panel de opciones fuera de funcionamiento: El panel de opciones esta deshabilitado.

1.5.2.17  Tonos deshabilitados.

1.5.2.18  Nivel de potencia del radio. Alta (H) o Baja (L).

1.5.2.19  Batería

1.5.2.20  Bluetooth: La función Bluetooth está habilitada, pero No hay ningún dispositivo Bluetooth remoto conectado.

1.5.2.21  Bluetooth conectado: La función Bluetooth está habilitada. Se mantiene encendido cuando se Dispositivo está conectado.

1.5.3 ICONOS DE LLAMADA

1.5.3.1  Llamada privada: indica que se está realizando una llamada privada. En la lista de contactos, indica un alias (nombre) o ID (numero) de grupo.

1.5.3.2  Llamada de grupo/llamada general: indica que se está realizando una llamada general. En la lista de contactos, indica un alias (nombre) o ID (numero) de grupo.

1.5.4 ICONOS DEL DISPOSITIVO BLUETOOTH

1.5.4.1  Dispositivo de datos bluetooth: el dispositivo de datos compatible con bluetooth, como un escáner.

1.5.4.2  Dispositivo de audio con bluetooth: dispositivo de audio compatible con bluetooth, como un audífono.

1.5.4.3  Dispositivo PTT con bluetooth.

1.5.5 ICONOS DE LA CARPETA ENVIADOS

1.5.5.1 
OR
 Enviado correctamente un mensaje.

- 1.5.5.2  OR  Error en el envío.
- 1.5.5.3  OR  En curso: el mensaje de texto a un alias o ID de suscriptor está pendiente de transmisión o en espera de reconocimiento.

1.5.6 INDICADOR LED

- 1.5.6.1 Rojo intermitente: La radio está realizando una transmisión con un nivel de batería bajo, está recibiendo una transmisión de emergencia o no pudo realizar la autocomprobación durante el encendido.
- 1.5.6.2 Verde fijo: La radio se está encendiendo o está transmitiendo. También indica una carga de batería completa al presionar de botón: nivel de carga de la batería.
- 1.5.6.3 Verde intermitente: La radio está recibiendo una llamada o datos sin habilitación de privacidad o está detectando actividad inalámbrica.
- 1.5.6.4 Verde intermitente doble: La radio está recibiendo una llamada o datos habilitados por privacidad.
- 1.5.6.5 Amarillo fijo: La radio está monitoreando un canal convencional.
- 1.5.6.6 Amarillo intermitente: La radio está realizando un rastreo en busca de actividad o está recibiendo una alerta de llamada.
- 1.5.6.7 Amarillo intermitente doble: Indica que la radio aún debe responder una alerta de llamada de grupo o está bloqueada.

1.5.6.7 CONFIGURACION DE RADIO PORTATIL

- Remover el escudo del conector universal con un destornillador de pala.



Ilustración 16. Remover escudo del conector universal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el cable PMKN4012B al radio y al computador por USB.



Ilustración 17. Conexión cable PMKN4012B.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Encender el radio girando el mando de encendido/apagado/volumen en sentido de las manecillas del reloj.

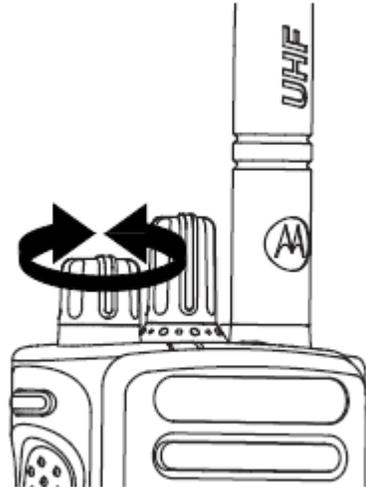


Ilustración 18. Encendido radio DGP8550.

Fuente: Manual de usuario.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 19. Acceso al software MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para observar en pantalla todos los datos internos del radio.

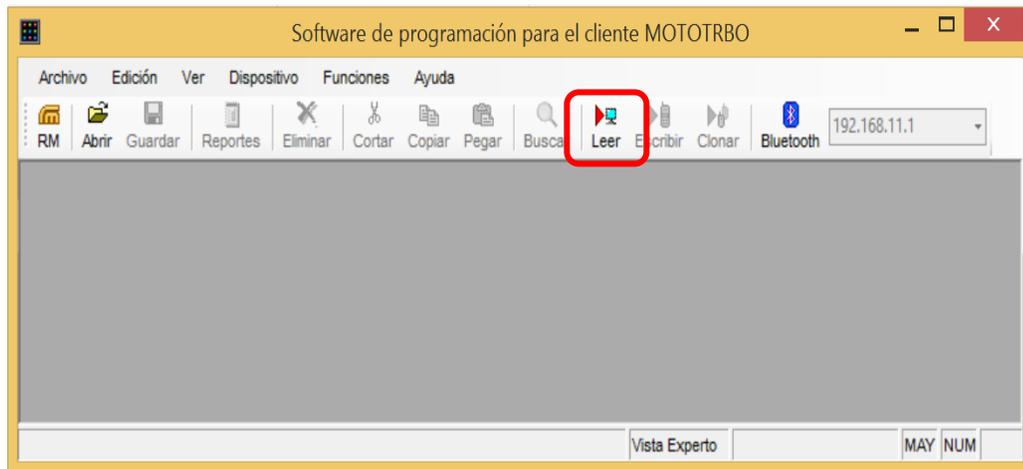


Ilustración 20. Inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- El software estará leyendo el dispositivo como se muestra en la siguiente ilustración.

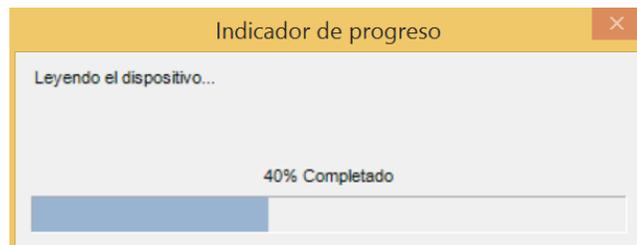


Ilustración 21. Indicador de progreso de lectura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como se muestra en la ilustración 22. Se muestra un menú de carpetas que tiene el radio, entre ellas el modelo del mismo y todas sus características.

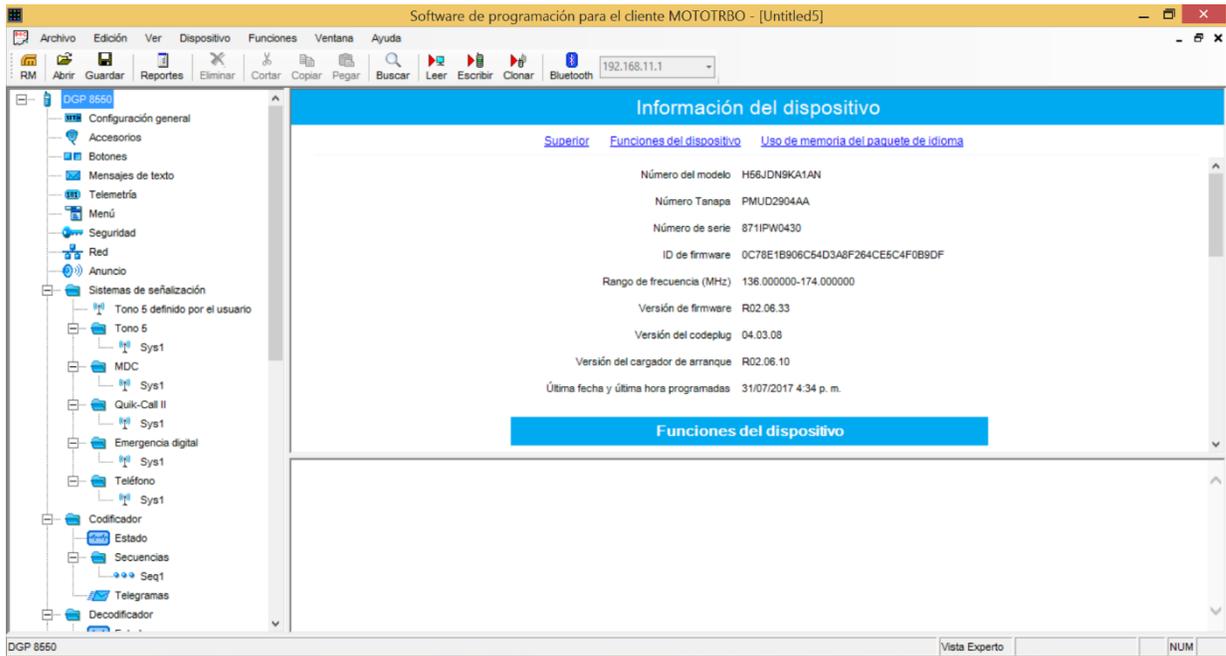


Ilustración 22. Información interna del radio DGP8550.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En la parte izquierda de la pantalla se encuentran las diferentes carpetas u opciones que se pueden manejar en el radio. Seleccionar la carpeta en donde aparece el modelo del radio en la cual se tiene la información del dispositivo como se muestra en las ilustraciones 23, 24 y 25.

Información del dispositivo

[Superior](#) [Funciones del dispositivo](#) [Uso de memoria del paquete de idioma](#)

Número del modelo	H56JDN9KA1AN
Número Tanapa	PMUD2904AA
Número de serie	871IPW0430
ID de firmware	0C78E1B906C54D3A8F264CE5C4F0B9DF
Rango de frecuencia (MHz)	136.000000-174.000000
Versión de firmware	R02.06.33
Versión del codeplug	04.03.08
Versión del cargador de arranque	R02.06.10
Última fecha y última hora programadas	31/07/2017 4:34 p. m.

Ilustración 23. Información del dispositivo.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Información del dispositivo

[Superior](#) [Funciones del dispositivo](#) [Uso de memoria del paquete de idioma](#)

Funciones del dispositivo

Función	Estado
Digital	Libre
- Conexión del sitio IP	Libre
- Capacity Plus	<i>Disponible para compra</i>
- Privacidad mejorada	Libre
- Interrupción de transmisión	Libre
- Enlace telefónico digital	Libre
- Capacity Plus (Linked)	<i>Disponible para compra</i>
- Servicio de datos a través de Bluetooth	Libre
- Emergencia digital	Libre
- Inhibición de radio	Libre
Conexión adicional	<i>Disponible para compra</i>
Hombre caído de Connect Plus	<i>Disponible para compra</i>
Tono 5	Libre
Monitor remoto	Libre

Ilustración 24. Funciones del dispositivo.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Información del dispositivo

[Superior](#) [Funciones del dispositivo](#) [Uso de memoria del paquete de idioma](#)

Uso de memoria del paquete de idioma

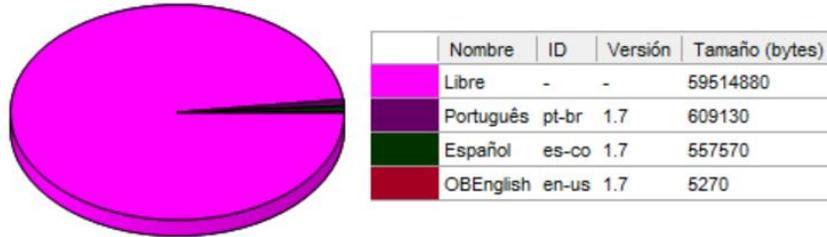


Ilustración 25. Uso de memoria del paquete de idioma.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Ingresar a configuración general.

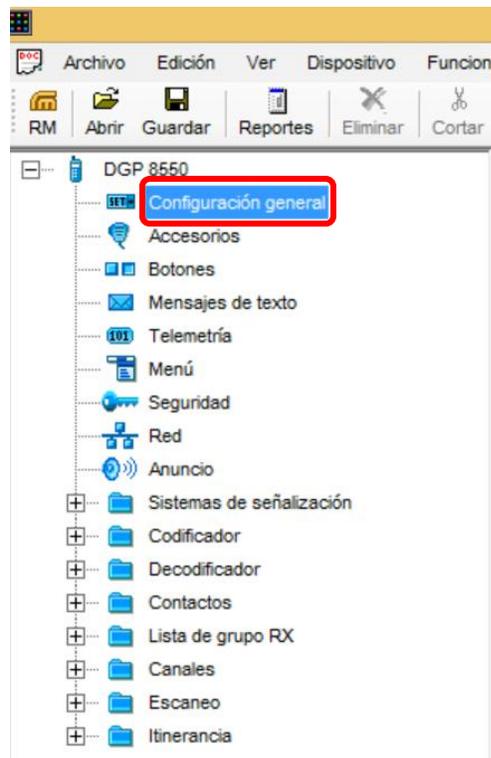


Ilustración 26. Configuración general.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparece una ventana como la de la ilustración 27. En la parte superior se pueden observar los títulos de lo que contiene el menú de configuración general.

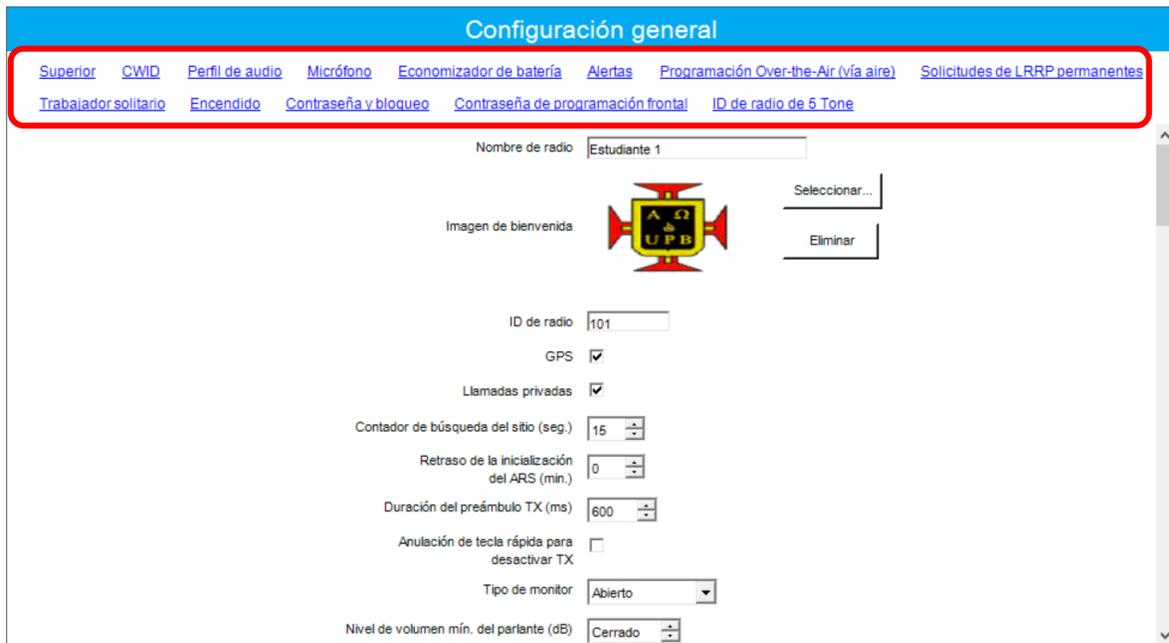


Ilustración 27. Configuración general-menús.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En cada ítem a configurar en cualquiera de las carpetas del radio existe una ayuda la cual indica para que sirve y como se debe configurar dicho ítem, tal cual como se muestra en la ilustración 28.



Ilustración 28. Ayuda de la ventana.

- Ingresar a las demás carpetas y revisar la información con la que cuenta el radio.

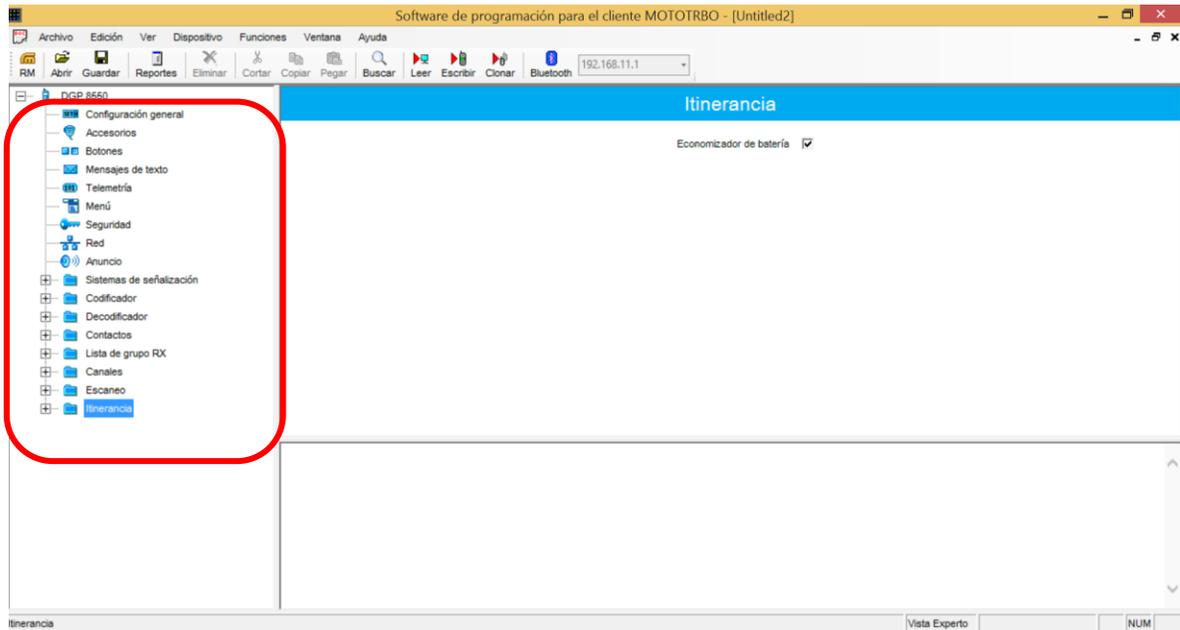


Ilustración 29. Ayuda de la ventana.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando se termina de configurar un radio, hacer Click en Escribir para que la configuración sea enviada al mismo. Si se necesita configurar un radio del mismo modelo se conecta al computador y se hace Click en Clonar, no es necesario Leer.

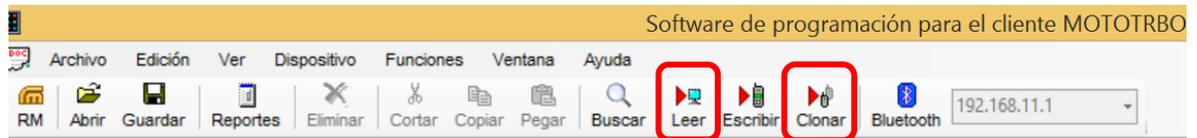


Ilustración 30. Iconos de configuración.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá una ventana la cual nos indica el progreso de escritura del dispositivo en porcentaje.

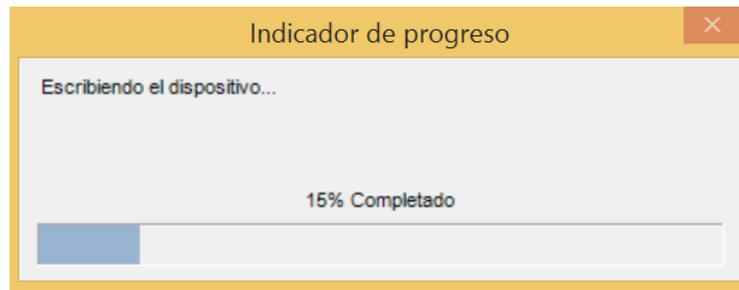


Ilustración 31. Indicador de progreso escritura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: “Escritura al dispositivo completada”. Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

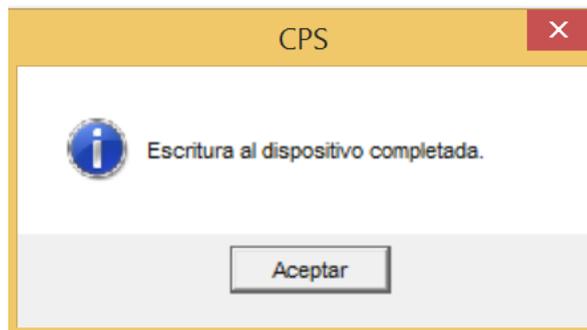


Ilustración 32. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Después de dar Click en Aceptar, desconectar el radio del computador y ajustar el escudo del conector universal.

ANEXO 2. RECONOCIMIENTO DEL RADIO BASE MOVIL DEM 500 DE LA MARCA MOTOROLA

2 PRACTICA N°2

2.1 OBJETIVOS

- Reconocer el radio base móvil DEM 500 y sus diferentes modos de configuración.
- Familiarizarse con el software de configuración de los equipos.

2.2 INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Radio base móvil DEM 500.
- Micrófono compacto PMMN4090A
- Software MOTOTRBO-CPS.
- Cable de configuración PMKN4147A.
- Destornillador de pala.

2.3 INTRODUCCION

Una de las aplicaciones en enlaces en la banda de VHF son los enlaces punto a punto con equipos de mayor potencia que un radio portátil sin la necesidad de implementar un repetidor. Para este tipo de situación existe el radio base móvil que tiene la posibilidad de ser implementado en un vehículo y alimentado con la batería de 12 VDC.

2.4 TEORIA



Ilustración 33. Radio DEM500.

Fuente: <http://www.isec.com.co/detalle-producto/dem-500-mototrbo/>

El radio móvil analógico/digital DEM 500 es compacto e ideal para el trabajador que está permanentemente en movimiento y necesita de una tecnología digital para su uso.

Características:

- Banda VHF: Frecuencia 136-174 MHz.
- Banda UHF: Frecuencia 403-470 MHz.
- Canales: 128.
- Potencia: VHF 25 – 45 W / UHF 25 – 40 W.
- Espaciamiento: 12,5 / 25 kHz.
- Grado protección IP: IP54.
- Medidas: 44 x 169 x 134 mm.
- Peso: 1.3 kg.
- Modo dual digital.
- Comunicaciones de voz.
- Pantalla alfanumérica.
- Audio Inteligente.
- Privacidad básica.
- Modo directo de capacidad dual (solo en versión digital).
- Anuncio por voz.
- Cumple con los estándares de Radio Móvil Digital (DMR).
- Apto para sistemas convencionales (solo IPSC)

2.5 PROCEDIMIENTO

2.5.1 IDENTIFICAR LAS PARTES DEL RADIO BASE MÓVIL

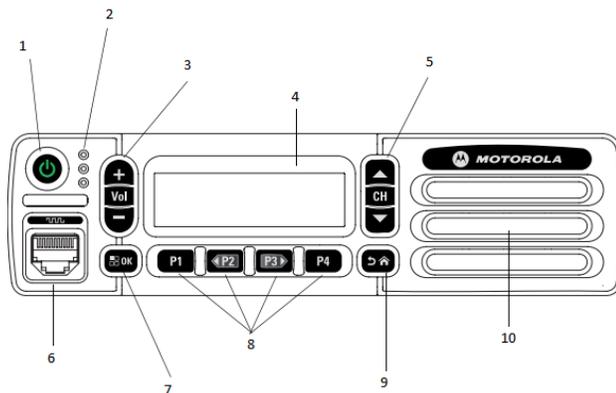


Ilustración 34. Partes radio DEM500.

Fuente: Manual de usuario.

1. Botón ON/OFF
2. Indicadores LED

3. Botón Volumen Up/Down
4. Pantalla
5. Botón Channel Up/Down
6. Conector de accesorio
7. Botón Menú/OK
8. Botones programables delanteros
9. Botón Return/Home
10. Altavoz

2.5.2 ICONOS DE LA PANTALLA

-  Indicador de intensidad de señal recibida (RSSI): La cantidad de barras que se muestran representa la intensidad de la señal de radio. Cuatro barras indican la señal de mayor intensidad. Este icono muestra solamente durante la recepción.
-  Emergencia: El radio este en modo emergencia.
-  Datos de alto volumen: El radio está recibiendo datos de gran volumen y el canal está ocupado.
-  Notificación: Faltan uno o más eventos de la lista de notificaciones.
-  Rastreo: la función de rastreo esta activada, por lo que el radio enumera la actividad en múltiples canales o grupos de llamadas.
-  Rastreo Prioridad 1: el radio detecta actividad en el canal o el grupo designado como prioridad 1.
-  Rastreo Prioridad 2: el radio detecta actividad en el canal o el grupo designado como prioridad 2.
-  Rastreo de votación: la función de rastreo de votación esta activada.
-  Monitor: se está monitoreando el canal seleccionado.
-  Comunicación directa: en ausencia de un repetidor, el radio está actualmente configurado para comunicación directa de radio a radio.

