

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



**“Desarrollo de un Sistema de Supervisión y  
Control Remoto de Datos Vía Radio”**

PRESENTADO POR:

HERNAN WILFREDO PALACIOS BELTRAN  
TOMAS ALEJANDRO PEÑATE HERNANDEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIO :

Ing. Oscar Eduardo Marroquín Hernández

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR :

Ing. Luís Roberto Chévez Paz

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**“Desarrollo de un Sistema de Supervisión y  
Control Remoto de Datos Vía Radio”**

Presentado por :

**HERNAN WILFREDO PALACIOS BELTRAN  
TOMAS ALEJANDRO PEÑATE HERNANDEZ**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docente Director :

Ing. Werner David Meléndez Valle

San Salvador, Agosto de 2006

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Ing. Werner David Meléndez Valle

## **AGRADECIMIENTOS**

- **A Dios Todopoderoso que me dió la fortaleza de terminar la carrera.**
- **A mis Padres José Palacios y Celia Beltrán por todos sus esfuerzos que me permitieron terminar la carrera.**
- **A mis hermanos José Arnoldo, Ricardo Antonio y Luis Alonso por su apoyo durante el transcurso de la carrera y a mis maestros que me han dado la formación académica para poder desenvolverme en la vida.**

**HERNAN WILFREDO PALACIOS BELTRAN**

## **INTRODUCCION**

**En nuestro medio, durante los últimos años se han incrementados las investigaciones de campo en las diversas disciplinas del quehacer universitario; muchas de tales investigaciones requieren la implementación de algún medio de comunicación que permita el monitoreo de estaciones remotas de medición, lo cual permite que el registro y posterior procesamiento de datos, sea más eficiente que la alternativa de toma de datos mediante visitas físicas a cada punto de captación de datos.**

**El presente trabajo tiene como finalidad la implementación de un modelo de red de comunicación que permita el monitoreo remoto de parámetros ambientales obtenidos a partir de estaciones de medición,**

utilizando como medio de transmisión radios Half-Duplex VHF o HF, bajo el sistema operativo Linux Debian.

La propuesta de este trabajo se detalla de la siguiente manera:

En el primer capítulo trata la información referente al planteamiento del problema, antecedentes, la situación actual de los sistemas de monitoreo de parámetros ambientales implementados en El Salvador y la solución propuesta.

En el segundo capítulo se aborda sobre todo la descripción detallada del hardware del sistema de conexión remota de estaciones meteorológicas.

En el tercer capítulo se trata todo sobre lo relacionado con la configuración del sistema de comunicación completo utilizado para enlazar las estaciones de monitoreo con la estación central.

En el cuarto capítulo se detallan todas las pruebas de campo realizadas tanto en el laboratorio, como las pruebas de campo.

Al final del documento se incluyen las hojas técnicas de instalación de software, componentes del sistema utilizado, y los manuales de usuario de estos.

## TABLA DE CONTENIDOS.

Capítulo	Página
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ESTACIONES METEOROLOGICAS REMOTAS</b>	
1.0 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 HISTORIA INSTITUCIONAL DE LA METEOROLOGIA EN EL SALVADOR.....	3

1.3 PRIMERAS MEDICIONES METEOROLOGICAS REALIZADAS EN EL SALVADOR.....	3
1.4 SITUACION ACTUAL.....	7
1.5 SOLUCION PROPUESTA.....	9
1.6 HARDWARE.....	11
1.7 SOFTWARE.....	11
1.8 GLOSARIO.....	13
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO I.....	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CAPÍTULO I.....	16

## **CAPÍTULO II DESCRIPCION DEL HARDWARE DEL SISTEMA.**

2.0 INTRODUCCIÓN.....	17
2.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE COMUNICACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS.....	17
2.2.1 PROPAGACION EN LA BANDA DE HF.....	18
2.2.2 PROPAGACION EN LA BANDA DE VHF.....	20
2.2.2.1 REFRACCION TROPOSFERICA.....	21
2.2.2.1.1 REFRACTION DE SUPERFICIE. 21	
2.2.2.1.2 SUPERREFRACCION.....	22
2.2.2.1.2.1 RADIACION DEL CALOR DE LA TIERRA.....	23
2.2.2.1.2.2 FRENTE DE ALTA PRESION.....	23
2.2.2.2 DESVANECIMIENTO TROPOSFERICO....	23
2.3 SISTEMA DE ANTENA.....	23
2.3.1 OPERACIÓN BASICA DE UNA ANTENA.....	24
2.3.2 CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS.....	24
2.3.2.1 POLARIZACION.....	24
2.3.2.2 ANGULO DE RADIACION.....	25
2.3.2.3 DIRECTIVIDAD.....	25
2.3.2.4 GANANCIA.....	25
2.3.2.5 PATRON DE RADIACION.....	25
2.4 ESPECIFICACIONES DE ANTENA HF DE BANDA ANCHA DIPOLO PLEGADO.....	26
2.4.1 FORMA DE INSTALACION DE ANTENA HF.....	27
2.5 RELACION DE ONDAS ESTACIONARIAS (SWR).....	28
2.6 ANTENA DE MUY ALTA FRECUENCIA.....	28
2.7 RADIO TRANSCPTOR.....	28
2.7.1 RADIO TRANSCPTOR PARA ALTA FRECUENCIA (HF).....	28
2.7.2 RADIO TRANSCPTOR PARA MUY ALTA FRECUENCIA (VHF).....	29
2.8 INTERFAZ ENTRE LA PC Y EL RADIO TRANSCPTOR... 30	
2.9 ACOPLAMIENTO DE AUDIO DE LA PC AL RADIO TRANSCPTOR.....	30
2.9.1 ACOPLAMIENTO DE SALIDA DE AUDIO DE LA	