-  Roaming de sitio: la función de roaming esta activada.
-  Seguro: la función de privacidad de voz esta activada.
-  No seguro: la función de privacidad de voz esta desactivada.
-  Tarjeta opcional: la tarjeta opcional esta activada.
-  Tarjeta opcional sin funcionamiento: la tarjeta opcional esta desactivada.
-  Temporizador de retardo de programación inalámbrica: indica el tiempo que queda hasta el reinicio automático del radio.
-  Tonos desactivados: los tonos están desactivados.
-  Nivel de potencia: el radio está establecido en potencia alta.

2.5.3 ICONOS DE LLAMADA

-  Llamada privada: indica que se está realizando una llamada privada. En la lista de contactos, se indica un alias (nombre) o una ID (numero) del suscriptor.
-  Llamada de grupo/llamada general: indica que se está realizando una llamada de grupo o una llamada general. En la lista de contactos, se indica un alias (nombre) o una ID (numero) de grupo.
-  Llamada telefónica como llamada privada: indica una llamada telefónica como llamada privada en progreso. En la lista de contactos, se indica un alias (nombre) o una ID (numero) de teléfono.
-  Llamada telefónica como llamada general/llamadas de grupo en progreso: indica una llamada telefónica como llamada general/llamadas de grupo en progreso. En la lista de contactos, se indica un alias (nombre) o una ID (numero) de grupo.

2.5.4 INDICADOR LED

- Rojo intermitente: El radio recibe una transmisión de emergencia, no se ha podido realizar la comprobación automática del encendido o se ha movido fuera de rango si el radio se configuro con el sistema transpondedor de rango automático.
- Verde fijo: El radio se está encendiendo o está transmitiendo.
- Verde intermitente: el radio recibe una llamada o datos con la función de privacidad desactivada o detecta actividad, o recupera transmisiones de programación inalámbrica por el aire.
- Verde intermitente doble: El radio recibe una llamada o datos con la función de privacidad activada.
- Amarillo fijo: El radio está monitoreando un canal convencional
- Amarillo intermitente: el radio está realizando un rastreo en busca de actividad o está recibiendo una alerta de llamada.
- Amarillo intermitente doble: El Roaming automático está activado, el radio está buscando activamente un nuevo sitio. También indica que el radio aún debe responder una alerta de llamada de grupo o está bloqueado.

2.5.5 ENCENDER LA FUENTE - ASTRON RS-20A

Oprima el interruptor ON/OFF.



Ilustración 35. Fuente de alimentación ASTRON RS-20A.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

2.5.6 RETIRAR EL MICRÓFONO COMPACTO PMMN4090A DEL RADIO.



Ilustración 36. Retirar el micrófono.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

2.5.7 CONECTAR EL CABLE DE CONFIGURACIÓN PMKN4147A ENTRE EL RADIO Y EL COMPUTADOR POR USB.



Ilustración 37. Conexión cable PMKN4147A.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

2.5.8 ENCENDER EL RADIO DEJANDO OPRIMIDO EL BOTÓN ON/OFF

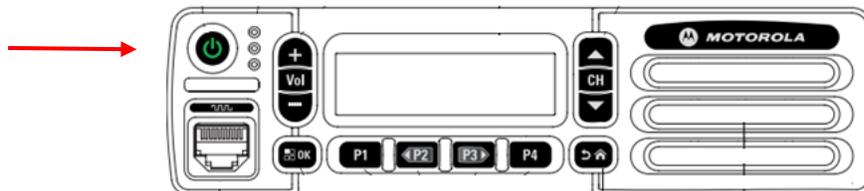


Ilustración 38. Encendido radio DEM500.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Presione brevemente el **botón ON/OFF**. Verá “MOTOTRBO™” en la pantalla del radio seguido de un mensaje de bienvenida o una imagen de bienvenida. Las luces LED verdes se iluminan y suena un breve tono que indica que la prueba de encendido se completó de manera exitosa.

2.5.9 AJUSTE DEL VOLUMEN

Para aumentar el volumen, presione el botón volumen “+”. Para bajar el volumen, presione el botón volumen “-“. Nota: el radio puede programarse para tener una calibración de volumen mínima cuando el nivel de volumen no puede bajarse completamente.

2.5.10 CONFIGURACIÓN DEL RADIO BASE MÓVIL

- Abrir el software de programación MOTOTRBO CPS.



Ilustración 39. Acceso al software MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para observar en pantalla todos los datos internos del radio.

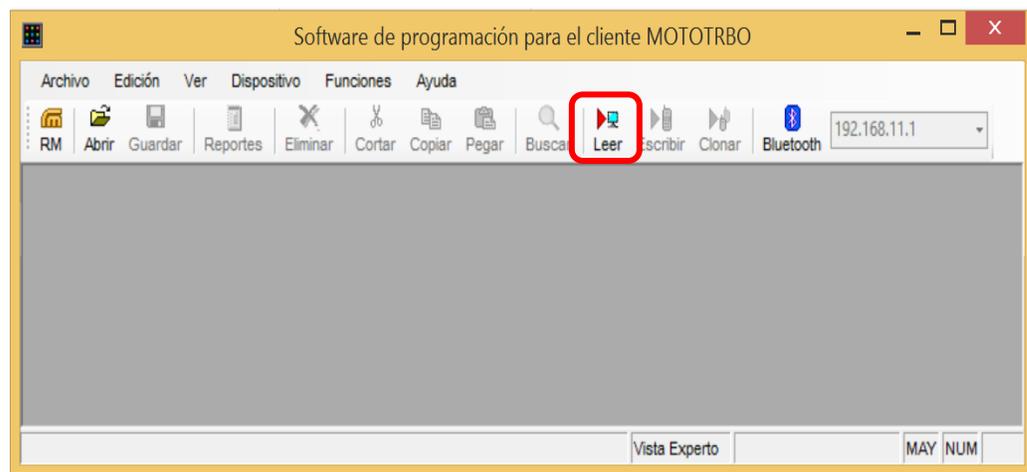


Ilustración 40. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- El software estará leyendo el dispositivo como se muestra en la siguiente ilustración.

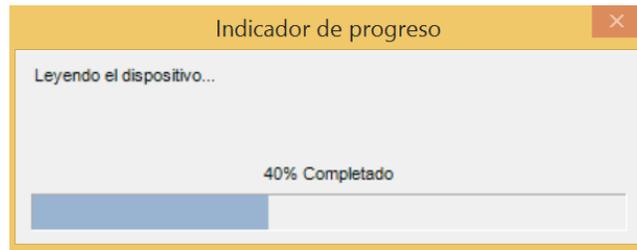


Ilustración 41. Indicador de progreso de lectura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Se muestra una ventana como la de la ilustración 42 con un menú de carpetas que tiene el radio, entre ellas el modelo y sus características.

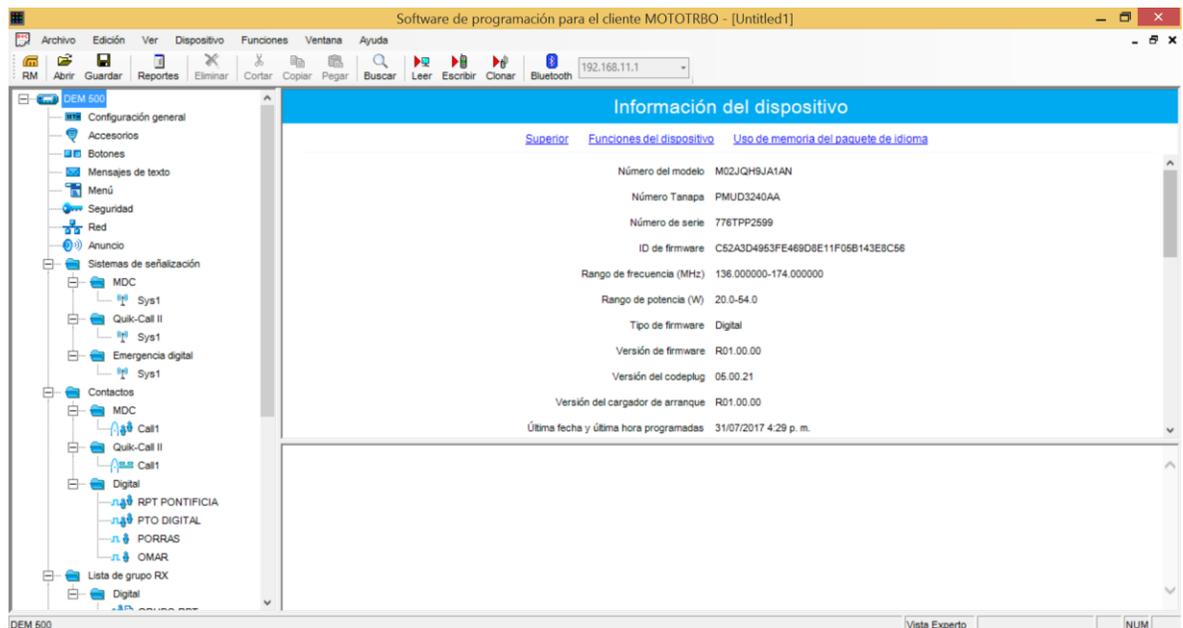


Ilustración 42. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En la parte izquierda de la pantalla se encuentran las diferentes carpetas u opciones que se pueden manejar en el radio. Seleccionar la carpeta en donde aparece el modelo del radio en la cual se tiene la información del dispositivo como se muestra en las ilustraciones 43, 44 y 45.

Información del dispositivo	
Superior	Funciones del dispositivo
Uso de memoria del paquete de idioma	
Número del modelo	M02JQH9JA1AN
Número Tanapa	PMUD3240AA
Número de serie	776TPP2599
ID de firmware	C52A3D4953FE469D8E11F05B143E8C56
Rango de frecuencia (MHz)	136.000000-174.000000
Rango de potencia (W)	20.0-54.0
Tipo de firmware	Digital
Versión de firmware	R01.00.00
Versión del codeplug	05.00.21
Versión del cargador de arranque	R01.00.00
Última fecha y última hora programadas	31/07/2017 4:29 p. m.

Ilustración 43. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Información del dispositivo	
Superior	Funciones del dispositivo
Uso de memoria del paquete de idioma	
Funciones del dispositivo	
Función	Estado
Digital	Libre
- Conexión del sitio IP	Disponible para compra
- Privacidad mejorada	Disponible para compra
- Interrupción de transmisión	Disponible para compra
- Emergencia digital	Libre
- Inhibición de radio	Libre
Monitor remoto	Libre

Ilustración 44. Funciones del dispositivo.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Uso de memoria del paquete de idioma



Ilustración 45. Memoria del radio.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Ingresar a la configuración general.

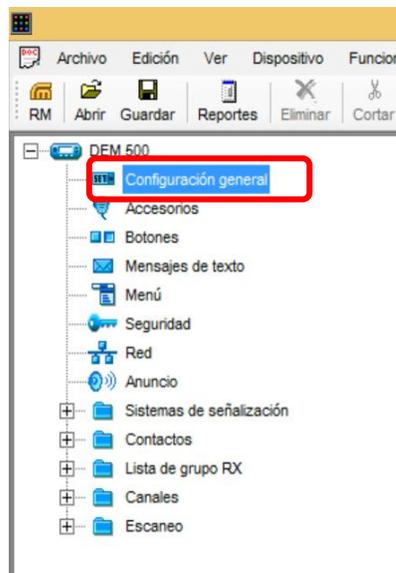


Ilustración 46. Configuración general.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparece la ventana de la ilustración 47. En la parte superior se pueden observar los títulos de lo que contiene el menú de configuración general.

Ilustración 47. Configuración general-menús.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En cada ítem a configurar en cualquiera de las carpetas del radio existe una ayuda la cual indica para que sirve y como se debe configurar dicho ítem como se muestra en la ilustración 48.

Rango	
Máximo	16.776.415 (para el sistema que no es Capacity Plus), 65.535 (para el sistema Capacity Plus).
Mínimo	1

Ilustración 48. Ayuda de la ventana.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez

- Ingresar a las demás carpetas y revisar la información con la que cuenta el radio.

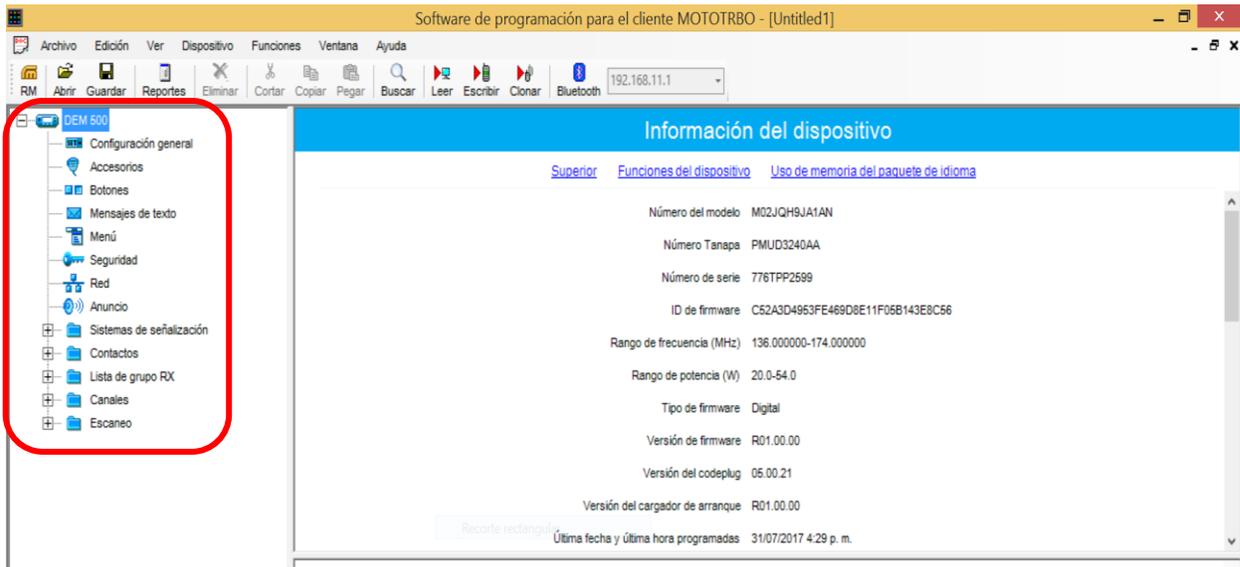


Ilustración 49. Carpetas del radio DEM500.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando se termina de configurar un radio, hacer Click en Escribir para que la configuración sea enviada al mismo. Si se necesita configurar un radio del mismo modelo se conecta al computador y se hace Click en Clonar, no es necesario Leer.

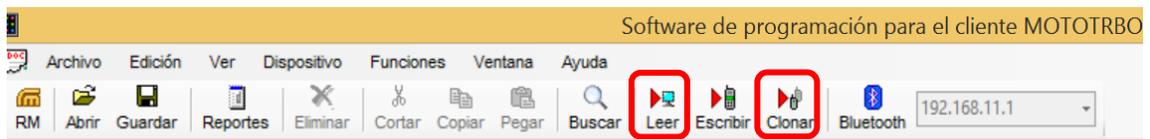


Ilustración 50. Iconos de configuración.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá una ventana la cual nos indica el progreso de escritura del dispositivo en porcentaje.

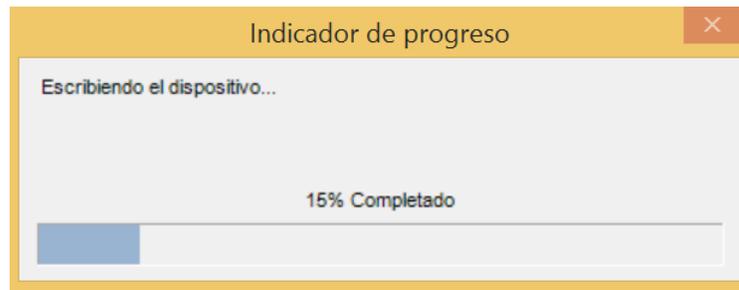


Ilustración 51. Indicador de progreso escritura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: “Escritura al dispositivo completada”. Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

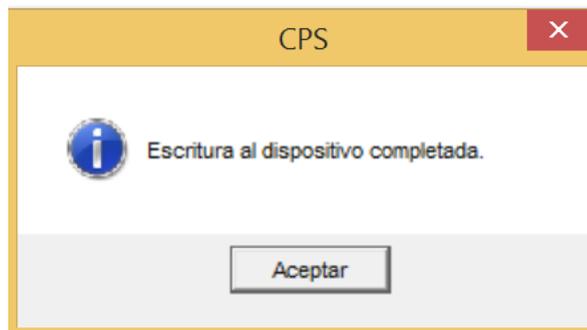


Ilustración 52. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

2.5.11 APAGAR EL RADIO Y LA FUENTE

Mantenga presionado el **botón ON/OFF** hasta que vea “Powering Down” en la pantalla del radio. Oprima el interruptor ON/OFF de la fuente.

ANEXO 3. RECONOCIMIENTO DEL REPETIDOR DGR-6175 DE LA MARCA MOTOROLA, EL DUPLEXER SYS15332 DE SYSCOM Y EL DUPLEXER Q2220E DE SINCLAIR TECHNOLOGIES

3. PRACTICA N°3

3.1 OBJETIVOS:

- Reconocer el repetidor DGR™ 6175 y sus diferentes modos de configuración.
- Reconocer los filtros SYSCOM y SINCLAIR. Conexión, ajuste y elección del más adecuado para cada trabajo.
- Familiarizarse con el software de configuración de los equipos.

3.2 INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Repetidor DGR™ 6175.
- Duplexer SYS15332.
- Duplexer Q2220E.
- Software MOTOTRBO-CPS.
- Cable de programación PMKN4010B.
- Antena G6.
- Kit universal de 30 adaptadores UNIDAPT RFA-4024.

3.3 INTRODUCCION

En los enlaces cuya trayectoria supera las capacidades de los radios en cuanto a distancia, es necesario el uso de repetidores los cuales reciben la información por una frecuencia y la retransmiten por otra mediante un filtro (*duplexer*) para evitar interferencias.

3.4 TEORIA

3.5 REPETIDOR DGR6175



Ilustración 53. Repetidor DGR6175.

Fuente: https://www.motorolasolutions.com/es_xl/productos/radios-de-dos-vias-para-empresas/infraestructura/estaciones-base-repetidores/dgr-6175.html#tabproductinfo

El repetidor DGR™ 6175 es una unidad de operación continua que soporta dos trayectos de voz y datos simultáneos en modo TDMA digital. El repetidor es parte del sistema MOTOTRBO que proporciona capacidad aumentada, eficiencia del espectro, comunicaciones de voz y datos integrados.

3.5.1 Panel Frontal

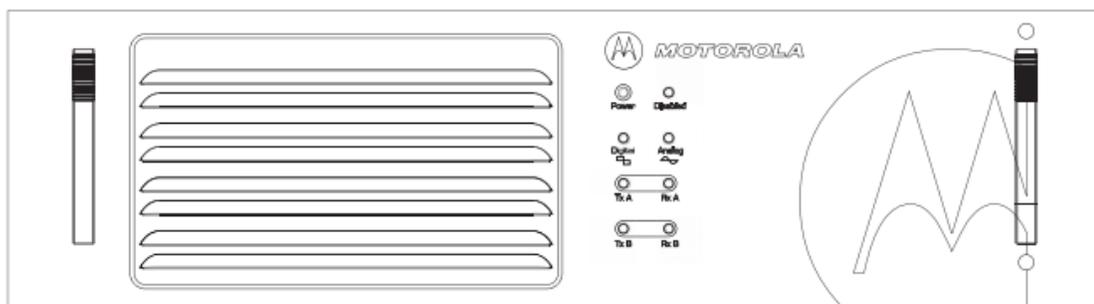


Ilustración 54. Panel frontal REPETIDOR DGR-6175.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.2 Indicadores LED

LED	Estado	Descripción
Alimentación	● VERDE fijo	Repetidor alimentado por AC
	● ROJO fijo	Repetidor alimentado por la BATERIA DE RESERVA
	apagado	Repetidor apagado
Repetidor deshabilitado	● ROJO fijo	Función repetidor desactivada
	✱ ROJO parpadeando	Repetidor en modo de prueba automática
	apagado	Repetidor en modo operacional normal
Digital	● AZUL fijo	Repetidor en modo digital
Análogo	● AMARILLO fijo	Repetidor en modo análogo
Tx-A	● VERDE fijo	Repetidor transmitiendo (Análogo)
	● VERDE fijo	Repetidor transmitiendo en el Slot A (Digital)
Rx-A	● AMARILLO fijo	Repetidor recibiendo (Análogo)
	● AMARILLO fijo	Repetidor recibiendo en el Slot A (Digital)
Tx-B	● VERDE fijo	Repetidor transmitiendo en el Slot B (Digital)
Rx-B	● AMARILLO fijo	Repetidor recibiendo en el Slot B (Digital)

3.5.3 Conexiones

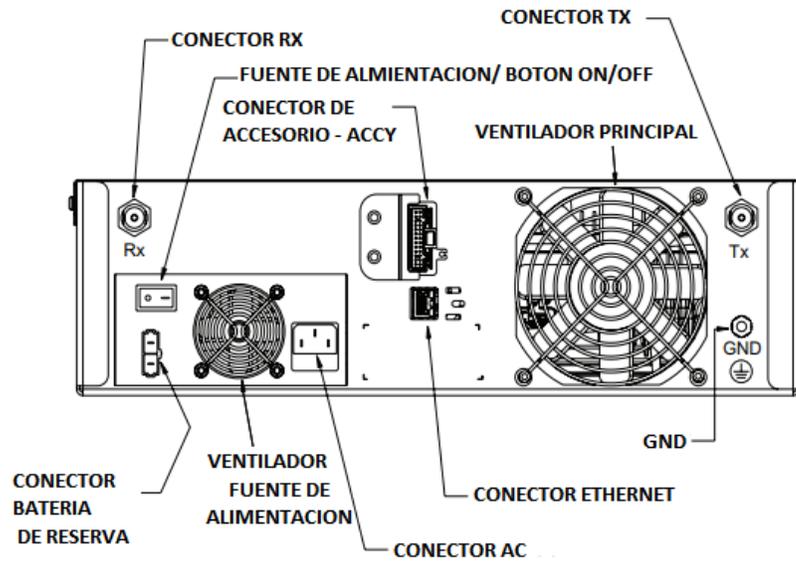


Ilustración 55. Parte posterior del equipo repetidor DGR6175.

Fuente: Manual del usuario.

3.5.4 Características del repetidor

- Ciclo de trabajo continuo 100%
- Permite dos trayectorias simultaneas de voz en modo TDMA digital
- Funciona en modo analógico o digital
- Fuente de alimentación interna
- Montaje de gabinete
- Kits para montaje en pared
- Respaldo automático de batería
- Rango de frecuencias: 136-174 MHz en VHF
- Potencia: 25-45W

3.5.5 DUPLEXER SYS15332



Ilustración 56. Duplexer SYS15332.

Fuente: <https://www.syscom.mx/producto/SYS15332-EPCOM-INDUSTRIAL-31870.html>

3.5.6 Características del duplexer SYS15332

- Separación de frecuencia de 5 a 8 MHz.
- 6 cavidades.
- Rango de frecuencia: 148 a 160 MHz.
- Ancho de Banda: 12MHz.
- Pérdida por inserción máxima de 1.2 dB.
- Aislamiento mínimo entre Tx y Rx: 80 dB.
- Amplio uso en radios móviles Full y repetidoras (50 W máximo).

- Mínimo corrimiento de frecuencia por cambios de temperatura.
- Resonadores Helical de cobre estañado (VHF).
- Aislamiento de Teflón.
- Interconexión con cables confortables reducen la pérdida por inserción.
- Blindaje con cavidades de Aluminio extruido 6063-T5 templado.
- Conectores BNC hembra estándar con opción a N hembra agregando N.
- Dimensiones: 159 x 31.8 x 216 mm.

3.5.7 DUPLEXER Q2220E SYSCOM



Ilustración 57. Duplexer Q2220E.

Fuente: <http://www.sinclairtechnologies.com/catalog/product.aspx?id=73>

3.5.8 Características del duplexer Q2220E

- Separación de frecuencia mínima: 0.5 MHz.
- 4 cavidades.
- Rango de frecuencia: 138 a 174 MHz.
- Ancho de Banda: 36 MHz.
- Pérdida por inserción máxima: 1.5 dB.
- Aislamiento mínimo entre Tx y Rx: 70 dB.
- Sistema modular Res-Lok™.
- Acoplado con componentes cuidadosamente compensados por temperatura.
- Garantiza la estabilidad de rendimiento a muy baja frecuencia.
- Aislamiento de Teflón.
- Supresor de ruido de banda lateral en transmisión.
- Dimensiones: 483 x 770 x 106 mm.

3.5.9 CONFIGURACION DEL REPETIDOR

- Conectar el cable de configuración PMKN4010B y encender el repetidor con el botón ON/OFF.