RADIO A ENTRADA DE AUDIO DE LA TARJETA DE SONIDO DE LA PC.....	31
2.9.2 ACOPLAMIENTO DE ENTRADA DE DATOS DE LA RADIO A LA SALIDA DE AUDIO DE LA TARJETA DE SONIDO EN LA PC.....	31
2.9.2.1 ATENUACION DEL NIVEL DE ENTRADA EN LA RADIO.....	33
2.10 ACOPLAMIENTO DE LA RADIO AL PUERTO RS-232 DE LA PC.....	34
2.11 FUNCIONAMIENTO DEL PTT.....	34
2.12 GLOSARIO.....	36
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO II.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CAPÍTULO II.....	39

**CAPÍTULO III  
DESCRIPCION DEL SOFTWARE DEL SISTEMA.**

3.0 INTRODUCCIÓN.....	40
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	40
3.2 ANTECEDENTES.....	40
3.2.1 HISTORIA DEL PROTOCOLO UUCP.....	40
3.3 PROTOCOLO AX.25.....	41
3.4 SOFTWARE UTILIZADO.....	41
3.5 CONFIGURACION DEL PAQUETE EHAS-STATION.....	42
3.5.1 CONFIGURACION DE VHF PARA CLIENTE.....	42
3.6 CONEXIÓN REMOTA.....	57
3.7 CONFIGURACION DE LA RADIO.....	57
3.8 GLOSARIO.....	60
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CAPÍTULO III.....	62

**CAPÍTULO IV  
RESULTADOS DE LABORATORIO Y CAMPO**

4.0 INTRODUCCIÓN.....	63
4.1 PRUEBAS DE ENLACE.....	63
4.1.1 PRUEBAS DE ENLACE DIRECTO.....	63
4.1.1.1 PRUEBA CON CONEXIÓN DIRECTA ENTRE TARJETAS DE SONIDO.....	63
4.1.1.2 AJUSTES DE NIVEL DE GANANCIA.....	63
4.1.1.3 PRUEBAS DE CALIDAD DE ENLACE.....	65
4.1.1.4 MONITOREO MEDIANTE FICHEROS DE LOGS.....	65
4.1.2 CONEXIÓN CON RADIOS.....	66
4.2 PRUEBAS DE CONEXIÓN REMOTA UTILIZANDO UNA ESTACION METEOROLOGICA.....	66
4.3 GLOSARIO.....	71
CONCLUSIONES DEL CAPITULO IV.....	72

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CAPÍTULO IV.....	73
CONCLUSIONES GENERALES.....	74

## **ANEXOS**

ANEXO 1	
INSTALACION DEL SISTEMA OPERATIVO DEBIAN.....	76
ANEXO 2	
DETALLE DE UN SISTEMA GENERAL PARA CONEXIÓN REMOTA.....	82

## **ESTACIONES METEOROLOGICAS REMOTAS**

### **1.0 Introducción.**

**El presente capítulo tiene como finalidad resaltar la importancia de los sistemas de monitoreo de parámetros ambientales por ejemplo: temperatura, medición de velocidad/dirección de viento, descargas eléctricas atmosféricas (rayos), niveles de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), etc., así como las alternativas técnicas para su implementación que abarcan una serie de aspectos que van desde el tipo de sensores a emplear, el método de recopilación de la información (local o remota) para su posterior procesamiento en un centro de recopilación y análisis centralizado, etc.**

**Otro aspecto tratado aquí, es la descripción de los sistemas implementados en El Salvador, específicamente los administrados por el Servicio Nacional de Estudios territoriales (SNET) y el equipo de investigación vulcanológica de la Universidad de El Salvador (UES). La información anterior, nos servirá como punto de partida para la explicación del sistema propuesto el cual se describirá en los capítulos posteriores en el presente trabajo.**

### **1.1 Planteamiento del Problema.**

#### **1.1.1 Antecedentes.**

**La implementación de sistemas de monitoreo remoto de parámetros atmosféricos, tiene sus orígenes en la década de los años 1930, cuando por primera vez se utilizaron radiosondas transportadas por globos, capaces de recopilar y transmitir, vía ondas de radio, mediciones de presión atmosférica, temperatura y humedad desde un punto elevado de una región hasta una estación receptora en el suelo. Esto se puede considerar como el inicio de la implementación de redes de monitoreo de fenómenos atmosféricos por todo el hemisferio norte durante épocas de la segunda guerra mundial, lo que conlleva por primera vez a la estructuración de mapas esquemáticos de los niveles superiores de dicho hemisferio.**

**En la década de los años 50's los pronósticos del clima se hacían casi exclusivamente con métodos sinópticos, lo cual quiere decir que el análisis meteorológico se realizaba basándose en las observaciones en tiempo real realizadas a una misma hora y anotándolas sobre mapas geográficos con el objeto de predecir el estado del tiempo futuro; en otras palabras, se analizaba la situación meteorológica imperante en el sitio donde se encontraba ubicado el meteorólogo, se evaluaban los datos recibidos de los radiosondeos y posteriormente se extrapolaba la información sobre los sistemas meteorológicos para producir mapas**

similares para el futuro, tardando en este proceso aproximadamente 24 horas.

En los años 50 se alcanzó un límite difícil para recopilar datos meteorológicos manualmente, ya que la cantidad para reunir, asimilar e interpretar era cada vez inmensa y ya no se podía ir al mismo ritmo que el tiempo. Entonces esto mejoró con el desarrollo de las computadoras electrónicas de alta velocidad, los servicios meteorológicos dispusieron de una nueva tecnología con la que hacer aún más objetiva la medición del tiempo. Pero también a pesar de los avances tecnológicos, las predicciones obtenidas por métodos numéricos a partir de los datos procesados automáticamente por computadoras siguen dependiendo, en última instancia, de los pronosticadores humanos.

Mediante avanzaba el crecimiento de la tecnología ya se pensaba en grande. La era de los satélites ayudó de gran manera a facilitar el trabajo no solo de procesar, sino también de enviar los datos remotamente hacia una estación base en la tierra, con estos instrumentos se abarca una visión más amplia para procesar datos en diferentes zonas del globo terráqueo. El lanzamiento del Sputnik I en 1957 desde la URSS convirtió la idea de obtener una visión global del tiempo desde el espacio en una posibilidad práctica. El Sputnik 1 era una esfera de aluminio de 58 cms. de diámetro, disponía de instrumentos para la medición de la densidad del aire y la temperatura a lo largo de su órbita y recogió datos acerca de la concentración de electrones en la ionósfera. Estaba equipado con dos transmisores de radio, que permitieron emitir señales que se pudieron captar por vez primera en todo el mundo procedentes del espacio exterior. Este satélite, tardaba 96,2 minutos en dar la vuelta a nuestro planeta, describiendo una órbita elíptica y se llevó a orbita mediante un cohete R7 (el primer misil balístico soviético). Esto también llevo a Estados Unidos a lanzar su primer satélite meteorológico llamado TIROS 1 completamente equipado en 1960.

Tener un satélite en el espacio se necesita de mucha inversión, por lo que no cualquier país esta en capacidad de lanzar su propio satélite, pero si se habla a menor escala, hoy en día se han creado estaciones meteorológicas como las llamadas Vantage PRO2. Son las estaciones más nuevas, las primeras y únicas en su rango de precio que utilizan una tecnología de radio de espectro amplio de frecuencia cambiante (frequency hopping spread spectrum radio technology). La estación Vantage Pro2 puede transmitir y recibir datos a una distancia de hasta 300 metros a línea de vista. Esta estación da información de cualquier variable del clima y calcula su propia predicción local del clima sin tener necesidad de una computadora. Actualmente son utilizadas por miles de escuelas y universidades en todo el mundo.

También se utilizan en agricultura, la industria, en investigación, y por individuos en sus hogares, en expediciones, rastreadores de tormentas y agencias gubernamentales.



**Figura 1.1 Estación Vantage Pro2**

## **1.2 Historia institucional de la meteorología en El Salvador**

Inicia en 1889 cuando el doctor Darío González realizó las primeras observaciones sistemáticas en el Instituto Nacional de Segunda Enseñanza. Poco tiempo después se fundó el Observatorio Astronómico y Meteorológico, que con altibajos ha venido funcionando hasta la actualidad. No obstante, desde mucho tiempo antes ya se habían hecho observaciones sobre las características climatológicas de El Salvador, pues las preocupaciones sobre el clima y los fenómenos atmosféricos siempre han estado presentes en la mente de los hombres. Los indígenas americanos, como pueblos agricultores dependían mucho del régimen de lluvias para levantar sus cultivos. En este campo algunos pueblos, como los mayas y los aztecas, lograron considerables adelantos, gracias a la observación cuidadosa del régimen climático.