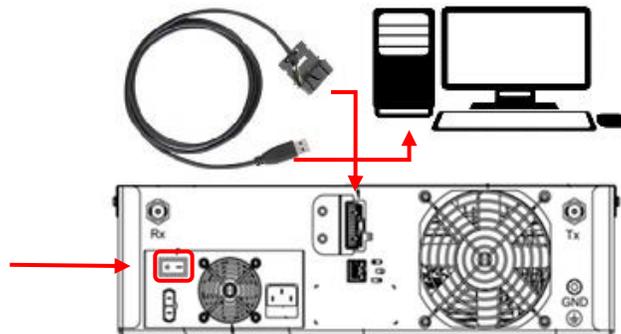


Ilustración 58. Encendido y conexión repetidor DGR6175.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 59. Acceso al software MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Hacer Click en Leer para observar en pantalla todos los datos internos del repetidor.

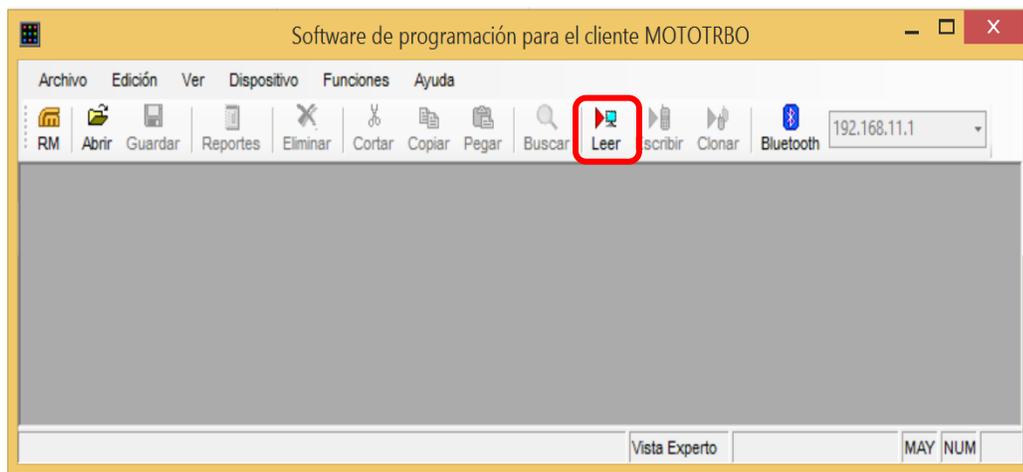


Ilustración 60. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- El software estará leyendo el dispositivo como se muestra en la siguiente ilustración.

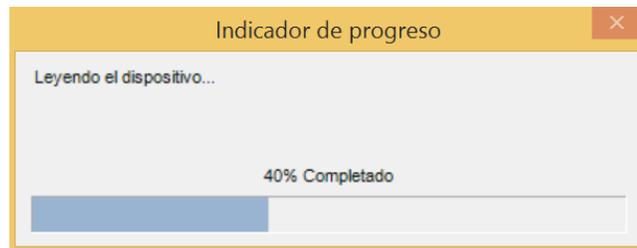


Ilustración 61. Indicador de progreso de lectura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como se muestra en la ilustración 62 donde aparece un menú de carpetas que tiene el repetidor, entre ellas el modelo del equipo y todas sus características.

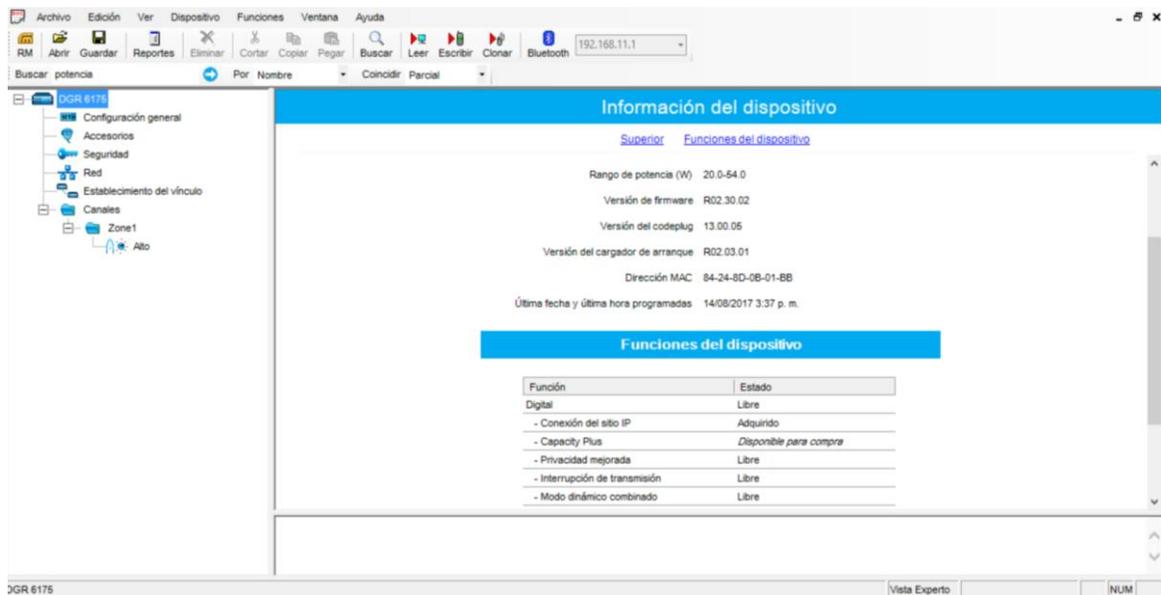


Ilustración 62. Información interna del repetidor DGR6175.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En la parte izquierda de la pantalla se encuentran las diferentes carpetas u opciones que se pueden manejar en el radio. Seleccionar la carpeta donde aparece el modelo del radio en la cual se tiene la información del dispositivo como se muestra en las ilustraciones 63, 64 y 65.



Ilustración 63. Información del dispositivo.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Funciones del dispositivo

Función	Estado
Digital	Libre
- Conexión del sitio IP	Adquirido
- Capacity Plus	Disponibile para compra
- Privacidad mejorada	Libre
- Interrupción de transmisión	Libre
- Modo dinámico combinado	Libre
- GPS mejorado	Disponibile para compra
- Enlace telefónico digital	Disponibile para compra
- Capacity Plus (Linked)	Disponibile para compra
- Acceso restringido al sistema	Disponibile para compra
- Voz de interfaz de aplicación de red	Disponibile para compra
- Datos de interfaz de aplicación de red	Disponibile para compra
- Aceptación digital	Disponibile para compra

Ilustración 64. Funciones del dispositivo.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Ingresar a configuración general.



Ilustración 65. Configuración general.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como la de la ilustración 66. En la parte superior se pueden observar los títulos de lo que contiene el menú de configuración general.

Ilustración 66. Configuración general-menús.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En cada ítem a configurar en cualquiera de las carpetas del equipo existe una ayuda la cual indica para que sirve y como se debe configurar dicho ítem como se muestra en la ilustración 67.

ID

El ID consiste en caracteres de identificación asignados por la agencia reglamentaria local y que periódicamente se transmiten en código Morse. El usuario puede escribir hasta un máximo de 44 caracteres. Se ignoran los espacios que quedan al final. El rango de caracteres del ID se muestra como se indica a continuación.
 Nombre Carácter Número 0 - 9 Alfabeto A - Z Espacio Comilla simple ' Doble comilla " Signo de pregunta ? Dos puntos : Símbolo de alias @ Símbolo de menos - Coma , Punto . Barra oblicua hacia la derecha / Paréntesis de apertura (Paréntesis de cierre) Signo de exclamación !

Notas

- Si esta función se deja en blanco, se desactivan todas las funciones de CWID.

Ilustración 67. Ayuda de la ventana.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Ingresar a las demás carpetas y revisar la información con la que cuenta el equipo.

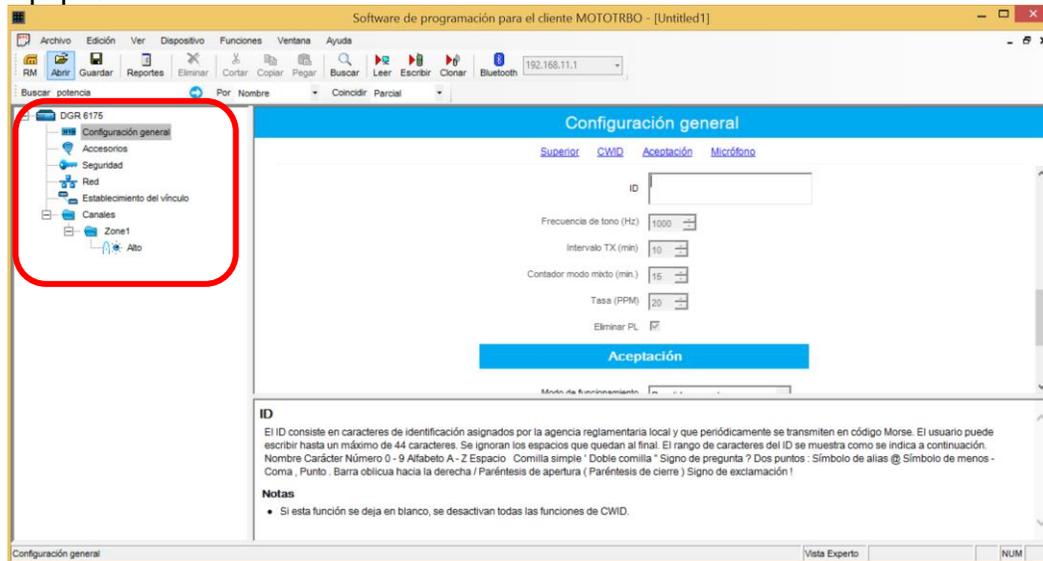


Ilustración 68. Ayuda de la ventana.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando se termina de configurar el equipo, se hace Click en Escribir para que la configuración sea enviada al mismo.

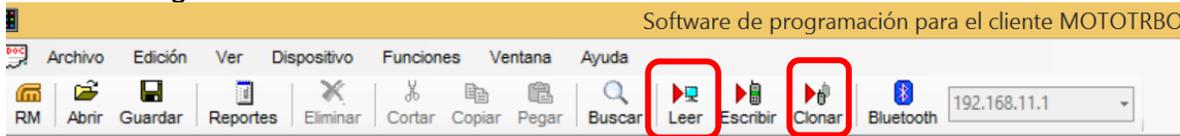


Ilustración 69. Iconos de configuración.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá una ventana la cual nos indica el progreso de escritura del dispositivo en porcentaje.

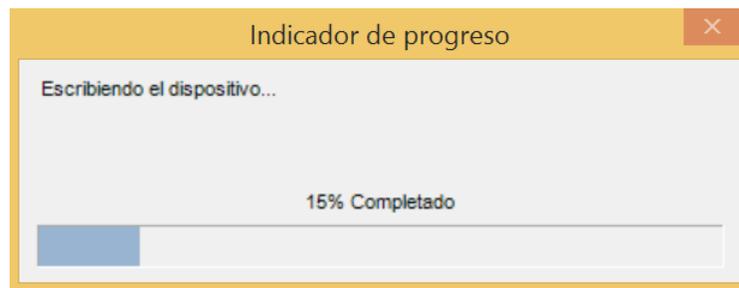


Ilustración 70. Indicador de progreso escritura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: “Escritura al dispositivo completada”. Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

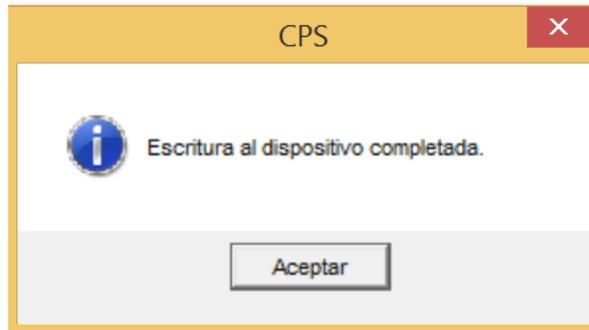


Ilustración 71. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.10 CONFIGURAR LOS DUPLEXER

3.5.11 DUPLEXER SYS15332

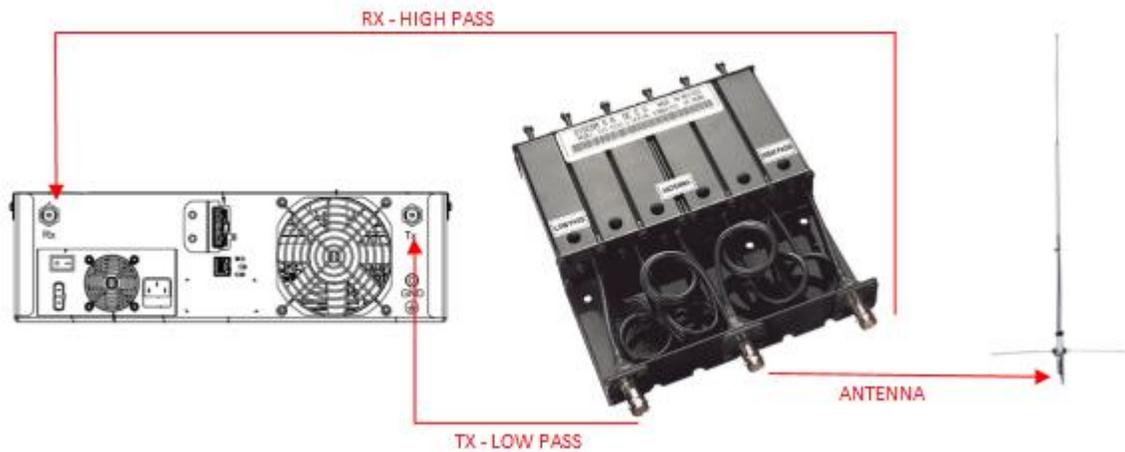


Ilustración 72. Conexión del duplexer SYS15332.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.12 Conectar el terminal LOW PASS del duplexer al terminal TX del repetidor.



Ilustración 73. Ajuste para conexión al duplexer.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.13 Conectar el terminal HIGH PASS del duplexer al terminal RX del repetidor.



Ilustración 74. Cable BNC al duplexer.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.14 Conectar el terminal ANTENNA del duplexer a la antena G6.

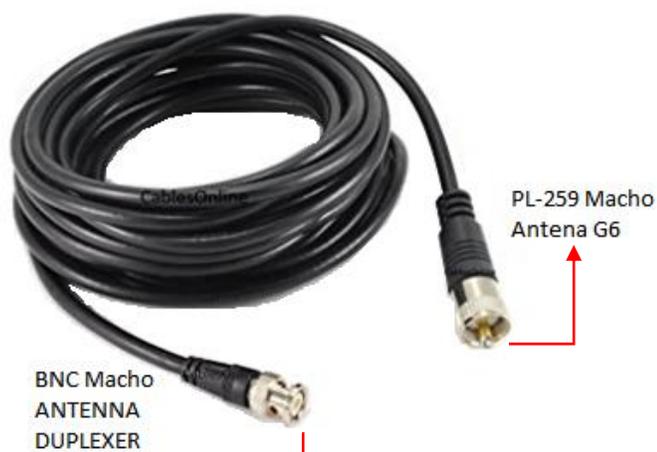


Ilustración 75. Cable BNC y antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.15 DUPLEXER Q2220E

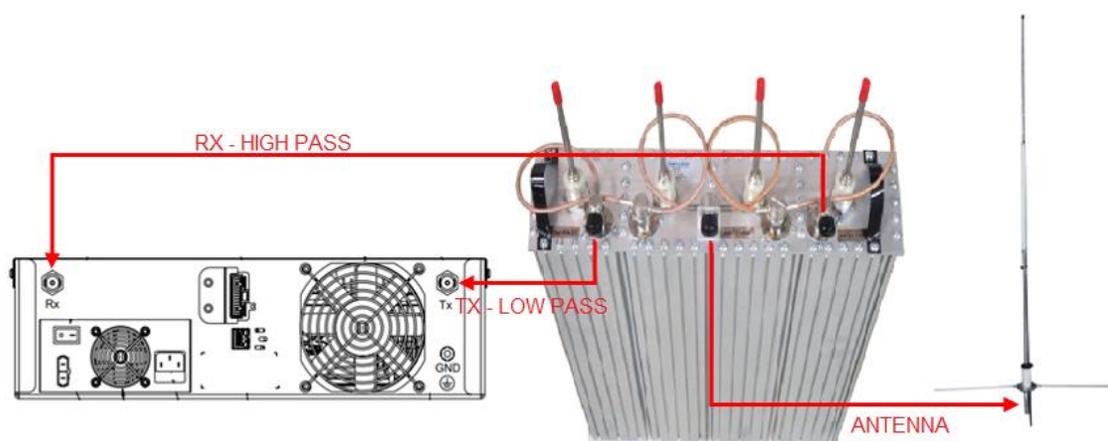


Ilustración 76. Conexiones del duplexer, el repetidor y antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

3.5.9.20 Conectar el terminal LOW PASS del duplexer al terminal TX del repetidor.



Ilustración 77. Cable de conexiones para low pass.

Fuente: José Porrás, Omar Sánchez.

3.5.9.21 Conectar el terminal HIGH PASS del duplexer al terminal RX del repetidor.



Ilustración 78. Uniones para conexión al repetidor.

Fuente: José Porrás, Omar Sánchez.

3.5.9.22 Conectar el terminal ANTENNA del duplexer a la antena G6.



Ilustración 79. Conexión del cable a la antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

ANEXO 4. RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO CON RADIOS PORTATILES DGP-8550

4. PRACTICA 4

4.1 OBJETIVOS

- Realizar un radio enlace análogo punto a punto entre dos radios DGP-8550.
- Utilizar la banda libre del espectro radioeléctrico.

4.2 INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Radio portátil DGP-8550 (2).
- Software MOTOTRBO-CPS.
- Cable de configuración PMKN4012B.
- Destornillador de pala.
- Analizador de espectro GSP-830.

4.3 INTRODUCCION

Los enlaces punto a punto son los más sencillos de implementar y tienen una gran variedad de aplicaciones en la banda de VHF gracias a la cobertura que solo los radios portátiles sin ningún equipo extra pueden alcanzar; por lo tanto, son una solución fácil y rápida para este tipo de enlaces.

4.4 TEORIA

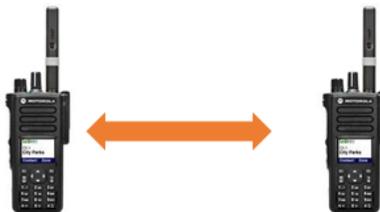


Ilustración 80. Enlace punto a punto con radios DGP8550.

Fuente: <http://www.arci.com.mx/wp-content/uploads/2013/04/DGP8550-DGP8050.pdf>

4.4.1 ENLACE FIJO PUNTO A PUNTO

Comunicación proporcionada por un enlace radioeléctrico, entre dos estaciones situadas en puntos fijos determinados.

Los radios portátiles de baja potencia y corto alcance de operación itinerante deberán operar con un ancho de banda de 12.5kHz.

Los radios portátiles de baja potencia y corto alcance de operación itinerante pueden ser utilizados en sitios o lugares geográficos no especificados dentro del territorio nacional, por periodos variables u ocasionales, así mismo, deberán operar exclusivamente en modo de operación radio a radio. Está prohibido el uso de estaciones de base o repetidoras de enlace o cubrimiento, así como el acceso de la red telefónica pública conmutada RTPC o a otras redes privadas o públicas de telecomunicaciones. Los radios portátiles de baja potencia y corto alcance deberán operar con las siguientes características técnicas de potencia y frecuencias.¹⁸

Banda (MHz)	Aplicación	Límite de Potencia
151.6125	Radios de operación itinerante	2W (P.R.A.)
153.0125		

Tabla 3: Bandas libres en el espectro radioeléctrico para Colombia

4.4.2 ANALIZADOR DE ESPECTRO

¹⁸ Agencia Nacional del Espectro. República de Colombia. Resolución N° 000711 de 11 OCT. 2016 por la cual se establecen las bandas de frecuencia de libre utilización dentro del territorio nacional y se derogan algunas disposiciones. 11 OCT. 2016

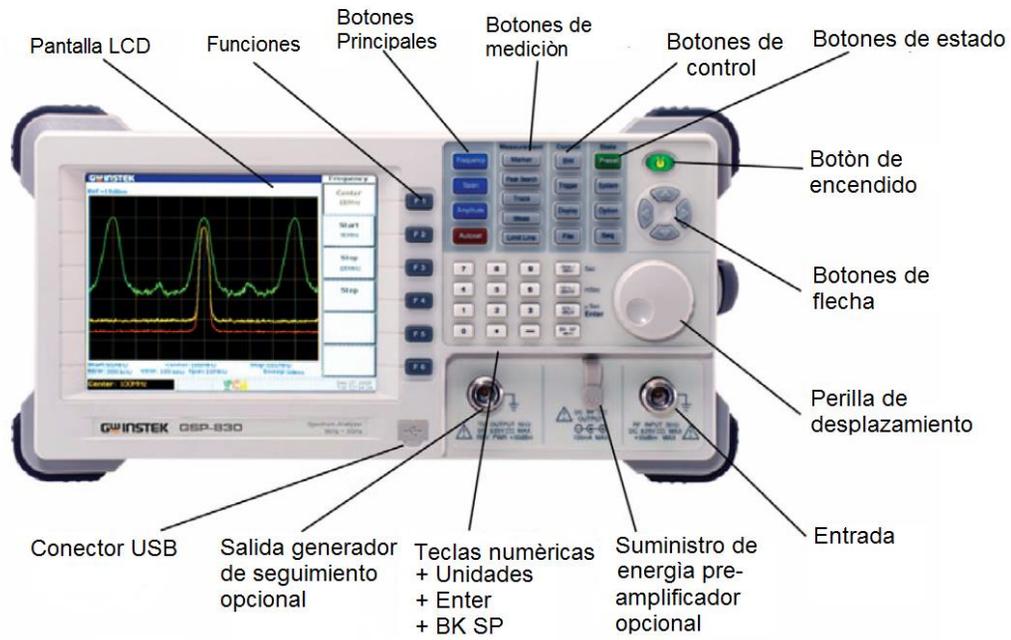


Ilustración 81. Analizador de espectro GSP-830, panel frontal.

Fuente: Jose Porras, Omar Sanchez.

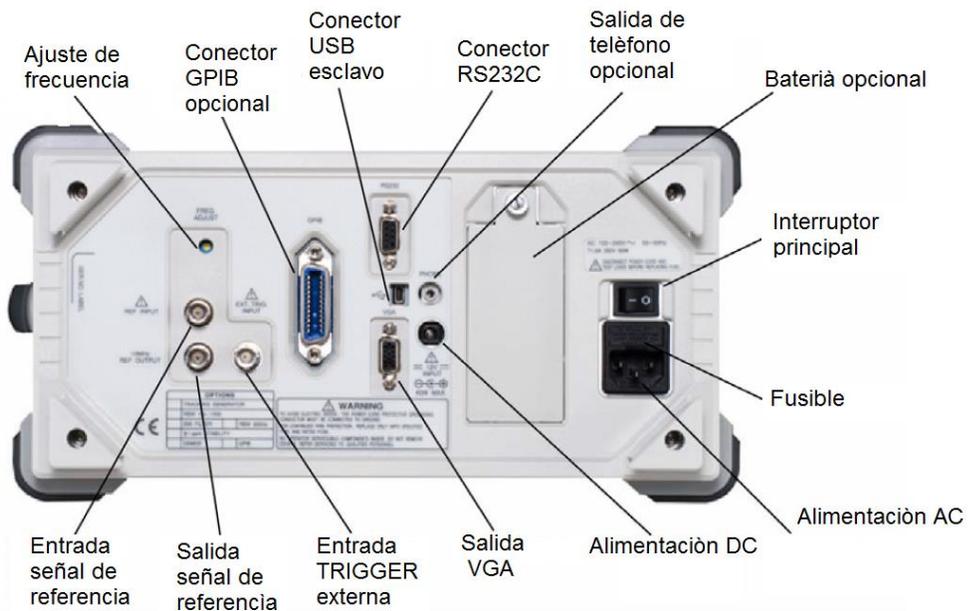


Ilustración 82. Analizador de espectro GSP-830, conexiones.

Fuente: Jose Porras, Omar Sanchez.

4.5 PROCEDIMIENTOS

4.5.1 CONFIGURAR LOS RADIOS

- Remover el escudo del conector universal con un destornillador de pala.