## **1.3 Primeras mediciones meteorológicas realizadas en El Salvador**

Una noticia aparecida en El Faro Salvadoreño (periódico nacional de finales del siglo XIX) registra inusuales e intensas lluvias para el mes de diciembre de 1865. Resulta curioso que en dicha nota se afirme: “Ignoramos cuál sea la causa de este acontecimiento que no se había previsto en las observaciones atmosféricas hechas a principios del

año.”<sup>1</sup> De lo anterior se infiere que ya para esos años se habían hecho algunos estudios meteorológicos, lastimosamente no se dice quién o quiénes pudieron haberlos realizado. Lo más seguro es que tales observaciones hayan sido efectuadas por viajeros o por capitanes de barcos que fondeaban en las costas salvadoreñas, por lo que se puede suponer que no tendrían continuidad. Por ejemplo, un artículo publicado en 1904 en los Anales del Museo Nacional consigna que en 1858 el comandante Rosencoat estableció que la presión barométrica del litoral salvadoreño a finales de invierno, con tiempo fresco y despejado, y con una temperatura entre 28° C a 30°c (10 a.m.) experimentó variaciones que oscilaban entre 759 y 760 milímetros de mercurio.<sup>2</sup>

Dada la escasez de fuentes resulta muy difícil establecer con exactitud cuándo es que los hombres de ciencia salvadoreños empezaron a hacer estudios meteorológicos sistemáticos. Sin embargo, puede asegurarse que por lo menos para mediados del siglo XIX, los nacionales ya estaban muy interesados en este tipo de estudios. La Estadística de Gómez demuestra que para 1858 por los menos algunos gobernadores departamentales habían hecho sus propias observaciones<sup>3</sup>. Aunque no se tengan registros es plausible pensar que también otras personas las estaban haciendo. En abril de 1860 Mr. Somnester observó que la temperatura en el puerto de La Unión a inicios de abril y por la mañana era de 71° F, al medio día 82° F y 76.5° F en la noche. La temperatura más alta era de 92° F y la más baja la registró en San Alejo (departamento de La Unión) con 68° F. Para la década siguiente es evidente que el número de observaciones se había incrementado, y lo más importante, había cierta continuidad. En 1876 el puerto de La Unión registró la siguiente información de lluvias:

Mayo	7118 pulgadas
Junio	11063 “
Julio	17330 “
Agosto	9673 “
Septiembre	8087 “ <sup>4</sup>

Ese mismo año, David Joaquín Guzmán, hizo registros de temperatura en varios lugares del litoral salvadoreño. Los resultados fueron:

---

<sup>1</sup> El Faro Salvadoreño, 11 de diciembre de 1865. Miguel Angel García. **Diccionario Histórico-enciclopédico de la República de El Salvador**. (San Salvador, Imprenta Nacional, 1950), Tomo II, pág. 160.

<sup>2</sup> **Climatología de El Salvador**. En Anales del Museo Nacional. Tomo 1, N° 7, enero de 1904, pág. 291. Posiblemente el autor de este artículo haya sido David Joaquín Guzmán, entonces director del museo.

<sup>3</sup> Ignacio Gómez. **Estadística General de la República de El Salvador** ( 1858-1861). Academia Salvadoreña de la Historia, CONCULTURA, 1ª edición, 1992).

<sup>4</sup> **Climatología...** Op. Cit. Págs. 290-291. Agrega varios datos más pero no precisa la fecha en que se hicieron los registros.

LUGAR	TEMP. MAXIMA	TEMP. MINIMA	MEDIA
La Unión	34° C	27° C	28.9° C
Jucuarán	31° C	24.7° C	27.4° C
Playa del encanto	31.5° C	24.5° C	21.4° C
Bahía de Jiquilisco	32° C	26° C	27.5° C
La Carrera	29.11° C	26° C	26.14° C
Puerto La Concordia	33.8° C	27.9° C	27.5° C
Puerto La Libertad	30.5° C	24° C	26.1° C
Puerto de Acajutla	30.5° C	24.5° C	26.1° C
Barra del Lempa	32.5° C	27.4° C	27.5° C

**Tabla 1.1 Temperatura del Litoral Salvadoreño. Fuente: David Joaquín Guzmán. Apuntamientos... Op. Cit. pág. 367.**

Esteban Castro, elaboró una “tarifa de observaciones termométricas” realizadas en la ciudad de San Vicente, entre el 21 de junio y el 8 de julio de 1878, estableciendo que “la temperatura media de San Vicente es de 27° centígrados, pues si hubo un día en que el termómetro marcó 22° C este fue un caso excepcional”.

Además, hace una comparación con la temperatura de otras ciudades del país<sup>5</sup>. Para inicios de la década de 1880, ya existía en El Salvador un grupo de individuos muy interesados en la meteorología. David Joaquín Guzmán fue uno de los que hizo más registros, pero muchos de los datos que presenta le fueron proporcionados por otras personas. Manuel J. Chávez registró que en Usulután la temperatura era de 24° C en la mañana, 33° C a mediodía y 25° C en la tarde. La máxima era 36° C, la mínima 23° C y la media 29° C. En 1881, el doctor Trigueros estableció que en Sonsonate la temperatura máxima variaba entre 31° C y 33° C y que en noviembre el higrómetro marcaba 79° en la mañana, 78° C al mediodía y 60° C en la noche, teniendo temperaturas de 25° C en la mañana, 26° C al mediodía y 24° C en la noche. La presión barométrica a las 10 p.m. era de 75° C 5mm de Hg., con una altura sobre el nivel del mar de 679 pies.

El mismo Trigueros registró que en Juayúa y Salcoatitán, los pueblos a mayor altura en el departamento de Sonsonate, la temperatura media en verano era de 21° C; en Nahuizalco y Masahuat 26° C y en Armenia 28° C<sup>6</sup>.