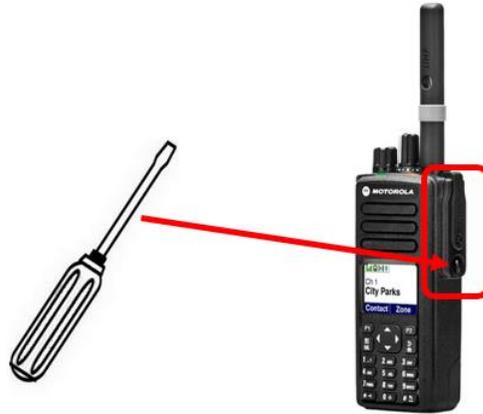


Ilustración 83. Remover escudo de conector universal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el cable PMKN4012B al radio y al computador por USB.



Ilustración 84. Conexión cable PMKN4012B.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Encender el radio girando el mando de encendido/apagado/volumen en sentido de las manecillas del reloj. Se escuchará un tono de encendido del radio.

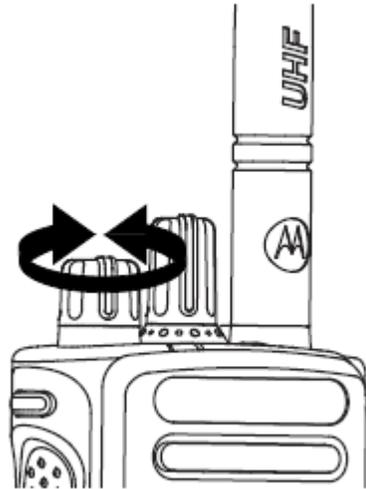


Ilustración 85. Encendido radio DGP8550.

Fuente: Manual de usuario.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 86. Acceso al software.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para que el software reconozca automáticamente el radio.

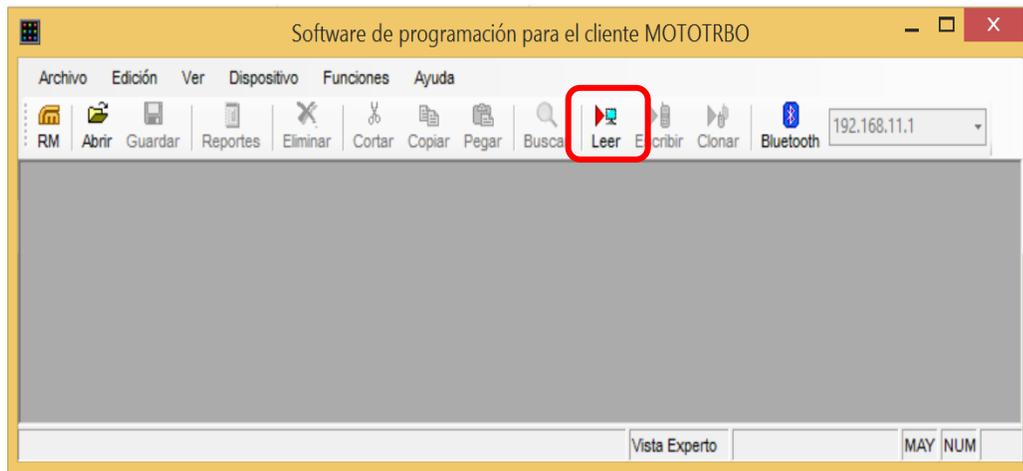


Ilustración 87. Inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- El software estará leyendo el dispositivo como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 88. Indicador de progreso de lectura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como esta, en la cual se muestra las características del radio y su versión.

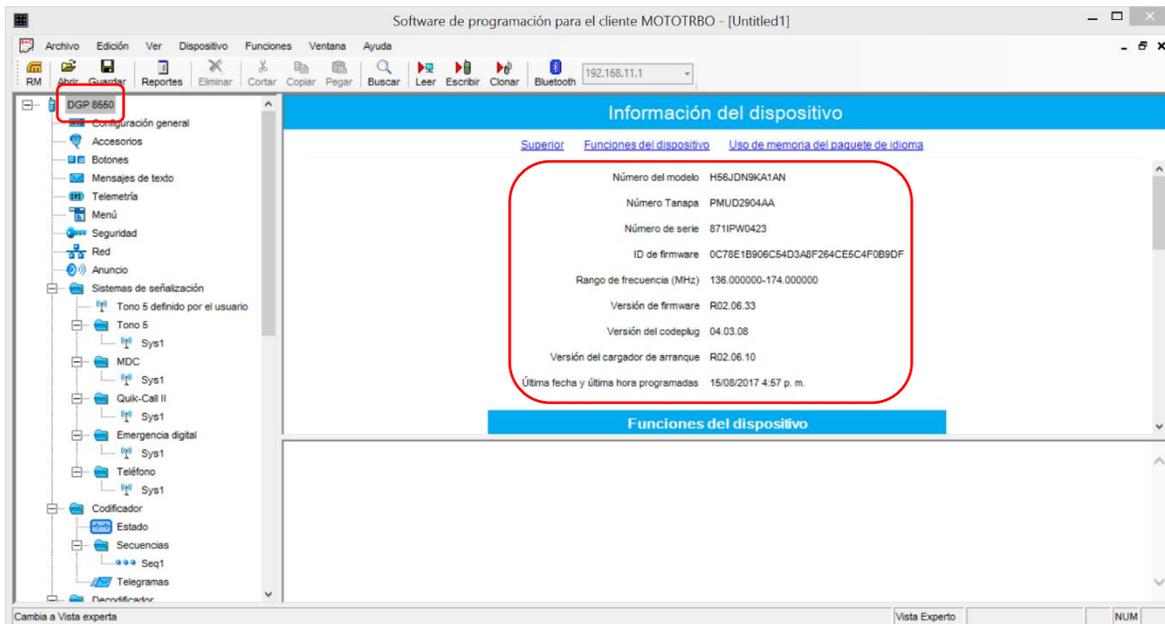


Ilustración 89. Información del dispositivo.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Buscar la carpeta Zone1 y hacer Click sobre ella donde aparecerá una ventana como la siguiente.

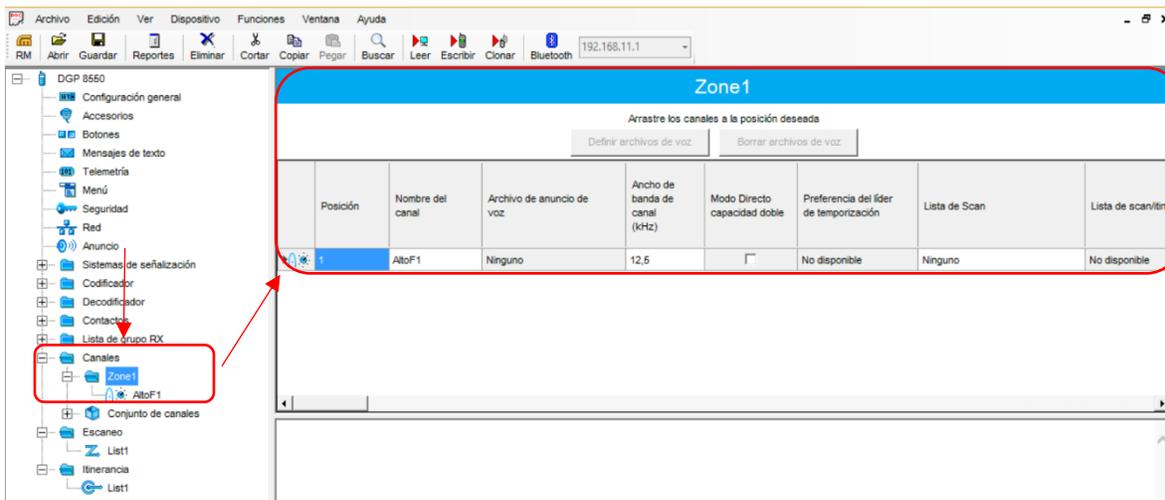


Ilustración 90. Zone1.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Para agregar un nuevo canal a Zone1, hacer Click en Edición-Añadir-Canal analógico o Canal digital.

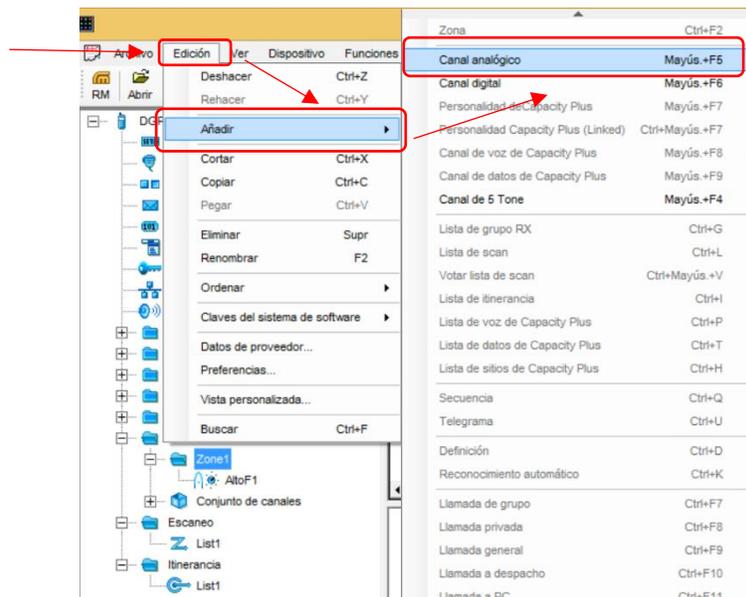


Ilustración 91. Agregar un canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá un nuevo canal analógico que por defecto se llama "Canal1" dentro de la Zone1. Las opciones que aparecen en gris no son configurables en este caso pues es un enlace ANALOGO. Para este caso editamos el nombre solamente.



Ilustración 92. Ubicación del nuevo canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Para la configuración de las frecuencias hacer Click en “Canal1”. Se mostrará una ventana como la siguiente.

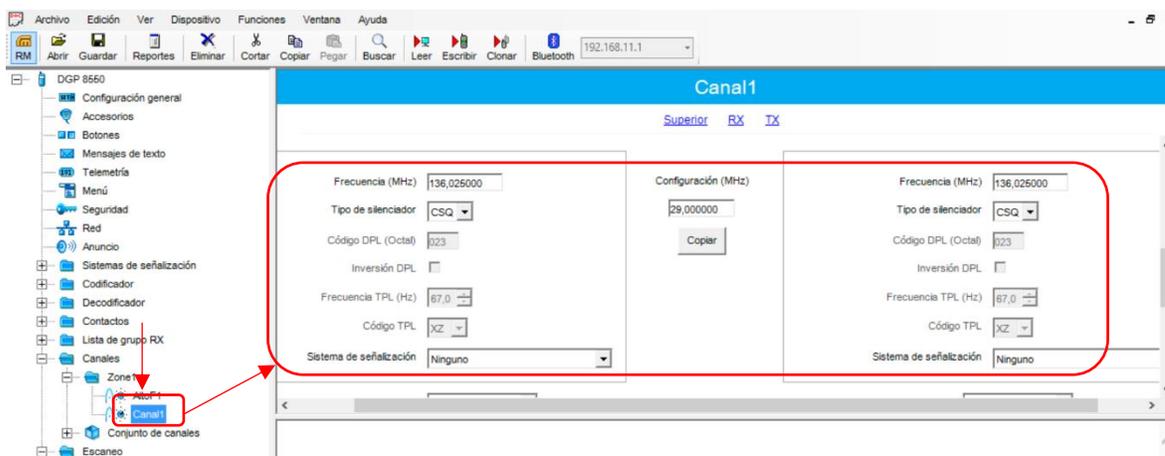


Ilustración 93. Canal1.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Para un enlace punto a punto la frecuencia transmisora y la receptora deben ser la misma; elegir una de las bandas libres del espectro radioeléctrico estipuladas por el MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia).
- Mensajes de texto predeterminados. Hacer Click en la carpeta Mensajes de texto, Añadir y en el recuadro en blanco escribir el mensaje de texto que se quiere predeterminar en el radio.

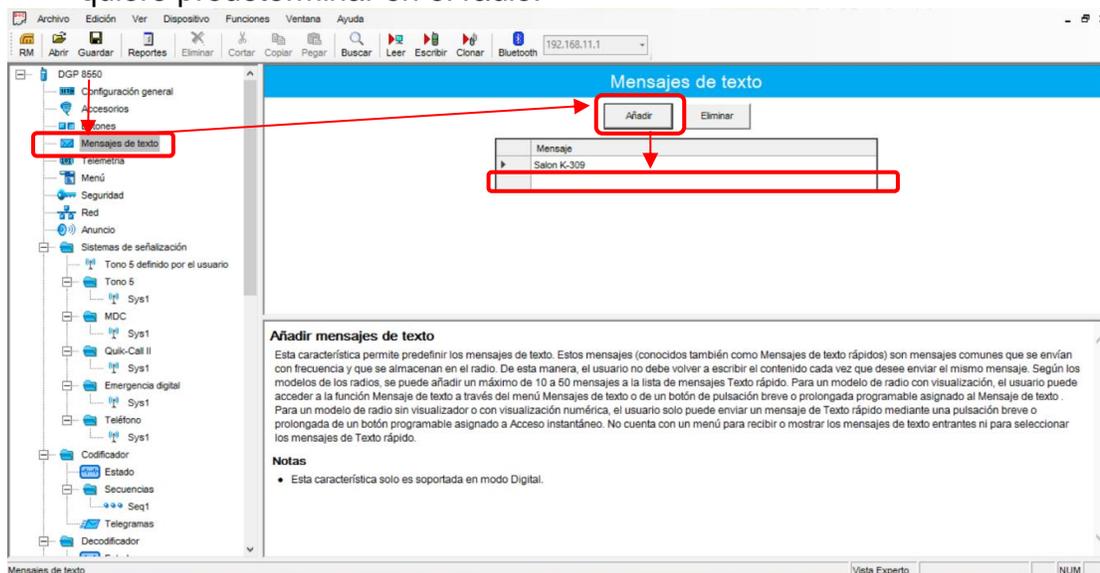


Ilustración 94. Mensajes de texto predeterminados.

- A continuación, hacer Click al botón Escribir para guardar la programación en el radio.

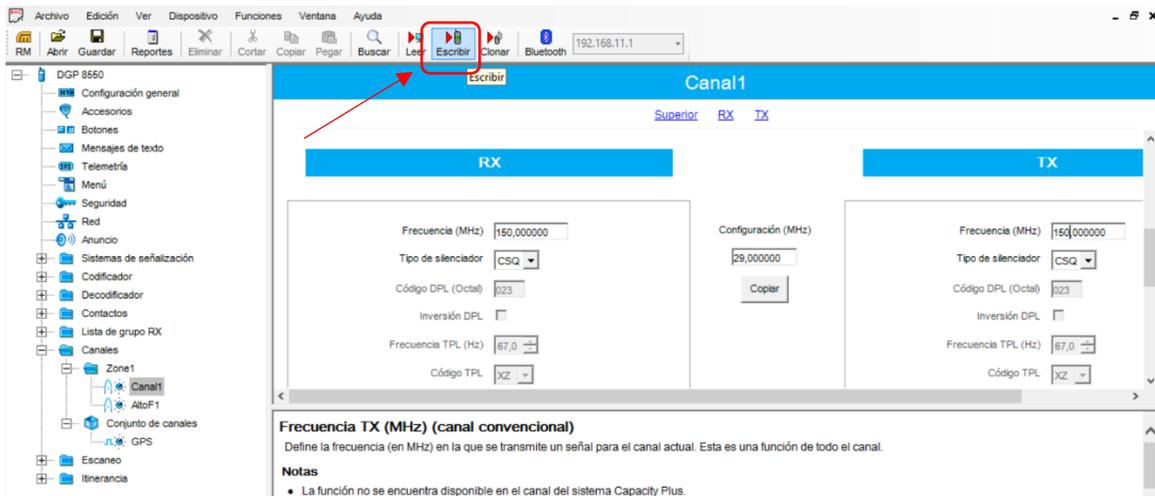


Ilustración 95. Escribir.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá una ventana la cual nos indica el progreso de escritura del dispositivo en porcentaje.

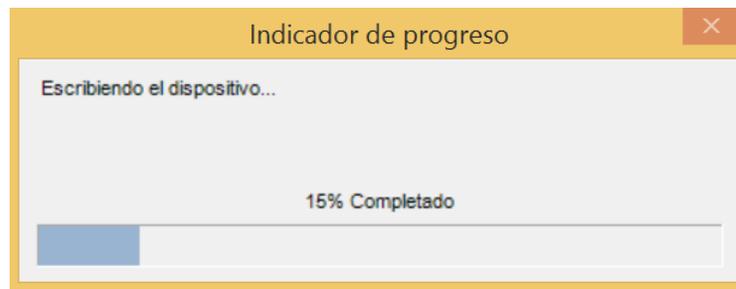


Ilustración 96. Indicador de progreso escritura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: “Escritura al dispositivo completada”. Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

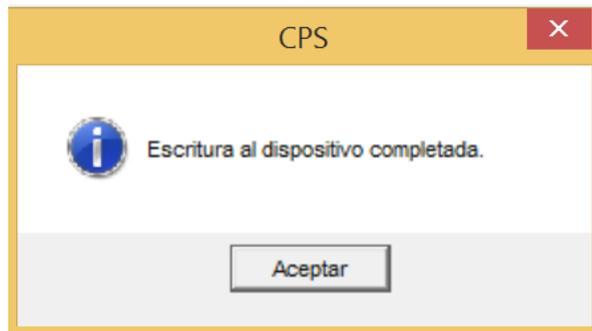


Ilustración 97. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En el momento en el que el radio DGP8550 se ha programado se debe desconectar el cable de programación PMKN4012B. Para programar el otro radio DGP8550 se repetirán los pasos anteriores, o se podrá hacer una clonación de la siguiente manera.

- Una vez conectado el cable de programación al radio y al computador, se tendrá en el software la siguiente pantalla, en donde finalizó la escritura del anterior radio, hacer Click en el botón Clonar.

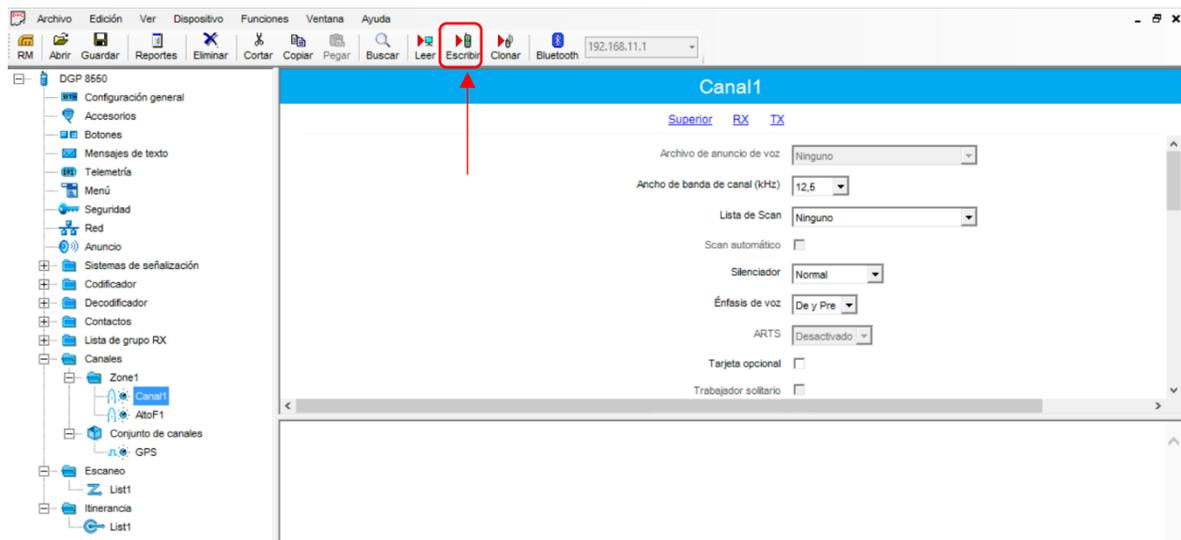


Ilustración 98. Clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Se mostrará en pantalla una ventana con los dispositivos conectados al computador, en este caso solo saldrá el radio DGP8550 que vamos a clonar. Hacer Click en el botón Aceptar.

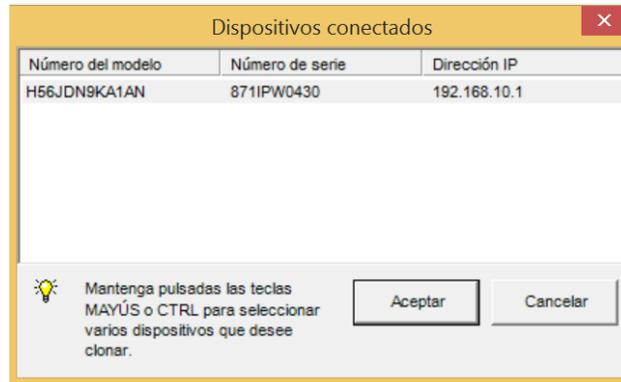


Ilustración 99. Dispositivos conectados para clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como la siguiente que indica el estado de la clonación.

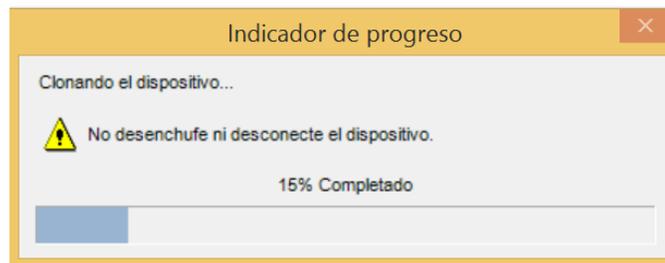


Ilustración 100. Indicador de progreso.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de clonación haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: "Cloneo completado". Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

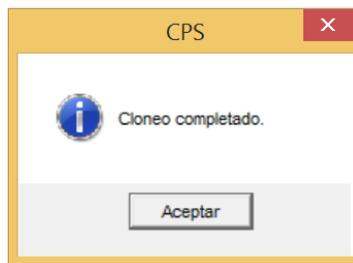


Ilustración 101. Clonación completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Después de hacer Click en aceptar se puede desconectar el radio del computador y ajustar el escudo del conector universal. El enlace punto a punto se encuentra configurado.

4.5.2 UBICAR LA ZONA Y EL CANAL

- Oprimir el botón P1 y seleccionar la zona en donde está el canal programado, dentro de esa zona elegir el canal con el mando selector de canal. Este proceso se realiza en los dos radios DGP8550.

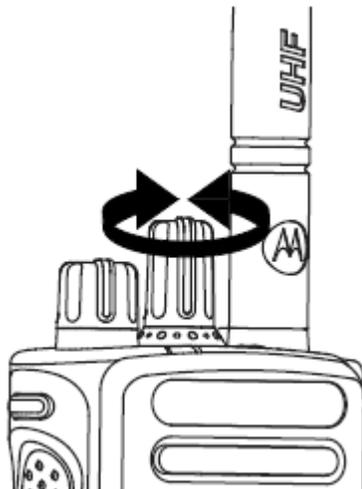


Ilustración 102. Mando selector de canal.

Fuente: Manual de usuario.

- Oprimir el boton Push-To-Talk (PTT) para comprobar que existe comunicación entre los dos radios.

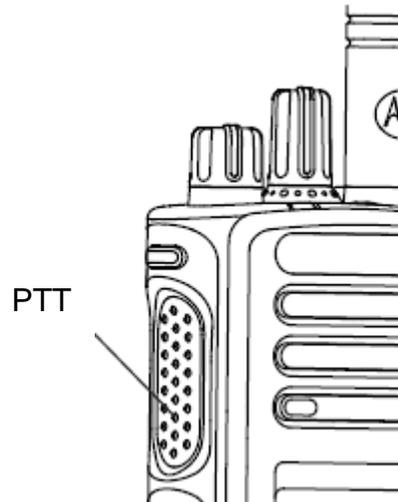


Ilustración 103. Botón PTT.

Fuente: Manual de usuario

4.5.3 LECTURA EN EL ANALIZADOR DE ESPECTRO

- Encienda el analizador de espectro GSP-830 oprimiendo el botón de encendido.



Ilustración 104. Analizador de espectro GSP 830.

Fuente: Manual de usuario.

- Oprima el botón  para ajustar las frecuencias de trabajo. Aparecerá una ventana en la cual ajustaremos la banda de frecuencias de trabajo.

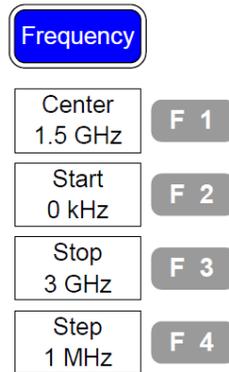


Ilustración 105. Ajuste de frecuencias.

Fuente: Manual de usuario.

- Ajustar el inicio del barrido (Start) oprima el botón , luego en el teclado numérico se debe anotar la frecuencia inicial y finalmente colocar las unidades con el botón MHz.
- Ajustar el fin del barrido (Stop) oprima el botón , luego en el teclado numérico se debe anotar la frecuencia final y finalmente colocar las unidades con el botón MHz.

- Presionamos el botón PTT en el radio para visualizar la frecuencia en la pantalla del analizador, en pantalla se mostrará una frecuencia con amplitud alta. Para ubicar cual es dicha frecuencia se debe oprimir el botón . Se creará automáticamente una marca en el pico más alto de esta señal con el número 1, su frecuencia y amplitud saldrán en pantalla como lo muestra la siguiente figura.

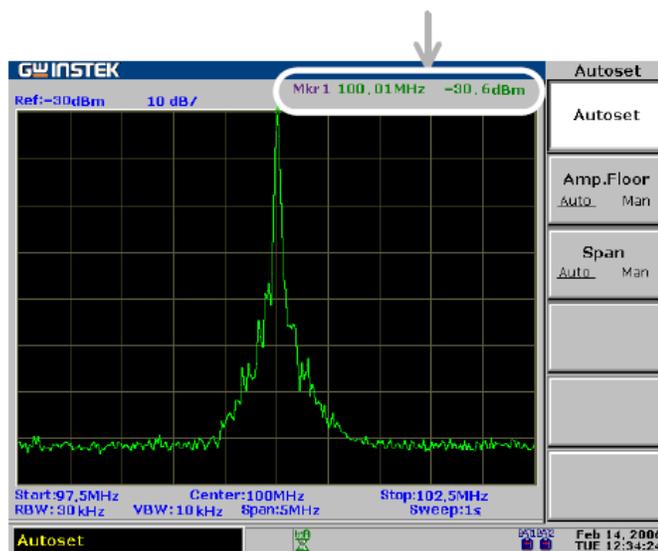


Ilustración 106. Señal en el analizador de espectro.

Fuente: Manual de usuario.

- Si obtenemos varios picos de frecuencias podemos buscar cada señal oprimiendo el botón  y dependiendo de donde esté ubicada la señal se podrá desplazar de izquierda a derecha con los botones de funciones  y .



Ilustración 107. Peak search.

ANEXO 5. RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO CON RADIO BASE MÓVIL MOTOROLA DEM500

5. PRÁCTICA 5

5.1 OBJETIVOS

- Realizar un radio enlace análogo punto a punto entre dos radios DEM 500.
- Utilizar la banda libre del espectro radioeléctrico.

5.2 INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Radio base móvil DEM 500.
- Software MOTOTRBO-CPS.
- Cable de configuración PMKN4147A.
- Antena Magnética + Base + Bobina VHF 5/8.
- Fuentes de 20A – 13.8Vdc - ASTRON RS-20A

5.3 INTRODUCCION

Una de las aplicaciones en enlaces en la banda de VHF son los enlaces punto a punto; mas sin embargo en ciertas ocasiones este enlace debe de ser de mayor potencia que un radio portátil, pero sin la necesidad de implementar una repetidora abarcando así más cobertura. Para este tipo de situación existe el radio base móvil que tiene más cobertura sin necesidad de una repetidora y tiene la posibilidad de ser implementado en un vehículo.

5.4 TEORÍA

Un enlace fijo punto a punto es una comunicación proporcionada por un enlace radioeléctrico, entre dos estaciones situadas en puntos fijos determinados.

Los radios portátiles de baja potencia y corto alcance de operación itinerante deberán operar con un ancho de banda de 12.5kHz.

Los radios portátiles de baja potencia y corto alcance de operación itinerante pueden ser utilizados en sitios o lugares geográficos no especificados dentro del territorio nacional, por periodos variables u ocasionales, así mismo, deberán operar exclusivamente en modo de operación radio a radio. Está prohibido el uso de estaciones de base o repetidoras de enlace o cubrimiento, así como el acceso

de la red telefónica pública conmutada RTPC o a otras redes privadas o públicas de telecomunicaciones.

Los radios portátiles de baja potencia y corto alcance deberán operar con las siguientes características técnicas de potencia y frecuencias¹⁹.

Banda (MHz)	Aplicación	Límite de Potencia
151.6125	Radios de operación itinerante	2W (P.R.A.)
153.0125		

5.5 PROCEDIMIENTO

5.5.1 CONFIGURAR LOS RADIOS

- Encender el radio oprimiendo el botón ON/OFF

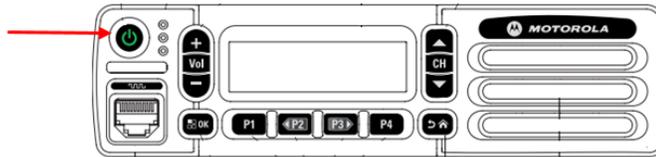


Ilustración 108. Encendido del radio DEM500.

Fuente: Manual del usuario.

- Retirar el micrófono compacto PMMN4090A del radio



Ilustración 109. Retirar el micrófono.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

¹⁹ Agencia Nacional del Espectro, República de Colombia. Resolución N° 000711 de 11 OCT. 2016 por la cual se establecen las bandas de frecuencia de libre utilización dentro del territorio nacional y se derogan algunas disposiciones.

- Conectar el cable de configuración PMKN4147A entre el radio y el computador por USB.



Ilustración 110. Conexión cable de configuración PMKN4147A.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 111. Acceso al software.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para observar en pantalla todos los datos internos del radio.

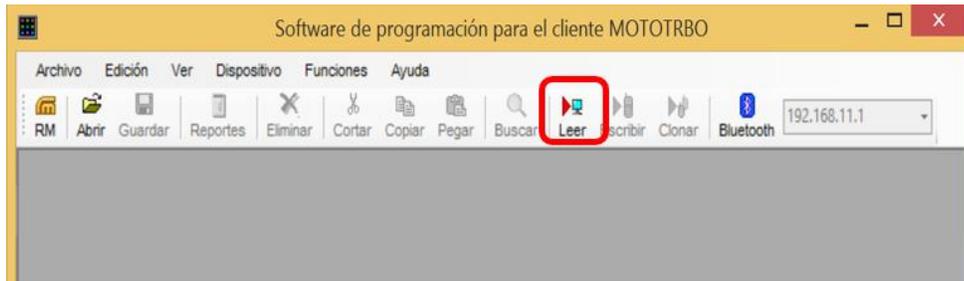


Ilustración 112. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez

- El software estará leyendo el dispositivo como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 113. Indicador de progreso de lectura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como se muestra en la ilustración 114 donde aparece un menú de carpetas que tiene el radio entre ellas el modelo del mismo y todas sus características.

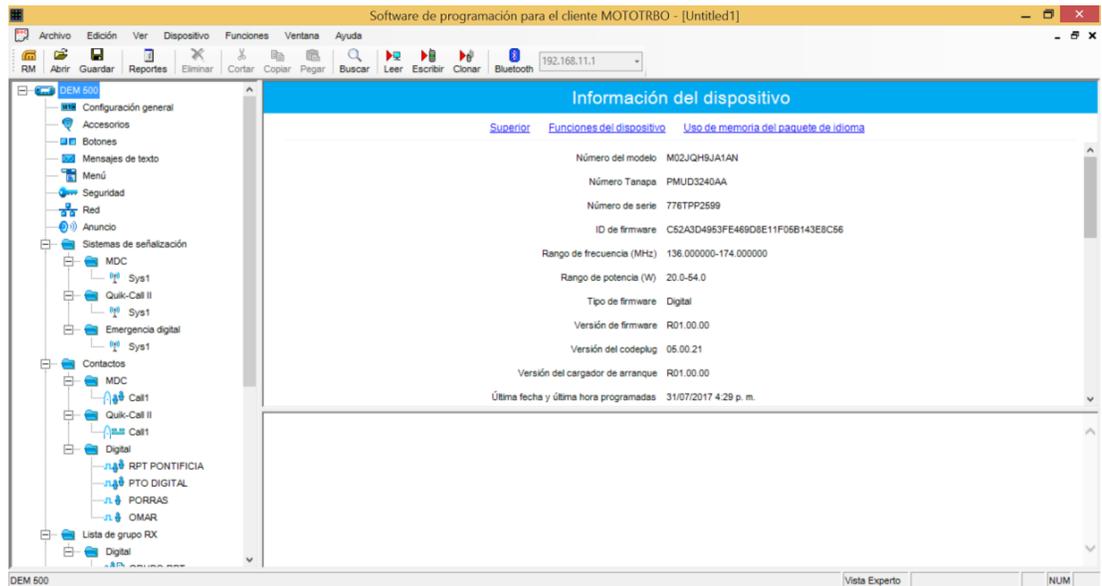


Ilustración 114. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Buscar la carpeta Canales y hacer Click derecho sobre la carpeta Zone1-Añadir-Canal análogo.

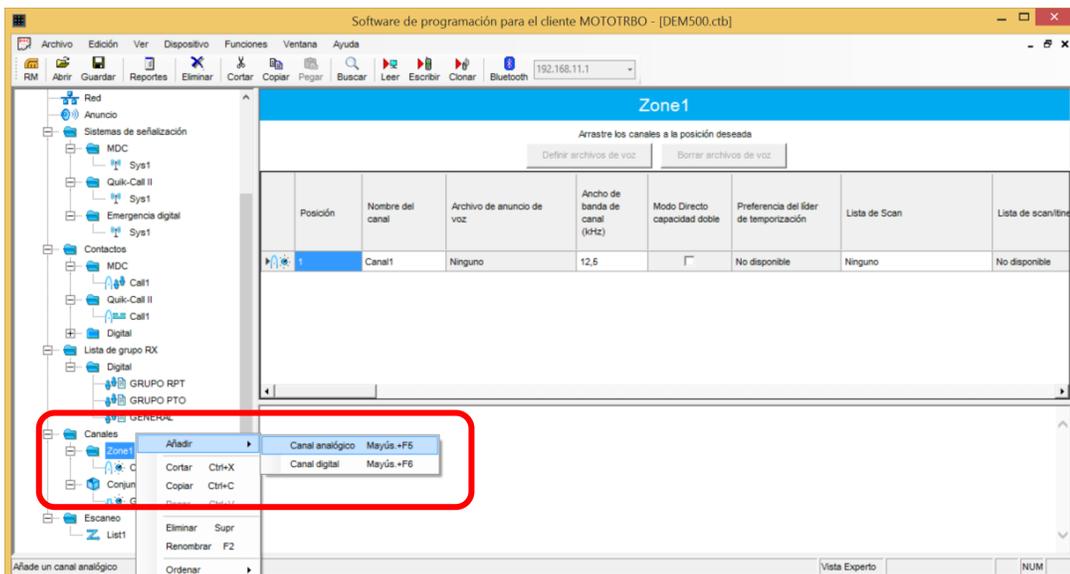


Ilustración 115. Añadir un canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer el nuevo canal en la carpeta Zone1, para cambiar el nombre del canal hacer Click sobre el nombre actual.

Zone1								
Arrastre los canales a la posición deseada								
<input type="button" value="Definir archivos de voz"/> <input type="button" value="Borrar archivos de voz"/>								
	Posición	Nombre del canal	Archivo de anuncio de voz	Ancho de banda de canal (KHz)	Modo Directo capacidad doble	Preferencia del líder de temporización	Lista de Scan	Lista de scan/fine
	1	Canal1	Ninguno	12,5	<input type="checkbox"/>	No disponible	Ninguno	No disponible
	2	TEST-UPB	Ninguno	12,5	<input type="checkbox"/>	No disponible	Ninguno	No disponible

Ilustración 116. Nombre del canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click sobre el nombre del canal dentro de la carpeta Zone1 para observar y modificar las características de dicho canal, debe aparecer una ventana como la siguiente.

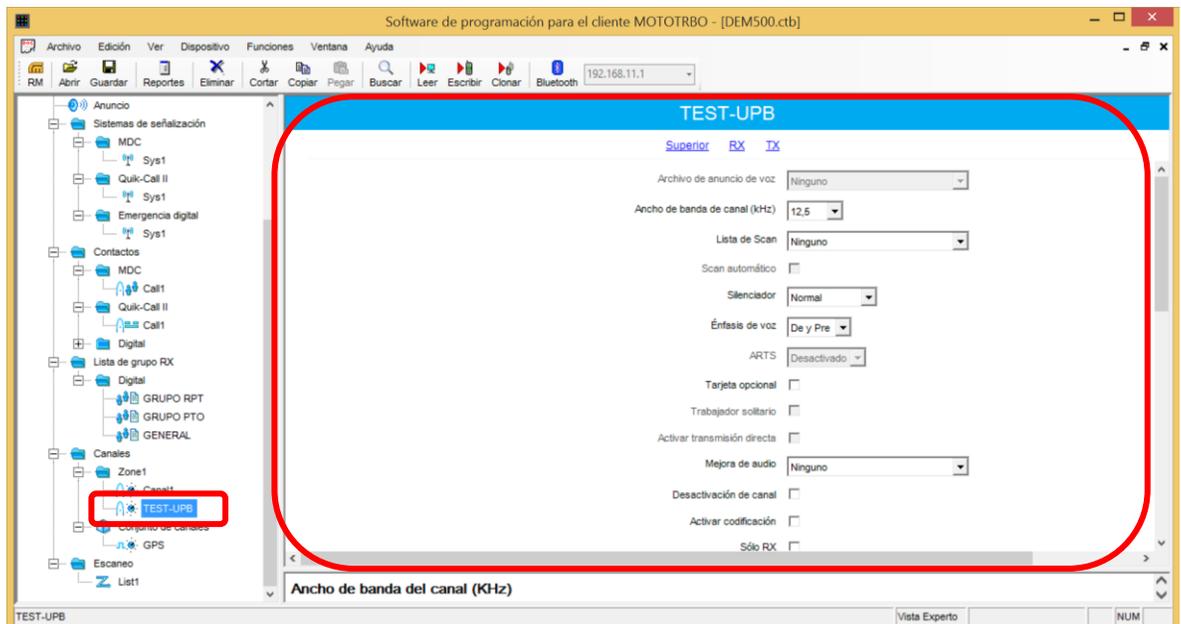


Ilustración 117. Características del canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez

- Ajuste los valores tal como se muestra en la ilustración 12, el ancho de banda de canal 12,5 KHz es el estipulado por el MinTIC.

Ilustración 118. Ancho de banda de canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez

- Buscar en la Tabla 1 la frecuencia de la antena tipo látigo con la que va a trabajar según su longitud para así poder configurar dicha frecuencia en el radio.

Antena 5/8 VHF 3 dB		
Pulgadas	Centímetros	Frecuencia (MHz)
53	134,62	135,8
52	132,08	137,7
51	129,54	139,0
50	127	140,9
49	124,46	142,5
48	121,92	144,2
47	119,38	145,8
46	116,84	148,1
45	114,3	150,9
44	111,76	155,6
43	109,22	158,1
42	106,68	161,1
41	104,14	163,9
40	101,6	166,5
39	99,06	168,6
38	96,52	173,6

Tabla 4: Dimensiones y Frecuencias para antena 5/8 VHF 3dB

- Hacer Click en TX o RX para ir directamente a la configuración de la transmisión y la recepción, deberá aparecer una figura como la siguiente. Ajustar la frecuencia de transmisión (Tx) y recepción (Rx) de tal forma que sean exactamente iguales.

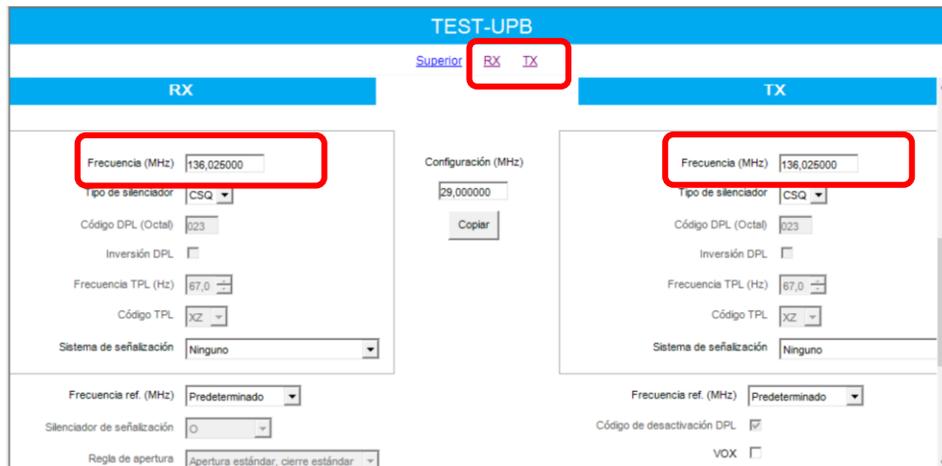


Ilustración 119. Configuración recepción y transmisión.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez

- A continuación, hacer Click al botón Escribir para guardar la programación en el radio.

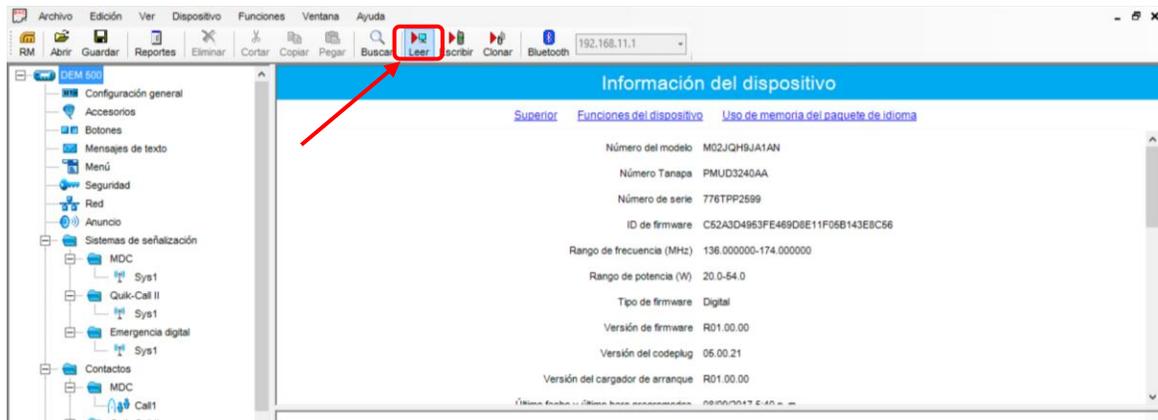


Ilustración 120. Escribir.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá una ventana la cual nos indica el progreso de escritura del dispositivo en porcentaje.

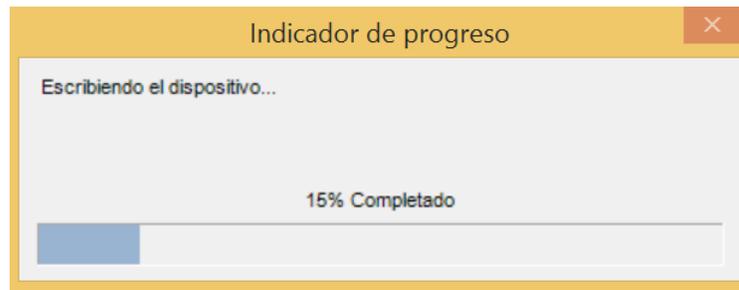


Ilustración 121. Indicador de progreso escritura.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: "Escritura al dispositivo completada". Dar Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

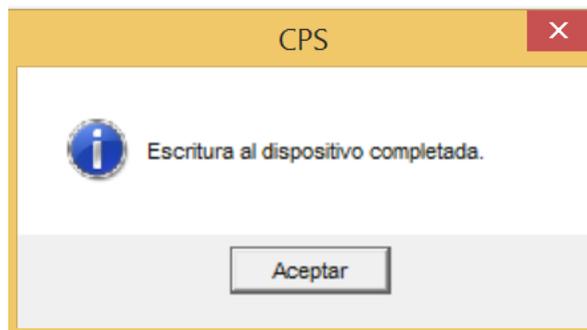


Ilustración 122. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

En el momento en el que el radio DEM500 se ha programado se debe desconectar el cable de programación PMKN4147A. Para programar el otro radio DEM500 se repetirán los pasos anteriores, o se podrá hacer una clonación de la siguiente manera.

- Una vez conectado el cable de programación al radio y al computador, se tendrá en el software la siguiente pantalla, en donde finalizó la escritura del anterior radio, en donde se debe dar Click al botón Clonar.

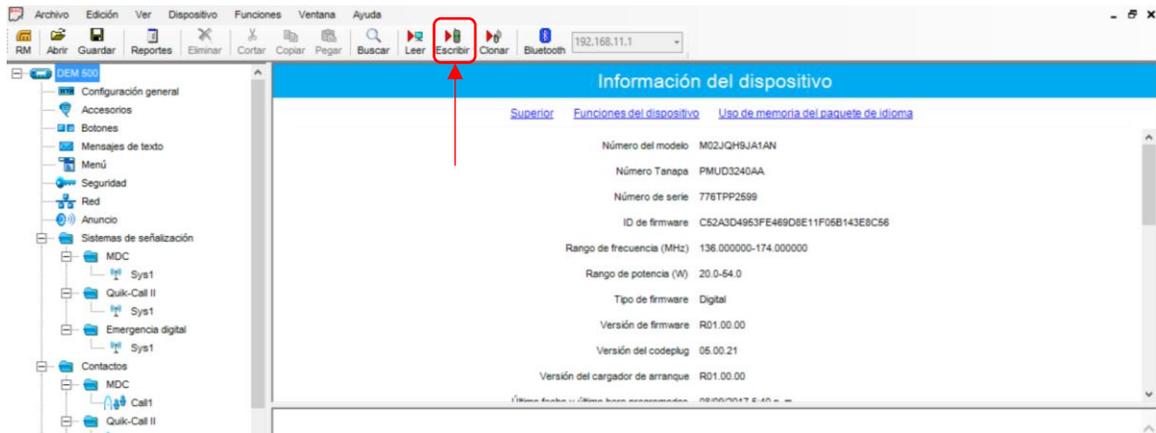


Ilustración 123. Clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Se mostrará en pantalla una ventana con los dispositivos conectados al computador, en este caso solo saldrá el radio DEM500 que vamos a clonar. Hacer Click en el botón Aceptar.

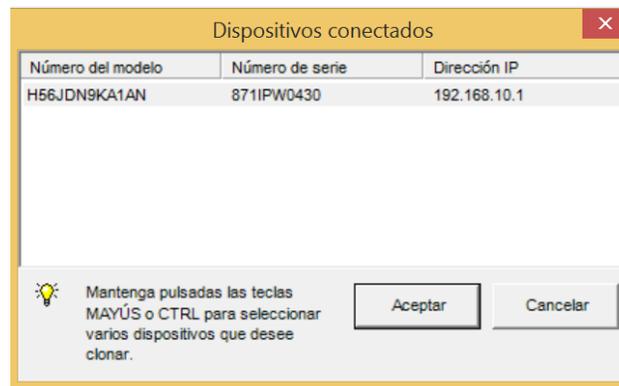


Ilustración 124. Dispositivos conectados para clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer una ventana como la siguiente que indica el estado de la clonación.

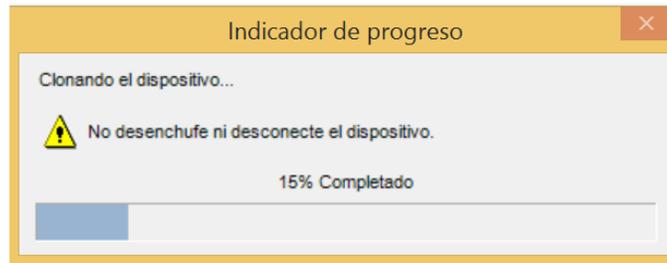


Ilustración 125. Indicador de progreso.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de clonación haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: "Cloneo completado". Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio se reiniciará.

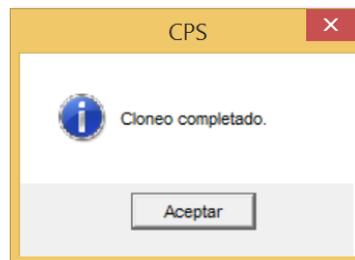


Ilustración 126. Clonación completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Después de dar Click en Aceptar se puede desconectar el radio del computador y conectar el micrófono. El enlace punto a punto se encuentra configurado.

5.5.2 SELECCIÓN DE UNA ZONA

Una zona es un grupo de canales. El radio permite hasta 128 canales y 25 zonas, con un máximo de 128 canales por zona. Utilice el siguiente procedimiento para seleccionar una zona. Presione el botón programado **Zone** y vaya al paso 3. O, siga el procedimiento a continuación.

-  para acceder al menú.
-  o  para **Zone** y presione  para seleccionar.
- Se muestra la zona actual y se indica mediante un ✓.
-  o  para la zona deseada y presione  para seleccionar.
- La pantalla muestra “< Zone > Selected” momentáneamente y regresa a la pantalla de la zona seleccionada.