**El doctor Francisco Guevara registró la temperatura en San Salvador durante el mes de junio de 1880; las observaciones se hicieron seis veces al día<sup>7</sup>. En 1881, en Santa Tecla, José María Cáceres**

<sup>5</sup> Estadística de la Jurisdicción Municipal de San Vicente escrita por el bachiller pasante don Esteban Castro por comisión de la Municipalidad. En: Documentos y datos históricos y estadísticos de la República de El Salvador. (San Salvador, Imprenta Nacional, 1926), págs. 35-37. Los datos se tomaron de 4 observaciones diarias realizadas a la misma hora todos los días, lo cual sugiere que Castro conocía bien el método que debía usar.

<sup>6</sup> David J. Guzmán. Apuntamientos sobre la topografía física de la República de El Salvador. (San Salvador, Tipografía El Cometa, 1ª edición, 1883), pág. 368 y 375.

<sup>7</sup> David J. Guzmán. Apuntamientos... Op. Cit. pág. 375.

estableció la presión barométrica media, según el barómetro de Fortín y el aneroide de Bourdon, la cual fue de 0,685mm. La tensión media del vapor de agua era 13,10. Además, registró la temperatura media de la ciudad desde junio a noviembre del mismo año, usando cuatro termómetros diferentes. Los resultados fueron los siguientes:

<b>AÑO 1881</b>	<b>REAUMUR</b>	<b>CENTIGRADO</b>	<b>FAHRENHEIT</b>	<b>DELISLE</b>
Junio (16 días)	18.34°	22.92°	73.26°	34.39°
Julio	18.78°	23.47°	74.25°	35.21°
Agosto	18.14°	22.67°	72.81°	34.01°
Septiembre	17.80°	22.25°	72.05°	33.37°
Octubre	17.56°	21.45°	71.51°	32.92°
Noviembre	17.58°	21.94°	61.55°	32.96°

Tabla 1.2 Temperaturas en El Salvador en 1881.

Con base en tales datos Guzmán estableció las temperaturas medias y sacó algunas conclusiones. “El clima de Santa Tecla en las regiones altas del departamento de que es capital es muy fresco y su ambiente notablemente suave, refrescado por las brisas del Pacífico que está a 7 leguas. Es aparente para la conservación de la salud y la reparación de las fuerzas; las enfermedades epidémicas se desarrollan con dificultad y en cuanto a las endémicas son casi desconocidas.”<sup>8</sup>

Guzmán recoge muchos datos de observaciones realizadas en diferentes lugares del país, tanto por él como por otros. Nicolás Angulo hizo observaciones de temperatura en varias localidades de San Vicente, Guzmán las hizo en Chinameca, Coatepeque, los Naranjos y Cacahuatique. Los registros más completos los hizo Guzmán en Santa Ana; con ellos elaboró un cuadro con observaciones termométricas para los años de 1878, 1879 y 1880.

La temperatura fue medida con termómetro centígrado y Reaumur pese a que se tenía que ir al lugar de los hechos para tomar las mediciones. Además, incluye anotaciones sobre vientos y lluvias. Asimismo, hizo mediciones pluviométricas de julio a octubre de 1881, anotó los días nublados y lluviosos y la duración de las lluvias. En 1875 don Fortunato Tadey realizó en Santa Ana observaciones barométricas, termométricas, termoscópicas y nemométricas.

Además de lo anterior no solo se necesita conocer y enfocarse a una determinada área de la meteorología como lo es la temperatura si no que existen otros fenómenos que se necesitan estudiar. Se puede enfocarse por el lado de los sismos, erupciones volcánicas etc. El país ha sido escena de estos acontecimientos naturales.

Por ello se ha visto la necesidad de crear nuevas fuentes de información. Se están implementando varios sistemas de medición para estos casos, con el fin de, mediante datos obtenidos hacer el estudio correspondiente y así tomar medidas necesarias para prever a la población para tomar respectivas precauciones. Para esto se necesita

<sup>8</sup> Idem. pág. 377



apoyarse de equipos sofisticados y en su mayoría de alto costo. En el caso de las erupciones volcánicas, se necesita un constante monitoreo a fin de obtener datos satisfactorios.

#### **1.4 Situación Actual.**

En la actualidad en nuestro país existen entidades nacionales dedicadas al monitoreo de las condiciones atmosféricas, entre las cuales está el Servicio Nacional de estudios Territoriales -SNET- y la Universidad de El Salvador. El SNET, es la institución oficial del gobierno salvadoreño encargada de monitorear las condiciones atmosféricas del país, se subdividen tres áreas:

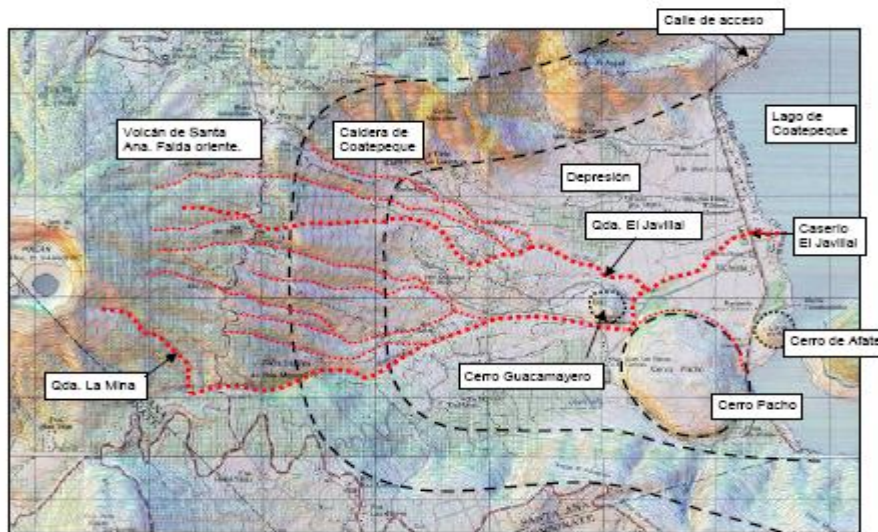
- 1. Centro de Pronóstico Meteorológico (CPM)**
- 2. Centro de Información y Agrometeorología (CIAGRO) y**
- 3. Centro de Predicción Climática (CPC)**

El CPM se encarga de obtener imágenes satelitales en diversos canales (visible, infrarroja y vapor de agua). Las aplicaciones de la información incluyen fines aeronáuticos, marítimos, agrícolas. Prevención y mitigación de desastres, entre otros.

De igual forma se dispone de sistemas especializados de monitoreo ambiental, como el RAMSDIS (Sistema Meteorológico de Interpretación y despliegue avanzado de imágenes), con el cual el SNET en su Centro de Pronóstico Meteorológico elabora los diagnósticos y pronósticos divulgados diariamente a través de diversos medios de comunicación a instituciones de servicio y emergencia. El objetivo es que estos usuarios dispongan de suficiente información que les permita tomar decisiones adecuadas y orientadas, hacia la prevención y planificación de sus operaciones.

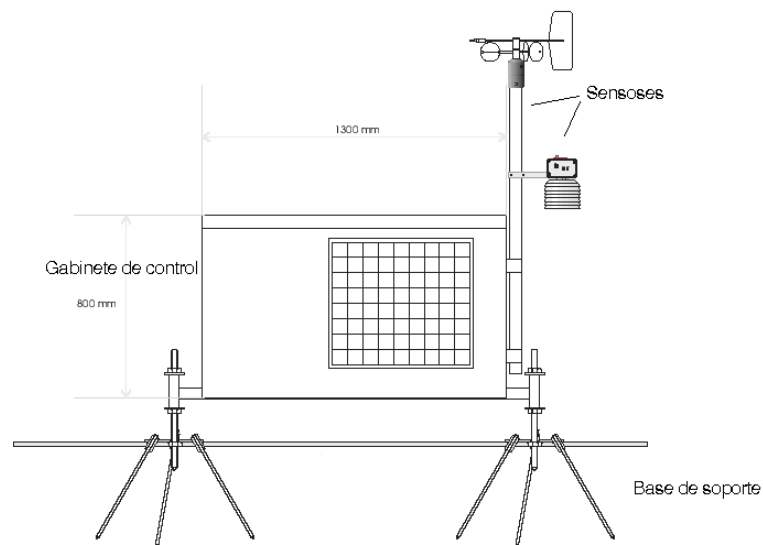
Actualmente el SNET se dedica a hacer chequeos y mediciones de SO<sub>2</sub> en el volcán Iamatepec, como en otros casos, esto se realiza con un equipo conocido como Scanner Doas. Dicho aparato se encuentra instalado cerca del volcán, aproximadamente seis kilómetros de este, en un lugar llamado El Águila, del Cantón los Arenales, del municipio de Nahuizalco. Cuando se toman muestras con este equipo se hace de la forma sinóptica. Se va al lugar a descargar datos de dicho equipo que son almacenados en una computadora equipada con puerto serial y el software apropiado para manipular el equipo.

Las intenciones del SNET son de obtener los datos vía telemétrica pero no se ha podido implantar este sistema pero se espera hacerlo posteriormente. A continuación se muestra la ubicación geográfica del volcán Iamatepec.



**Figura 1.2. Volcán Ilimatepec**

Por otra parte el equipo de investigación de la Universidad de El Salvador también se dedica a estudiar las actividades volcánicas en el país y el método que emplean es a través de enlaces remotos con centrales ubicadas en zonas estratégicas, los tipos de estación que utilizan son como la que se muestra en la siguiente figura.