5.5.3 SELECCIÓN DE UN CANAL

- Una vez configurada la zona deseada (en caso de que haya varias zonas en el radio), para seleccionar un canal: Utilice el botón **Volume Up/Down** en el estado de selección de canales o presione el botón programado **Channel Up o Channel Down**. O, presione  o .
- Después de seleccionar un canal, puede seleccionar un alias o un ID del suscriptor o un alias o una ID de grupo mediante:
- Un botón programado **One Touch Access**.
- Teclas numéricas programadas: este método corresponde a las llamadas de grupo, privadas y generales, y se usa con el micrófono con teclado.
- Lista de contactos.
-  indica una función en modo solo análogo convencional.
-  indica una función en modo solo digital convencional.
- Oprimir el botón Push-To-Talk (PTT) para comprobar que existe comunicación entre los dos radios.

5.5.4 LECTURA EN EL ANALIZADOR DE ESPECTRO

- Encienda el analizador de espectro GSP-830 oprimiendo el botón de encendido.



Ilustración 127. Analizador de espectro GSP 830.

Fuente: Manual de usuario.

- Oprima el botón **Frequency** para ajustar las frecuencias de trabajo. Aparecerá una ventana en la cual ajustaremos la banda de frecuencias de trabajo.

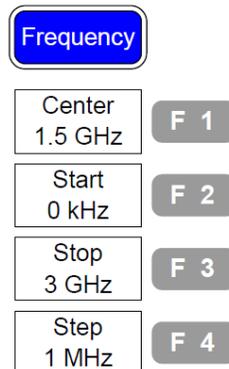


Ilustración 128. Ajuste de frecuencias.

Fuente: Manual de usuario.

- Ajustar el inicio del barrido (Start). Oprima el botón **F 2**, luego en el teclado numérico se debe anotar la frecuencia inicial y finalmente colocar las unidades con el botón MHz.
- Ajustar el fin del barrido (Stop) oprima el botón **F 3**, luego en el teclado numérico se debe anotar la frecuencia final y finalmente colocar las unidades con el botón MHz.

- Presionamos el botón PTT en el radio para visualizar la frecuencia en la pantalla del analizador, en pantalla se mostrará una frecuencia con amplitud alta. Para ubicar cual es dicha frecuencia se debe oprimir el botón . Se creará automáticamente una marca en el pico más alto de esta señal con el número 1, su frecuencia y amplitud saldrán en pantalla como lo muestra la siguiente figura.

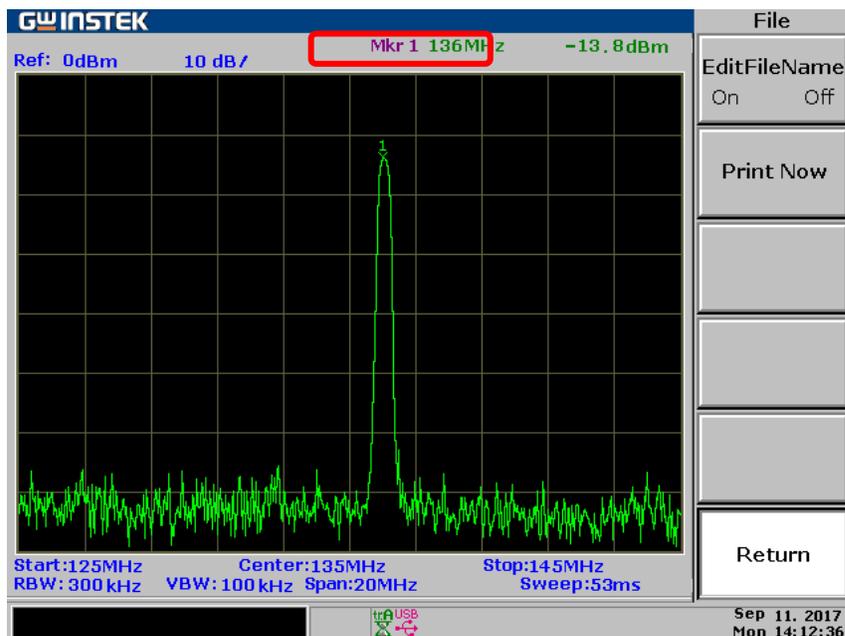


Ilustración 129. Señal en el analizador de espectro.

Fuente: Manual de usuario.

- Si obtenemos varios picos de frecuencias podemos buscar cada señal oprimiendo el botón  y dependiendo de donde esté ubicada la señal se podrá desplazar de izquierda a derecha con los botones de funciones  y .

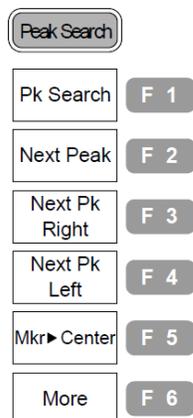


Ilustración 130. Peak search.

Fuente: Manual de usuario.

5.5.5 ACCESO AL RADIO MEDIANTE CONTRASEÑA

- Encienda el radio.
- Escuchará un tono continuo.
- Escriba su contraseña actual de cuatro dígitos con el micrófono con teclado. La pantalla muestra ●●●●. Presione  para continuar. O, escriba su contraseña actual de cuatro dígitos. Presione  o  para editar el valor numérico de cada dígito y  para escribir el dígito seleccionado y moverse al siguiente dígito. Cada dígito cambia a ●. Presione  para confirmar la selección.
- Escuchará un tono indicador positivo para cada dígito que presione. Presione <- para eliminar cada ● de la pantalla. Escuchará un tono indicador negativo si presiona  cuando la línea está vacía o si presiona más de cuatro dígitos.
- Si la contraseña es correcta: El radio se encenderá. O, si la contraseña es incorrecta: la pantalla muestra “Wrong Password”. Repita el paso 3. O, después de ingresar una contraseña incorrecta tres veces, la pantalla muestra “Wrong Password” y, a continuación, “Radio Locked”. Suena un tono y el indicador LED amarillo parpadea dos veces.

5.5.6 REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA DE GRUPO

- Seleccione el canal con el alias o la ID de grupo activos. O, presione el botón programado **One Touch Access**.
- Presione el botón **PTT** para realizar la llamada. Las luces LED verdes se iluminan. La primera línea de texto muestra el icono de llamada de grupo y el alias de la llamada de grupo.
- Espere a que el tono de Permiso para hablar deje de sonar (si está activado) y hable claramente al micrófono. O,  espere a que el tono lateral de **PTT** deje de sonar (si está activado) y hable claramente al micrófono.
- Suelte el botón **PTT** para escuchar. Cuando el radio de destino responde, el LED verde parpadea. Verá el icono de Llamada de grupo, el alias o la ID de grupo y el alias del radio transmisor o la ID en la pantalla.
-  Si la función de indicación de canal libre esta activada, oirá un breve tono de alerta en el momento en el que se libere el botón **PTT** del radio de destino, esto indica que el canal está libre para responder. Presione el botón **PTT** para responder. O, si no hay actividad de voz durante un periodo de tiempo predeterminado, la llamada finalizará.
- El radio regresa a la pantalla en la que se encontraba antes de iniciar la llamada.

5.5.7 REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA GENERAL

- Seleccione el canal con el alias o la ID del radio activo. Gire la perilla para seleccionar el canal con el alias o la ID del grupo Llamada general.
- Presione el botón **PTT** para realizar la llamada. La llamada muestra el icono de llamada de grupo y “All Call”.
- Espere a que el tono de Permiso para hablar deje de sonar (si está activado) y hable claramente al micrófono. O,  espere a que el tono lateral de **PTT** deje de sonar (si está activado) y hable claramente al micrófono.

5.5.8 REALIZACIÓN DE UNA ALERTA DE LLAMADA

A. Realización de una alerta de llamada desde la lista de contactos.

-  para acceder al menú.
-  o  para “Contacts” y presione  para seleccionar.

-  o  para el alias o la ID del suscriptor deseado y presione  para seleccionar.
-  o  para “Call Alert” y presione  para seleccionar.
- En la pantalla se muestra “Call Alert” y el alias o la ID del suscriptor, que indica que se ha enviado la alerta de llamada.
- Las luces LED verdes se iluminan cuando el radio envía la alerta de llamada.
- Si se recibe la confirmación de la alerta de llamada, en la pantalla se muestra un mini aviso positivo. O, si no se recibe la confirmación de la alerta de llamada, en la pantalla se muestra un mini aviso negativo.

B. Realización de una alerta de llamada con el botón *One Touch Access*

- Presione el botón programado **One Touch Access** para enviar una alerta de llamada a un alias o una ID predefinidos.
- En la pantalla se muestra “Call Alert” y el alias o la ID del suscriptor, que indica que se ha enviado la alerta de llamada.
- Las luces LED verdes se iluminan cuando el radio envía la alerta de llamada.
- Si se recibe la confirmación de la alerta de llamada, en la pantalla se muestra un mini aviso positivo. O, si no se recibe la confirmación de la alerta de llamada, en la pantalla se muestra un mini aviso negativo.

5.5.9 ENVIO DE UN MENSAJE DE TEXTO RÁPIDO

El radio DEM 500 permite un máximo de 50 mensajes de textos rápidos.

Procedimiento: Presione el botón **Text Messaging** y continúe con el paso 3. O, siga el procedimiento a continuación.

-  para acceder al menú.
-  o  para “Messages” y presione  para seleccionar.
-  o  para “Quick Text” y presione  para seleccionar.
-  o  para el texto rápido deseado y presione  para seleccionar.
-  o  para el alias o la ID del suscriptor deseados y presione  para seleccionar.
- La pantalla muestra un mini aviso de transición que confirma que el mensaje se está enviando.

- Si se envía el mensaje, suena un tono y la pantalla muestra un mini aviso positivo. O, si no se envía el mensaje, suena un tono grave y la pantalla muestra un mini aviso negativo.

5.5.10 ENVIO DE UNA ALARMA DE EMERGENCIA

- Presione el botón programado **Emergency On** o el pedal de **emergencia**.
- La pantalla muestra “Tx Alarma” y el alias del destinatario. El LED verde se ilumina y aparece el icono de emergencia. O,  la pantalla muestra “Tx Telegram” y el alias del destinatario. El LED se ilumina del color verde y aparece el icono de emergencia.
- Al recibir el reconocimiento de la alarma de emergencia, suena el tono de emergencia y el indicador LED verde parpadea. La pantalla muestra “Alarm Sent”. O, si el radio no recibe una confirmación de la alarma de emergencia, una vez que todos los reintentos se han agotado, se emite un tono y la pantalla muestra “Alarm Failed”.
- El radio sale del modo alarma de emergencia y regresa a la pantalla de inicio.
“Si el radio está configurado en mudo, no mostrara indicadores de audio ni visuales durante el modo de emergencia”.

ANEXO 6. RADIO ENLACE CON REPETIDOR DGR 6175

6. PRÁCTICA 6

6.1 OBJETIVOS

- Realizar un radio enlace análogo y digital con repetidor usando los radios portátiles y los radios base.
- Medir potencia y pérdidas de un enlace con repetidor.
- Reconocer y ajustar la antena G6.

6.2 INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Radio portátil DGP-8550 (2).
- Radio móvil base DEM500 (2).
- Software MOTOTRBO-CPS.
- Cable de configuración PMKN4010B.
- Destornillador de pala.
- Vatímetro MODEL 4304A.
- Carga fantasma JTDL-200M.
- Antena G6.
- Duplexer Q2220E.
- Analizador de espectro GSP-830.
- Kit universal de 30 adaptadores UNIDAPT RFA-4024.

6.3 INTRODUCCION

El enlace con repetidor permite enviar datos entre dos puntos distantes realizando una conexión sin línea de vista, lo que se refiere a que entre las antenas existen obstáculos. Para este tipo de enlace se relacionan componentes fundamentales como el transmisor, el repetidor, el receptor y el medio. El tipo de transmisión usado en este enlace son radio frecuencias que hacen parte del espectro electromagnético²⁰.

²⁰ GARCIA, Héctor Andrés, RAMIREZ, Jhon Henry, INGENIEROS DE TELECOMUNICACIONES. [En Línea], [Revisado 11 de octubre 2017] Disponible en internet < <http://ingenierosdetelecomunicaciones.blogspot.com/p/tv-digital.html>>

6.4 TEORIA

6.4.1 CARGA FANTASMA

Elemento conectado en lugar de una antena para prueba y ajuste de transmisores, de tal manera que no se producen interferencias innecesarias durante los ajustes.

Si un transmisor se prueba sin una carga, una antena o una carga artificial, puede resultar dañado. También, si un transmisor se ajusta sin estar conectado a una carga, funcionará de forma diferente cuando se conecte a la antena y los ajustes realizados serán incorrectos.

Una antena fantasma debe ser una resistencia pura, del mismo valor que la impedancia de salida del transmisor, normalmente 50 ohmios. La energía de radiofrecuencia disipada por la carga se transforma en calor, por lo que esta carga debe ser capaz de disipar toda la potencia que sea capaz de entregar el transmisor. Una carga fantasma ideal debe dar una Relación de Ondas Estacionarias de 1:1.

6.4.2 VATIMETRO

El vatímetro Bird 4304A es un sensor en línea que mide la potencia de RF y la carga en líneas de transmisión coaxial de 50Ω. Se puede utilizar con modulación CW, AM, FM y TV, pero no con modulación por pulsos. Suministra una banda ancha especial con un rango de frecuencias de 25 a 1000 MHz. Puede medir hasta 500 W, dependiendo de la frecuencia, y tiene un VSWR máximo de 1,07 con conectores "N" estándar. Un interruptor de rango permite reducir la potencia a escala completa para una mayor precisión.

6.4.3 ESQUEMA DE ENLACE CON REPETIDOR

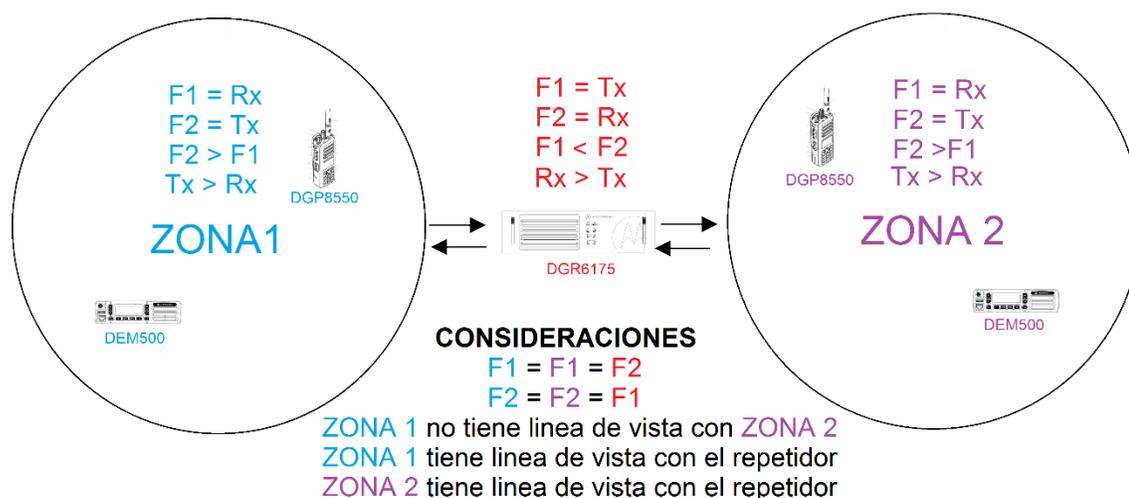


Ilustración 131. Esquema de enlace con repetidor.

Fuente: Jose Porras, Omar Sanchez.

6.4.4 ANTENA G6

Omnidireccional

Radiales 5/8 de onda alta colineales para un óptimo patrón de radiación.

Máxima diferencia de frecuencias: 5MHz de diferencia

Potencia máxima: 500W

Longitud máxima: Menor a 3m

Peso: 2.2Kg

Ganancia: 6dB

Rango de frecuencias: 137 hasta 174 MHz

Conector: PL-259

Impedancia: 52Ω

6.5 PROCEDIMIENTO

6.5.1 CONFIGURACION RADIOS PORTATILES DGP8550

- Remover el escudo del conector universal con un destornillador de pala.

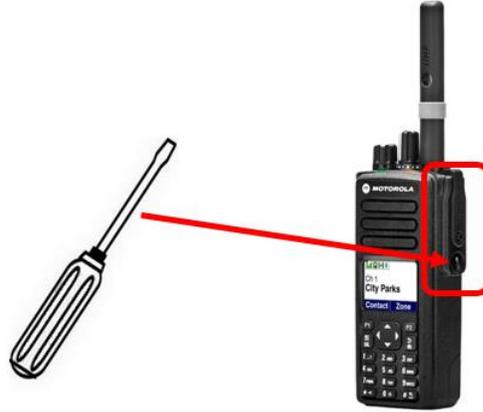


Ilustración 132. Remover escudo del conector universal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el cable PMKN4012B al radio DGP8550 y al computador por USB.



Ilustración 133. Conexión cable PMKN4012B.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Encender el radio DGP8550 girando el mando de encendido/apagado/volumen en sentido de las manecillas del reloj. Se escuchará un tono de encendido del radio.

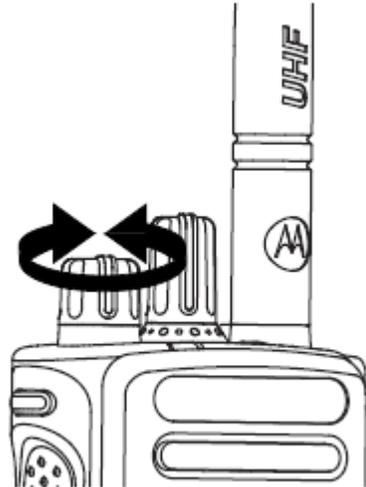


Ilustración 134. Encendido radio DGP8550.

Fuente: Manual de usuario.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 135. Acceso al software.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para que el software reconozca automáticamente el radio DGP8550.

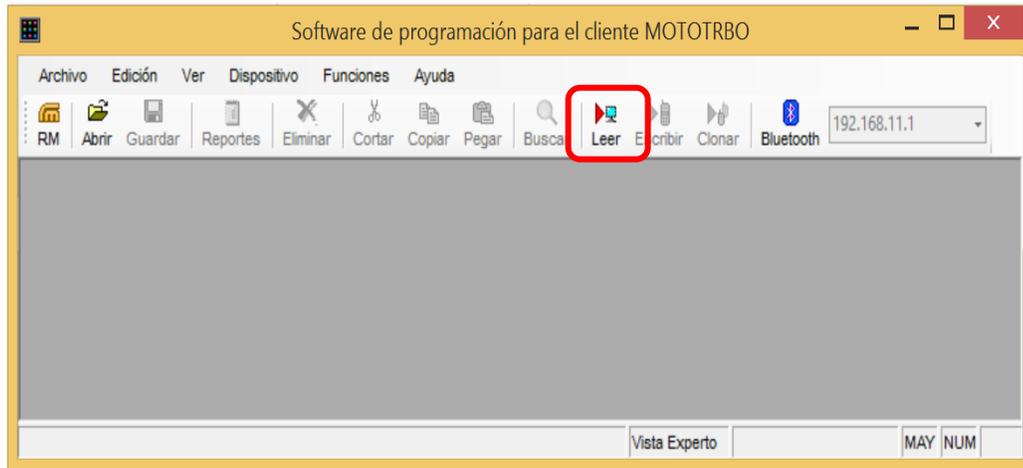


Ilustración 136. Inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Buscar la carpeta Zone1 y dar Click sobre ella. Aparecerá una ventana como la siguiente.

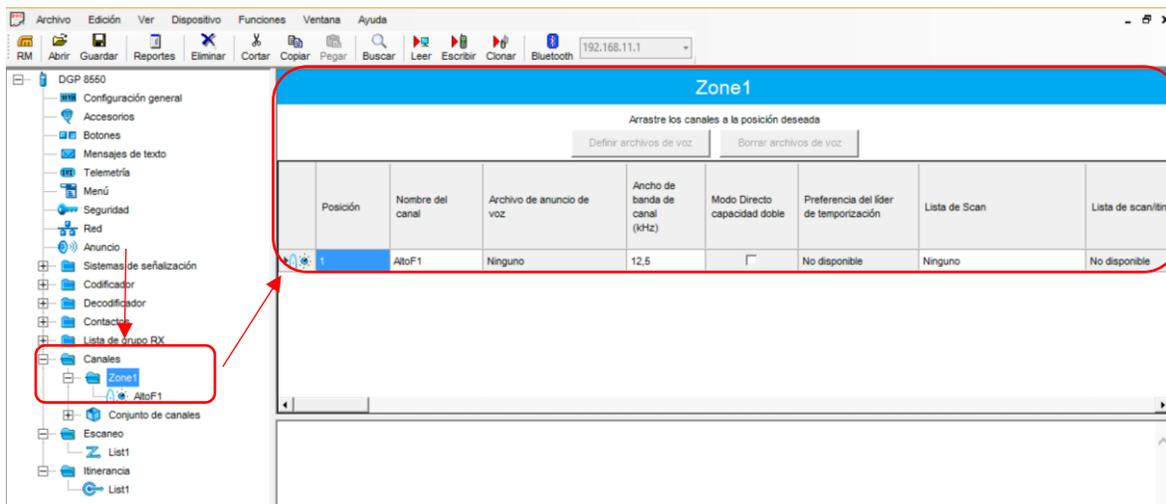


Ilustración 137. Zone1.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Agregar un nuevo canal a Zone1, dar Click en Edición-Añadir-Canal analógico o Canal digital (este debe ser igual para todos los equipos).

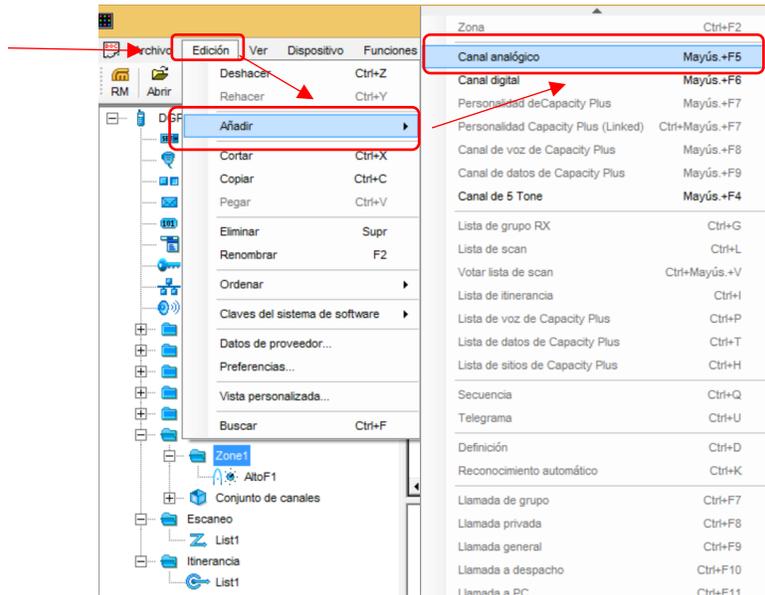


Ilustración 138. Agregar un canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Aparecerá un nuevo canal que por defecto se llama “Canal1” dentro de la Zone1. Para este caso se editará el nombre solamente.

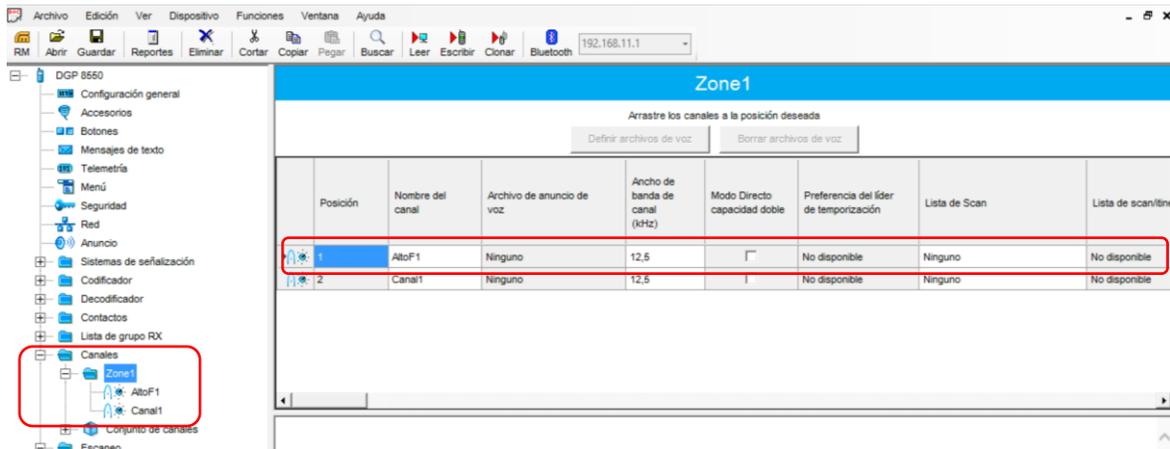


Ilustración 139. Ubicación del nuevo canal analógico.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Para la configuración de las frecuencias hacer Click en “Canal1”. Se mostrará una ventana como la siguiente.