**Figura 1.3. Estación meteorológica con múltiples sensores.**

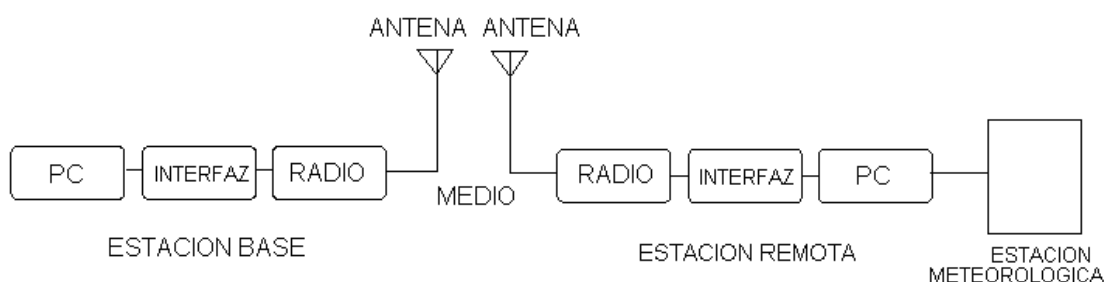
Esta estación necesita línea vista, además de la PC necesita un radio VHF y un modem, el equipo de investigación de la UES utiliza uno de la marca Kantronics. Los sensores están en el volcán de San Salvador con la estación central en las oficinas de LaGeo, que es una entidad colaboradora con la Universidad. Se tiene otro sensor en el volcán de San Vicente con la central en la zona Paracentral, otro en el volcán de

San Miguel con la estación central en la Universidad de El Salvador zona oriente y el último en Santa Ana con la estación central en el Centro Obrero en Coatepeque. Las unidades de medición están programadas para tomar datos cada hora y se hacen descargas en cada central cada semana dependiendo del comportamiento en cada volcán. El equipo consta de computadoras, radios TNC y sensores de medición. Dichos sensores fueron donados por la Agencia Española de Cooperación Internacional AESI. Se aprecia la desventaja de que se necesitan equipos de recepción y transmisión en cada sitio, también de línea de vista y que los equipos deben encontrarse cerca la unidad transmisora y receptora.

### 1.5 Solución Propuesta.

El fin del presente trabajo de graduación es, el de monitorear desde un punto lejano, datos meteorológicos a través de un sistema de transmisión remota comprendido por una estación base y una estación de medición de parámetros ambientales, es decir que se van a obtener dichos datos remotamente mediante el control de un equipo conectado a una computadora en la estación base para extraer datos del medidor de parámetros ambientales conectado en otra computadora (que su ubicación podría ser en las faldas de un volcán, utilizando un medidor de SO<sub>2</sub>) transportando la información vía aire por medio de radios de transmisión en bandas VHF o HF. Con la ventaja que el sistema es capaz de recibir parámetros de varias estaciones de medición. El sistema comprenderá de mayor potencia, no necesita estricta línea vista y es punto-multipunto. Las personas apropiadas a utilizar este sistema son: interesados en obtener datos meteorológicos para estudio de comportamientos climáticos, que podrían ser físicos, químicos, vulcanólogos y estudiantes en dichas áreas que necesitan realizar propuestas o soluciones de problemas relacionados con el ambiente, esto no excluye a personas fuera de estas ramas con un interés en la materia.

A continuación se detalla la solución propuesta en un diagrama en bloques.



#### **Figura 1.4. Diagrama en Bloques del Sistema de Comunicación Remota de Estaciones Meteorológicas.**

Hay dos cosas que influyen mucho en la necesidad de tener un sistema remoto. La seguridad y la rapidez. La seguridad por el motivo de que exista alto riesgo en la zona de medición y se necesite obtener información sin estar presente en ella y la rapidez que exista de analizar los datos obtenidos sin tener que viajar grandes distancias para llevarlos a su destino. El diagrama de bloques mostrado se puede explicar como sigue:

**Estación base:** Es un sistema conformado por una computadora, una interfaz, un radio y una antena, en conjunto, para transmitir y recibir información a través de ondas propagadas en el espacio con otra estación agrupada con los mismos equipos y con las mismas funciones. En la estación base se controla remotamente una u otras estaciones ubicada en una zona donde puede existir peligro.

**Estación remota:** Al igual que la estación base, esta conformada por el mismo equipo, con la variante que en esta se le incluye el medidor de parámetros ambientales.

**Estación meteorológica:** Como se dijo está conectado al computador ubicado en el punto remoto, la mayoría de medidores de este tipo ya sea de construcción industrial o manual, llevan una salida para ser conectada al puerto serial de cualquier computador para la extracción de datos dependiendo los parámetros de interés. La aplicación puede variar según requerimientos, por ejemplo, si se van a obtener datos de temperatura se conecta un termómetro digital, si se desean obtener niveles de azufre en un volcán se le conecta un medidor, también se puede tomar como parámetro ambiental las descargas de rayos. Este medidor incluye una antena especial tipo loop (Círculo cerrado) que detecta las descargas de rayos a través de campos magnéticos inducidos en estas.

**Pc:** La computadora mediante un programa apropiado recibe las señales del medidor por el puerto serie y además transmite/recibe los datos tomados del puerto serie por medio de la tarjeta de sonido hacia el radio, pasando antes por un acople.

**Interfaz:** Este es un sistema que consta de resistencias y transistores que acoplan las señales que transmite/recibe el radio, para el funcionamiento correcto de los niveles de recepción de entrada y salida tanto en la computadora a través de la tarjeta de sonido como en la radio.