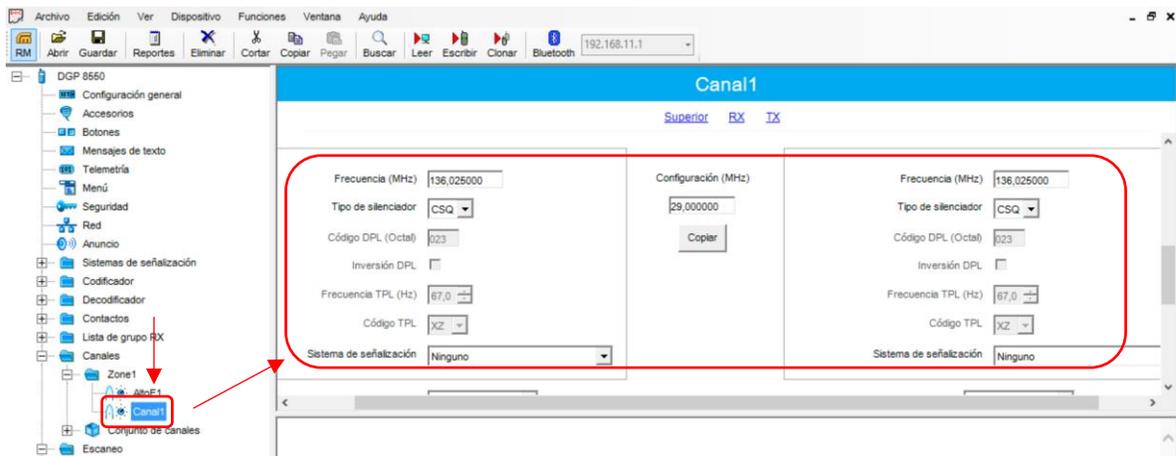


Ilustración 140. Canal1.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Para un enlace con repetidor la frecuencia transmisora y la receptora deben ser diferentes; elegimos dos frecuencias de las bandas libres del espectro radioeléctrico estipuladas por el MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia). Tener en cuenta que la frecuencia de transmisión debe ser mayor a la frecuencia de recepción en los radios para un enlace con repetidor.
- A continuación, hacer Click al botón Escribir para guardar la programación en el radio DGP8550.

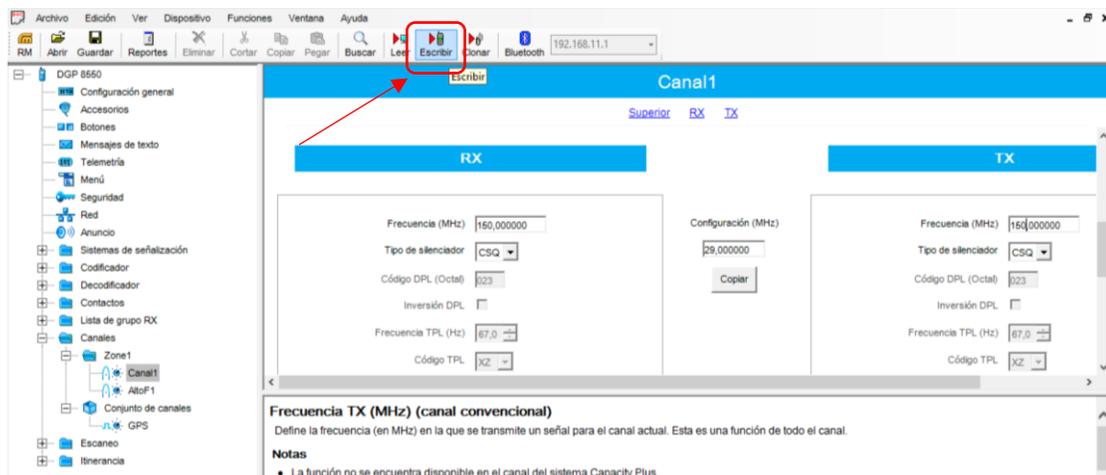


Ilustración 141. Escribir.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: “Escritura al dispositivo completada”. Se da Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio DGP 8550 se reiniciará.

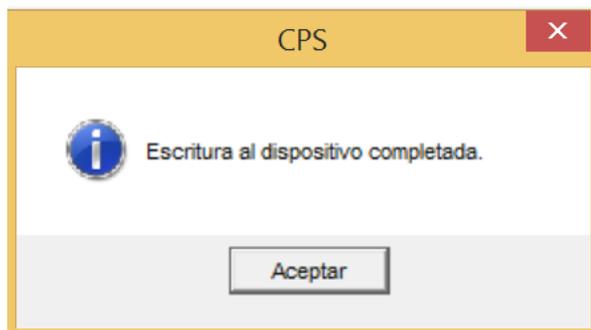


Ilustración 142. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En el momento en el que el radio DGP8550 se ha programado se debe desconectar el cable de programación PMKN4012B. Para programar el otro radio DGP8550 se repetirán los pasos anteriores, o se podrá hacer una clonación de la siguiente manera.
- Una vez conectado el cable de programación al radio DGP 8550 y al computador, se tendrá en el software la siguiente pantalla, en donde finalizó la escritura del anterior radio DGP8550, en donde se debe hacer Click al botón Clonar.

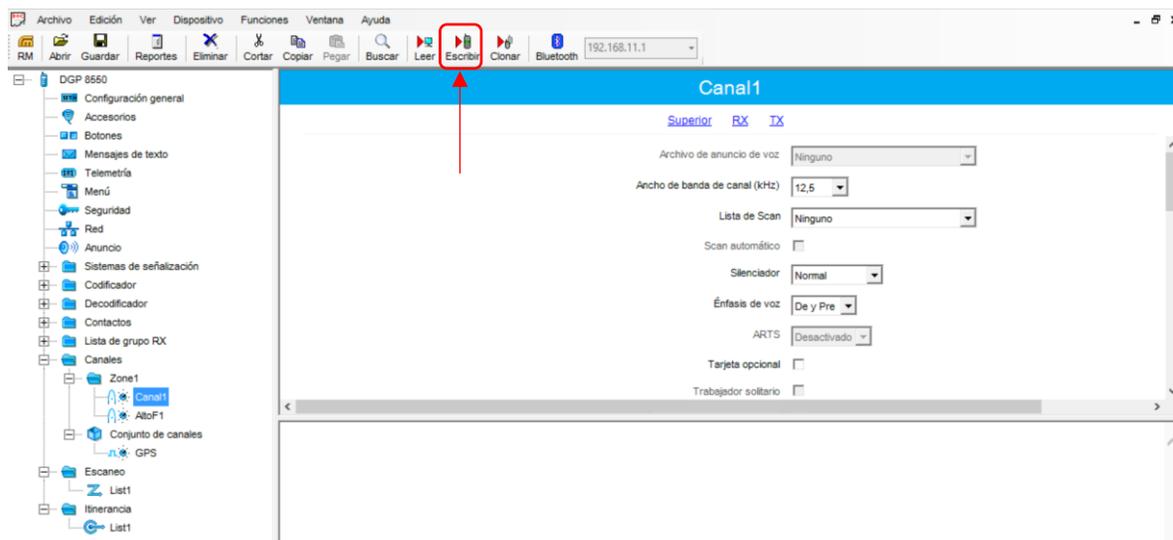


Ilustración 143. Clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Nota: Solo se pueden clonar los radios que tengan las mismas características. Es decir, solo la programación de un radio DGP8550 se puede clonar en otro radio DGP8550.

- Se mostrará en pantalla una ventana con los dispositivos conectados al computador, en este caso solo saldrá el radio DGP8550 que se va a Clonar. Hacer Click en el botón Aceptar.

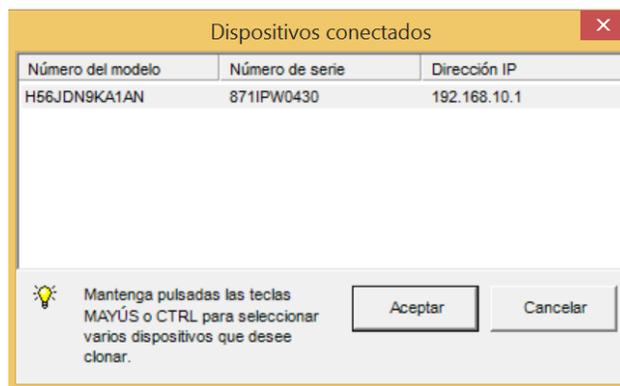


Ilustración 144. Dispositivos conectados para clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de clonación haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: "Cloneo completado". Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio DGP8550 se reiniciará.

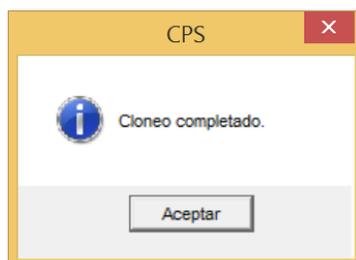


Ilustración 145. Clonación completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Después de dar Click en Aceptar se puede desconectar el radio DGP8550 del computador y ajustar el escudo del conector universal. Las frecuencias de repetidor para los radios DGP8550 se encuentran configuradas.

6.5.2 CONFIGURACION RADIOS BASE MOVIL DEM500

- Encender el radio DEM500 oprimiendo el botón ON/OFF.

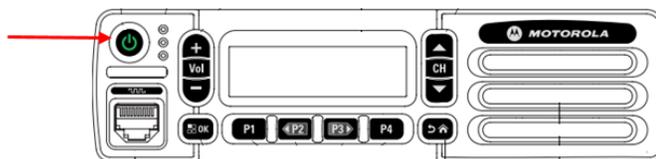


Ilustración 146. Encendido del radio DEM500.

Fuente: Manual del usuario.

- Retirar el micrófono compacto PMMN4090A del radio DEM500.



Ilustración 147. Retirar el micrófono.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el cable de configuración PMKN4147A entre el radio DEM500 y el computador por USB.



Ilustración 148. Conexión cable de configuración PMKN4147A.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 149. Acceso al software.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para observar en pantalla todos los datos internos del radio DEM500.

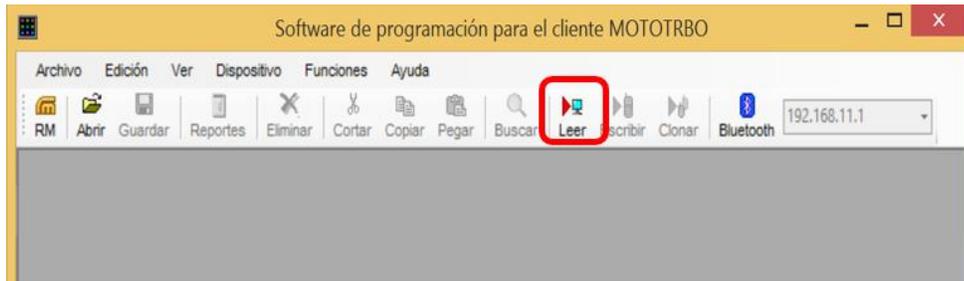


Ilustración 150. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Buscar la carpeta Canales y hacer Click derecho sobre la carpeta Zone1-Añadir-Canal análogo o Canal digital (este debe ser igual para todos los equipos).

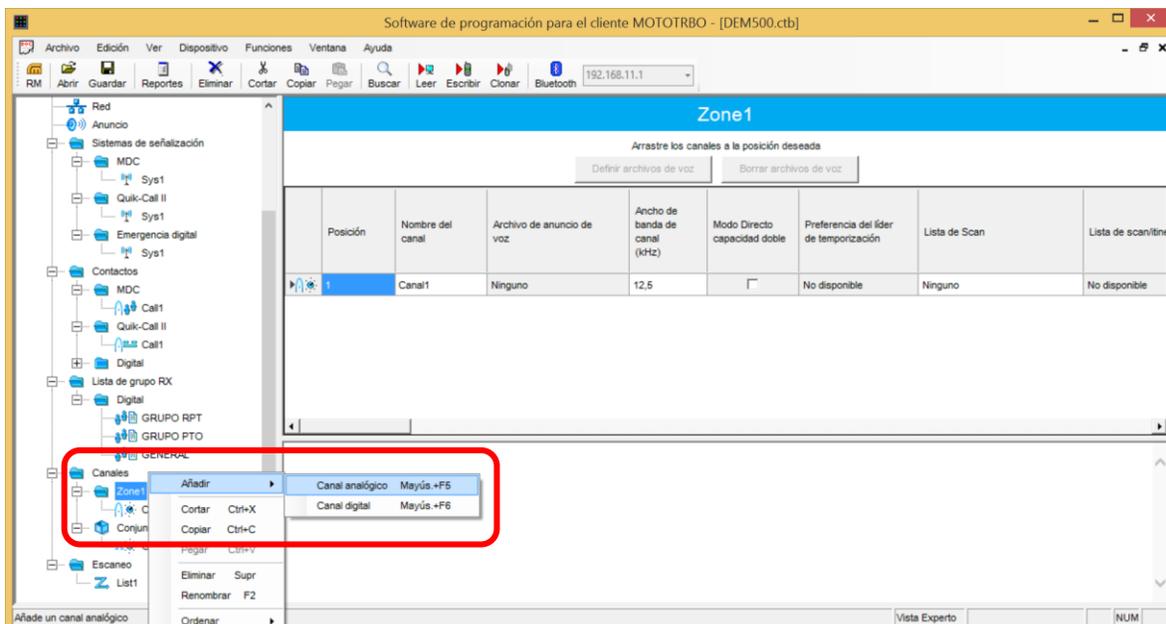


Ilustración 151. Añadir un canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Deberá aparecer el nuevo canal en la carpeta Zone1, para cambiar el nombre del canal hacer Click sobre el nombre actual.

Zone1								
Arrastre los canales a la posición deseada								
Definir archivos de voz			Borrar archivos de voz					
	Posición	Nombre del canal	Archivo de anuncio de voz	Ancho de banda de canal (kHz)	Modo Directo capacidad doble	Preferencia del líder de temporización	Lista de Scan	Lista de scan/tine
	1	Canal1	Ninguno	12,5	<input type="checkbox"/>	No disponible	Ninguno	No disponible
	2	TEST-UPB	Ninguno	12,5	<input type="checkbox"/>	No disponible	Ninguno	No disponible

Ilustración 152. Nombre del canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click sobre el nombre del canal dentro de la carpeta Zone1 para observar y modificar las características de dicho canal, debe aparecer una ventana como la siguiente.

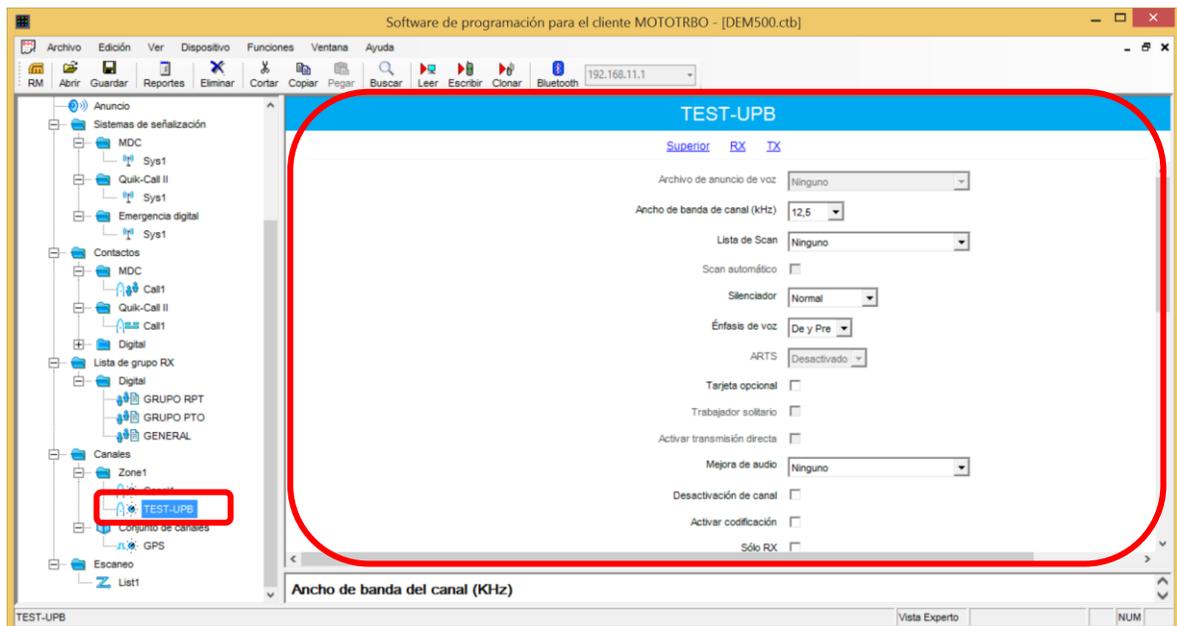


Ilustración 153. Características del canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Ajuste los valores tal como se muestra en la figura 12, el ancho de banda de canal 12,5 KHz es el estipulado por el MinTIC.

Ilustración 154. Ancho de banda de canal.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Buscar en la Tabla 1 la frecuencia de la antena tipo látigo con la que va a trabajar según su longitud para así poder configurar dicha frecuencia en el radio DEM500.

Antena 5/8 VHF 3 dB		
Pulgadas	Centímetros	Frecuencia (MHz)
53	134,62	135,8
52	132,08	137,7
51	129,54	139,0
50	127	140,9
49	124,46	142,5
48	121,92	144,2
47	119,38	145,8
46	116,84	148,1
45	114,3	150,9
44	111,76	155,6
43	109,22	158,1
42	106,68	161,1
41	104,14	163,9
40	101,6	166,5
39	99,06	168,6
38	96,52	173,6

Tabla 5: Dimensiones y Frecuencias para antena 5/8 VHF 3dB

- Hacer Click en TX o RX para ir directamente a la configuración de la transmisión y la recepción, deberá aparecer una figura como la siguiente. Ajustar la frecuencia de transmisión (TX) y recepción (Rx) igual a las frecuencias establecidas previamente en los radios portátiles DGP8550.

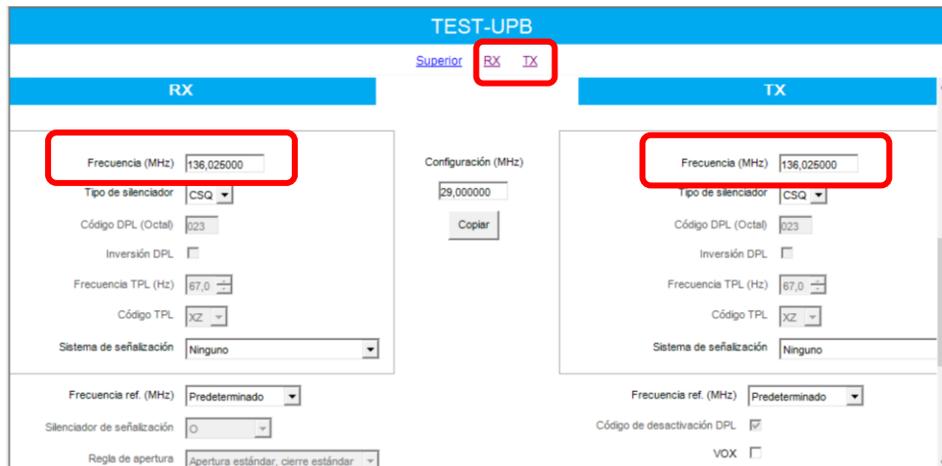


Ilustración 155. Configuración recepción y transmisión.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- A continuación, hacer Click al botón Escribir para guardar la programación en el radio DEM500.

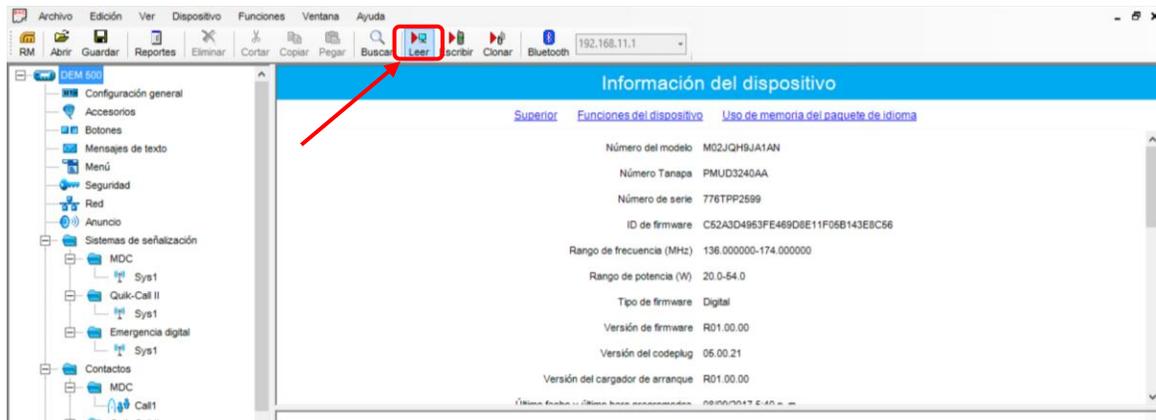


Ilustración 156. Escribir.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: “Escritura al dispositivo completada”. Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio DEM500 se reiniciará.

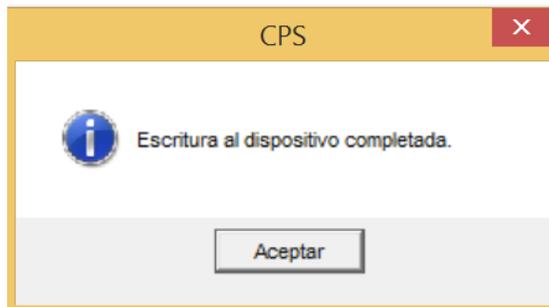


Ilustración 157. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- En el momento en el que el radio DEM500 se ha programado se debe desconectar el cable de programación PMKN4147A. Para programar el otro radio DEM500 se repetirán los pasos anteriores, o se podrá hacer una clonación de la siguiente manera.
- Una vez conectado el cable de programación al radio DEM500 y al computador, se tendrá en el software la siguiente pantalla, en donde finalizó la escritura del anterior radio DEM500, en donde se debe hacer Click al botón Clonar.

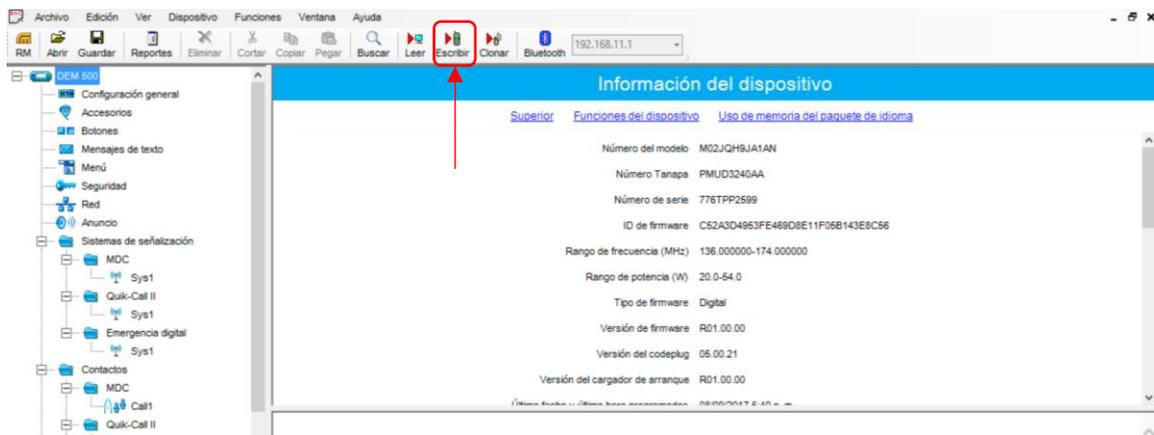


Ilustración 158. Clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Nota: Solo se pueden clonar los radios que tengan las mismas características. Es decir, solo la programación de un radio DEM500 se puede clonar en otro radio DEM500.

- Se mostrará en pantalla una ventana con los dispositivos conectados al computador, en este caso solo saldrá el radio DEM500 que vamos a clonar. Hacer Click en el botón Aceptar.

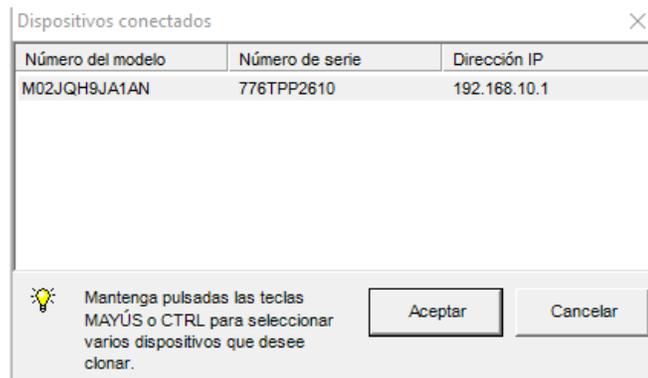


Ilustración 159. Dispositivos conectados para clonar.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de clonación haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: "Cloneo completado". Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el radio base se reiniciará.

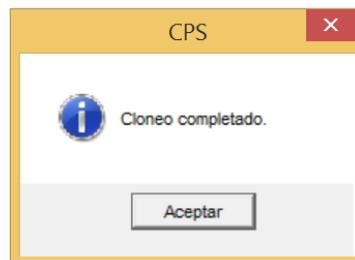


Ilustración 160. Clonación completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Después de hacer Click en Aceptar, desconectar el radio DEM500 del computador y conectar el micrófono. Las frecuencias de repetidor para los radios DEM500 se encuentran configuradas.

6.5.3 CONFIGURACION REPETIDOR DGR6175

- Conectar el cable de configuración PMKN4010B y encender el repetidor DGR6175 con el botón ON/OFF.

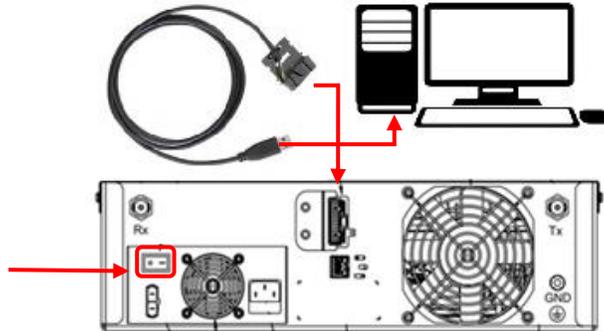


Ilustración 161. Encendido y conexión del repetidor DGR6175.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Abrir el software de configuración MOTOTRBO CPS.



Ilustración 162. Acceso al software MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Hacer Click en Leer para observar en pantalla todos los datos internos del repetidor DGR6175.

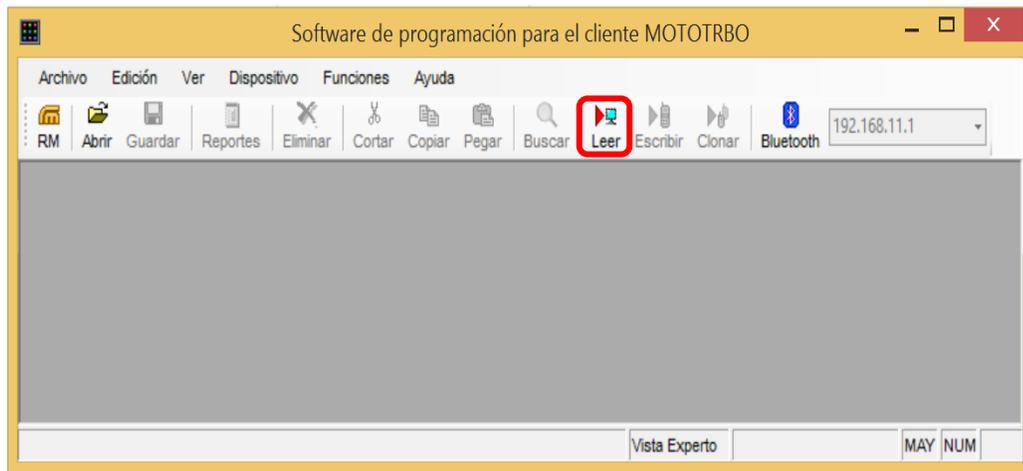


Ilustración 163. Ventana de inicio MOTOTRBO CPS.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Agregar un canal del tipo configurado en los radios previamente (análogo o digital) dentro de la Zone1, en el cual se debe especificar las frecuencias de trabajo del repetidor DGR6175.

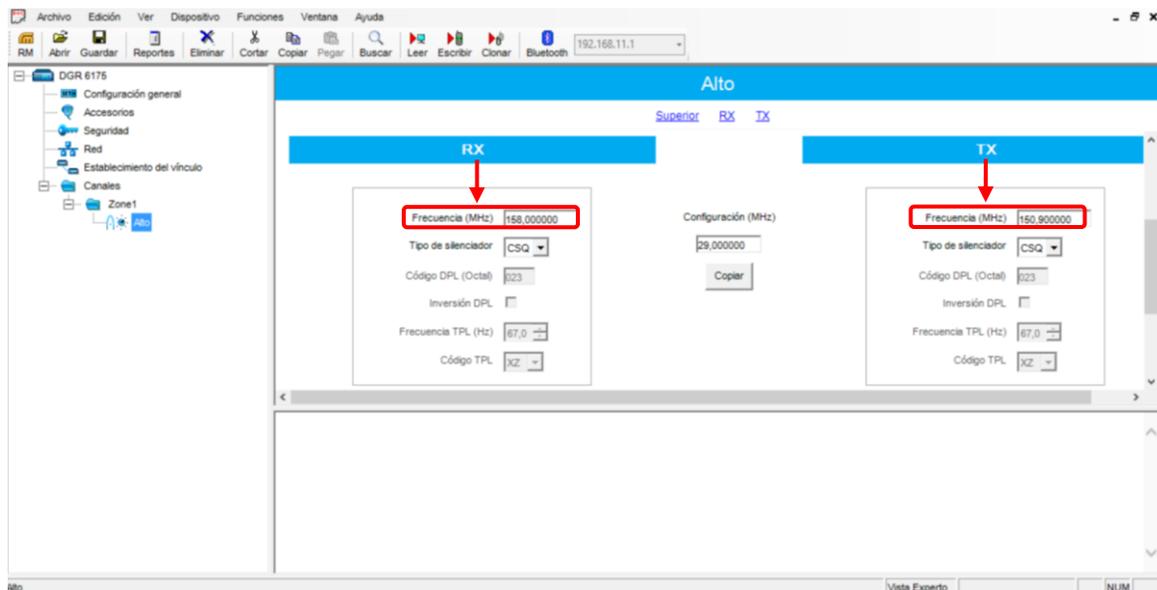


Ilustración 164. Ajuste de frecuencias.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Nota: La frecuencia de recepción del repetidor es la frecuencia de transmisión de los radios. Así mismo, la frecuencia de transmisión del repetidor es la frecuencia de recepción de los radios.

- Cuando se termine de configurar el equipo, hacer Click en Escribir para que la configuración sea enviada al mismo.

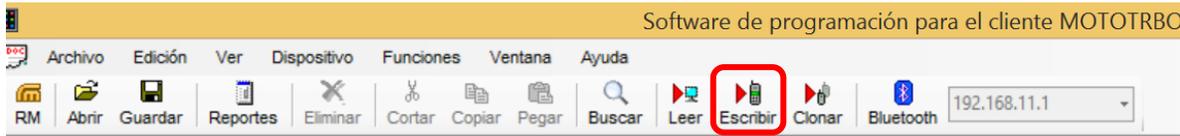


Ilustración 165. Escribir.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Cuando el proceso de escritura haya finalizado se mostrará una ventana en donde dice: "Escritura al dispositivo completada". Hacer Click en el botón Aceptar. Automáticamente el repetidor DGR6175 se reiniciará.

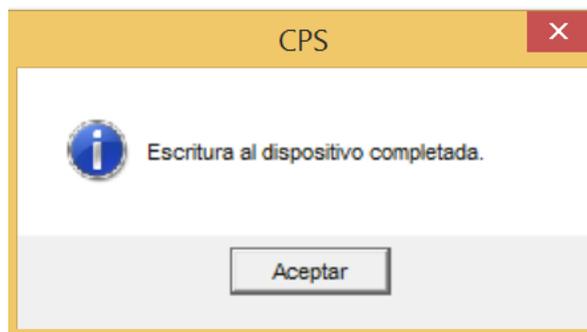


Ilustración 166. Escritura al dispositivo completada.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

6.5.4 CONEXIÓN DUPLEXER Q2220E

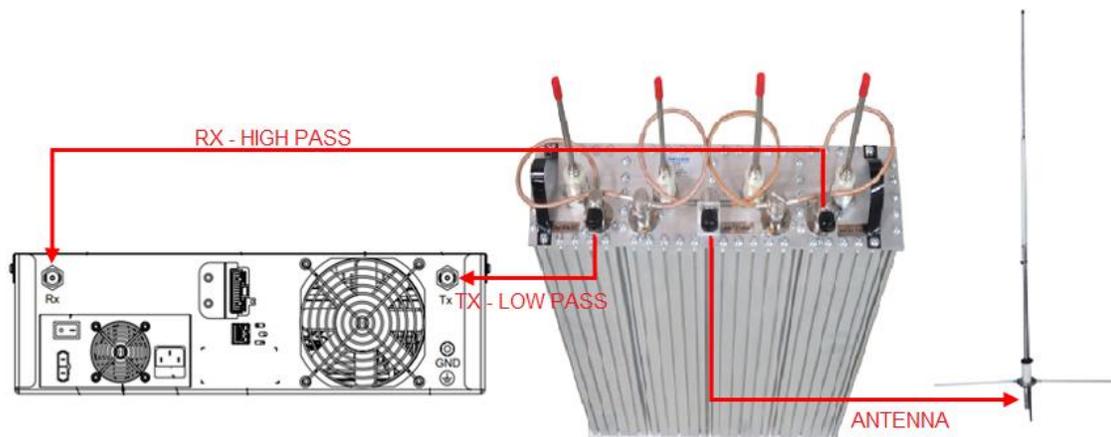


Ilustración 167. Conexión duplexer Q2220E.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el terminal LOW PASS del duplexer al terminal TX del repetidor.



Ilustración 168. Conexión LOW PASS a TX.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el terminal HIGH PASS del duplexer al terminal RX del repetidor.



Ilustración 169. Conexión HIGH PASS a RX.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Conectar el terminal ANTENNA del duplexer a la antena G6.



Ilustración 170. Conexión ANTENNA a antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

Nota: Se realiza después de las pruebas de potencia con el vatímetro.

6.5.5 MEDICION DE POTENCIA, AJUSTE Y CONEXIÓN ANTENA G6

6.5.5.1 CARGA FANTASMA

6.5.5.2 CONEXION



Ilustración 171. Conexión del vatímetro con carga fantasma.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

6.5.5.3 AJUSTE

Para lograr la mayor potencia de transmisión y recepción se ajustan las varillas de cada cavidad del filtro mediante la medición que se visualiza en el vatímetro.

Nota: La mínima variación de la longitud de la varilla dentro de cada cavidad puede producir una gran variación en la potencia, se recomienda ir variando lentamente una por una hasta lograr el punto máximo de la misma.

6.5.6 ANTENA G6

6.5.6.1 CONEXIÓN

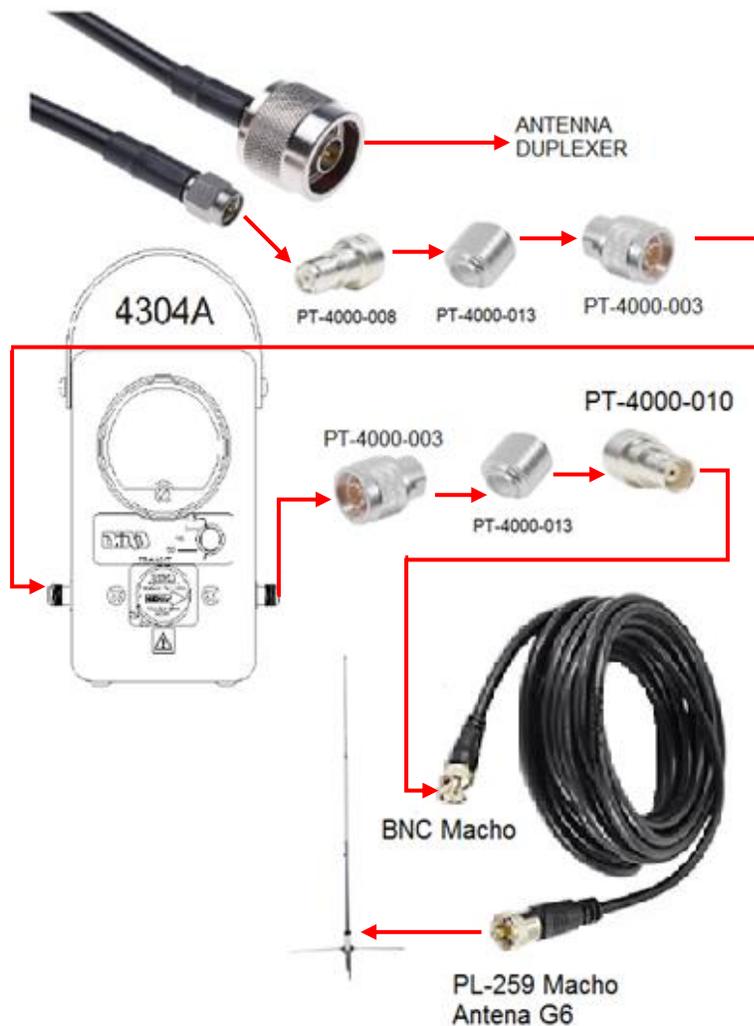


Ilustración 172. Conexión del vatímetro con antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

6.5.6.2 AJUSTE

La potencia de transmisión y recepción máxima es medida en la carga fantasma, teniendo en cuenta que la antena G6 no tenga ningún defecto de fábrica y que cuente con sus radiales, la potencia medida en la antena G6 debe ser aproximadamente igual a la de la carga fantasma. En caso contrario habrá que revisar la antena G6 y sus componentes.

6.5.6.3 MEDIDAS

FRECUENCIA [MHz]	SECCION A [cm]	SECCION B [cm]
140	119	138
142.5	115	134
145	112	131
147.5	110	129
150	108	126
152.5	104	123
155	101	120
157.5	98	118
160	96	115
162.5	92	112
165	90	109
167.5	88	107
170	85	103
172.5	80	100

Tabla 6: Dimensiones y Frecuencias para antena G6

6.5.6.4 SECCIONES



Ilustración 173. Secciones antena G6.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

6.6 PRUEBAS DEL ENLACE CON LOS RADIOS

- Conectar la antena G6 directamente al duplexer como se muestra en la figura 27.
- Encender los radios y el repetidor.
- Sintonizar en cada radio la zona y el canal programado.
- Establecer comunicación entre los radios para comprobar si hay enlace.

6.7 LECTURA EN EL ANALIZADOR DE ESPECTRO

- Encienda el analizador de espectro GSP-830 oprimiendo el botón de encendido.



Ilustración 174. Analizador de espectro GSP 830.

Fuente: Manual de usuario.

- Oprima el botón **Frequency** para ajustar las frecuencias de trabajo. Aparecerá una ventana en la cual ajustaremos la banda de frecuencias de trabajo.

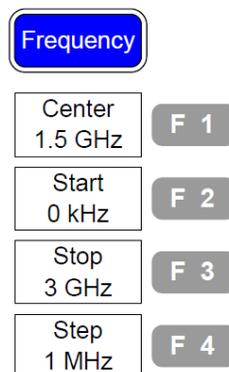


Ilustración 175. Ajuste de frecuencias.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Ajustar el inicio del barrido (Start). Oprima el botón **F 2** , luego en el teclado numérico se debe anotar la frecuencia inicial y finalmente colocar las unidades con el botón MHz.
- Ajustar el fin del barrido (Stop) oprima el botón **F 3** , luego en el teclado numérico se debe anotar la frecuencia final y finalmente colocar las unidades con el botón MHz.
- Presionamos el botón PTT en el radio para visualizar la frecuencia en la pantalla del analizador, en pantalla se mostrará una frecuencia con amplitud

alta. Para ubicar cual es dicha frecuencia se debe oprimir el botón **Peak Search** . Se creará automáticamente una marca en el pico más alto de esta señal con el número 1, su frecuencia y amplitud saldrán en pantalla como lo muestra la siguiente figura.

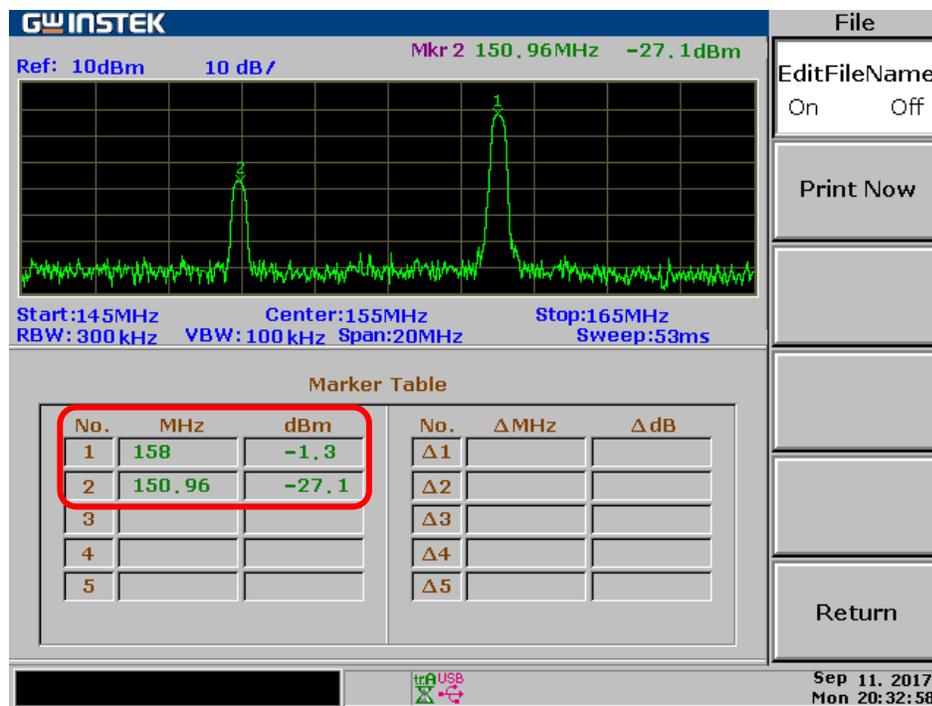


Ilustración 176. Señal en el analizador de espectro.

Fuente: José Porras, Omar Sánchez.

- Si obtenemos varios picos de frecuencias podemos buscar cada señal oprimiendo el botón **Peak Search** y dependiendo de donde esté ubicada la señal se podrá desplazar de izquierda a derecha con los botones de funciones **F 3** y **F 4** .

CONCLUSIONES

- Ω Se realizó un manual de entrenamiento en donde se describe como configurar los equipos de VHF con los que cuenta el laboratorio de telecomunicaciones el cual le permite al lector mejorar o reforzar los conocimientos prácticos en el área de las telecomunicaciones.
- Ω Se implementaron los equipos dentro del laboratorio de forma que fuera óptimo y cumpliera con los requerimientos necesarios para el uso de forma idónea de un laboratorio de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Ω Se llevaron a cabo pruebas a estudiantes de ingeniería electrónica de diferentes niveles para comprobar la efectividad del manual de entrenamiento de laboratorio obteniendo resultados satisfactorios con la metodología aplicada.
- Ω Se realizó una investigación en cuanto a términos legales para la utilización de bandas de frecuencia libre dentro del territorio nacional colombiano y el uso adecuado del espectro radio eléctrico haciendo énfasis en la banda de VHF.
- Ω Se adquirieron conocimientos mediante capacitaciones brindadas por personas especializadas en telecomunicaciones enfocándose en la implementación de estos equipos en el campo comercial.

BIBLIOGRAFIA

Artículo de revista

C. F., Pérez, D. G., & Castro, P. V. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 1997. Vol. 17, No. 2. P.311-321.

Artículo de revista

MUÑOZ, Ernesto Cadena; BLANCO, Hermes Javier Eslava; CALDERÓN, José Alejandro Franco. Gestión del espectro radioeléctrico en Colombia. *Revista Tecnura*, 2015, vol. 19, no 45, p. 159-174.

Artículo de revista

Leyva, M. R. V. Trayectoria profesional de los ingenieros en la industria maquiladora electrónica: el caso de Sanyo Video componentes. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 2000. Vol. 2, No. 2.

Artículo en internet

R. ASALE, "comunicación", *Diccionario de la lengua española*, 2016. [Online]. Available: <http://dle.rae.es/?id=A58xn3c>. [Accessed: 03- Mar- 2016].

Artículo en internet

Espectro [revisado 25 de julio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-6972.html>.

Artículo en internet

CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA ACTUALIZACIÓN JULIO 2016 [revisado 25 de julio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Planeacion/cnabf/CNABF.pdf>

Artículo en internet

Radio VHF-HF [revisado 25 de julio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.ehas.org/que-hacemos/investigacion-y-desarrollo/sistemas-vhf-hf/>

Artículo en internet

Marcelo, CQ Blog [En Línea], 15 de Enero de 2013, [Revisado 12 septiembre 2017], Disponible en internet: <http://cqham.blogspot.com.co/2013/01/repetidoras-rpt-link-echolink-satelites.html>

Artículo en internet

RUESCA Pedro, Radio Comunicaciones-Radio & Engineering [En Línea], 25 de Septiembre de 2016, [Revisado 12 septiembre 2017], Disponible en internet: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>

Artículo en internet

Agencia Nacional del Espectro, MinTIC [en línea], 12 de febrero de 2014, [revisado 12 de septiembre 2017]. Disponible en internet: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-6179.html>

Artículo de internet

AVILES, Indira. Procedimiento para ajustes de un duplexer [En línea], [Revisado 14 septiembre 2017], Disponible en internet: <https://es.scribd.com/document/91398837/Procedimiento-Para-Ajustes-de-Un-Duplexer>

Artículo de internet

GARCIA, Héctor Andrés, RAMIREZ, Jhon Henry, INGENIEROS DE TELECOMUNICACIONES. [En Línea], [Revisado 11 de octubre 2017] Disponible en internet < <http://ingenierosdetelecomunicaciones.blogspot.com/p/tv-digital.html>>

Libro

Fernández Barcell, M. (2014). Medios de transmisión.

Libro

© República de Colombia – Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Agencia Nacional del Espectro, Manual de gestión nacional del espectro radioeléctrico “Fundamentos de gestión del espectro radioeléctrico”, 2012.

Libro

LUNA, Antonio Pérez. *PCPI. Instalaciones de telecomunicaciones*. Editorial Paraninfo, 2012.

Libro

FERNÁNDEZ BARCELL, Manuel. Medios de transmisión. 2014.

Libro

W. Tomasi, «Sistemas de Comunicaciones Electrónicas,» de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Cuarta Edición ed., Phoenix, Prentice Hall, 2003.

Trabajo de grado, monografía o tesis

CASTRO, Felipe. Eficiencia económica de la renovación de las licencias de telefonía móvil en Colombia. 2015.

Trabajo de grado, monografía o tesis

MONACHESI, Emilio, et al. Conceptos generales de Antenas. *Publicado en febrero del*, 2011.

Trabajo de grado, monografía o tesis

HERRERA MUENTES, Efrén; FUENTES, Alulima; PAUL, Jarol. Análisis y diseño de la red wan para la dirección del parque nacional Galápagos mediante radioenlaces punto a punto de banda ancha. 2014.

Trabajo de grado, monografía o tesis

Paiva, E. (2015). Diseño y evaluación de filtro CFAR paramétrico para detección de contactos en imágenes de radar marino (Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánico-Eléctrica). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú.

Trabajo de grado, monografía o tesis

Luna, G., & Galo, N. (1992). *Sistema didáctico para comunicación serial entre dos computadores personales* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/1992).

Trabajo de grado, monografía o tesis.

LÓPEZ GIRALDO, Johan Mauricio; REY BARBOSA, Daniel Arturo. Proyecto radio enlace vereda la Argentina (La Tebaida–Quindío). 2017.

Trabajo de grado, monografía o tesis.

CASTRO, Felipe. Eficiencia económica de la renovación de las licencias de telefonía móvil en Colombia. 2015.

Trabajo de grado, monografía o tesis.

FLOREZ MONTESINO, Julio Andrés y SANABRIA GOMEZ, Hernán Alonso, Universidad Pontificia Bolivariana, Análisis de trafico de una red wifi mediante un enlace vía microondas. 2015.

Trabajo de grado, monografía o tesis.

GONZALEZ OCHOA, Nicolás Alonso y VILLAMIL TORRES, Jorge Enrique, Universidad Pontificia Bolivariana, Prototipo de enlace vía microondas de una red wi-fi para el laboratorio de telecomunicaciones de la facultad de ingeniería electrónica. 2014.