**Medio:** Es el espacio libre por donde viaja la señal del transmisor al receptor y viceversa a través de las antenas.

**Radio.** Es el dispositivo encargado de desplegar la información a través de las antenas, para viajar por el espacio hasta el otro punto que recibe dicha información.

Por otra parte habría que estudiar también las limitantes de estos sistemas como lo son: Que tan fácil es de instalar estas estaciones? Cual es la máxima distancia de transmisión? Cuales son las variantes que se miden y registran? Como es la interfase de la computadora?

## **1.6 Hardware**

En lo que respecta a la instalación de las estaciones, se puede decir que el proceso podría durar más o menos media hora ya que es muy sencillo porque prácticamente solo es conexión de cables, teniendo previsto que ya están fabricadas las interfaces. La máxima distancia depende de la potencia de transmisión de las radios. Se calcula que para las radios VHF mencionadas la distancia máxima anda por 40 Kms. Teniendo en cuenta de que no existan demasiados obstáculos entre las dos estaciones, transmisor y receptor. Con las radios HF es mas ventajoso porque la señal se propaga por la ionósfera y puede llegar a darle la vuelta al mundo pero esto se compensa con la velocidad, pues la transmisión es mucho mas lenta que en banda de VHF. La cantidad y tipo de variables que se pueden medir va a depender del sensor a ser conectado, ya que el sistema es capaz de enviar a la estación base todos los parámetros que el sensor detecte, ya que cuenta con un sistema de corrección de errores. Una ventaja importante es que se puede usar una interfase de conexión muy sencilla.

## **1.7 Software.**

El software utilizado tiene como base el uso del protocolo para radioaficionado Amateur packet radio (AX.25) y el protocolo Unix to Unix Copy (UUCP), instalados en el sistema Linux Debian, adaptado para utilizarlo en el sistema de monitoreo de estaciones meteorológicas en donde se manipulan configuraciones de transmisión como: tiempos de envío de información, niveles de ganancia de las señales de información tanto en transmisión como en recepción.

Una vez ya configurado los dos sistemas tanto como estación base y estación remota y conectados como se muestran en la figura 1.4, el sistema funciona así: Se hace una petición a la estación base hacia la otra u otras estaciones remotas con el fin de activar el sistema, esta información es modulada mediante otros programas auxiliares para así ser amplificada mediante la tarjeta de sonido, viajando la señal hacia las radios también previamente configuradas en lo que respecta a potencia de transmisión y frecuencia.

También se configura el tiempo de activación del PTT (Push to talk; oprimir para hablar) de la radio para prepararla a enviar los parámetros.

## **1.8 Glosario**

**SNET: Servicio Nacional de Estudios Territoriales**

**CIC: Centro de Investigación Científica**

**Radiosonda:** Es un instrumento que se ata a un globo lleno con algún gas ligero, con el objeto de realizar la medición de datos meteorológicos a diferentes alturas, los cuáles transmite a una estación receptora ubicada en superficie. La radiosonda incluye sensores para medir presión, temperatura y humedad; un modulador, un mecanismo conmutador y un radio transmisor.

**Radiosondeo:** La exploración que se hace de la atmósfera por medio de los globos sonda o radiosondas. Esta actividad por convención internacional de la Organización Meteorológica Mundial se realiza en horarios referidos al meridiano de Greenwich dos veces al día.

**Meteorología:** Ciencia y estudio de los fenómenos atmosféricos. Varias de las áreas que abarca la meteorología son por ejemplo: Agrometeorología, climatología, la aeronáutica, la hidrometeorología y las meteorologías física, dinámica y sinóptica.

**Estación meteorológica:** Lugar donde se recogen los datos relativos al tiempo que hace en cada momento y cuyos datos sirven para conocer las características del clima.

**Estación climatológica:** Estación desde donde se obtienen datos climatológicos. Estos deben incluir elementos tales como: condición del tiempo, viento, nubosidad, temperatura humedad, presión atmosférica, precipitación, insolación, etc.

**Spread spectrum:** Técnica de transmisión usada para evitar interferencia y lograr mayor rendimiento. En lugar de una sola frecuencia de canal transportador, el transmisor y el receptor acuerdan usar un grupo de frecuencias, ya sea de manera simultánea o cambiando de una a otra. Esta técnica es especialmente importante en las redes inalámbricas.

**Barómetro:** Instrumento para medir la presión atmosférica. Los hay de muy distintas formas y con diferentes principios de funcionamiento. El más conocido es el barómetro de mercurio, inventado por Torricelli en 1643, que funciona equilibrando el peso de la columna de aire con una columna de mercurio. Existe también el barómetro llamado "aneróide", que consiste en una o varias cápsulas metálicas de paredes delgadas en las cuales se ha hecho el vacío y que se deprimen o expanden de acuerdo a las variaciones de la presión.

**Aneróide de Bourdon:** Barómetro consistente en un tubo flexible, cerrado y curvado en forma de herradura, en cuyo interior reina el vacío. Las variaciones de presión del aire modifican la curvatura del tubo y estas modificaciones se registran en una escala.

**Escala de Reaumur:** Escala de temperatura en la que se toma como 0° R, el punto de fusión del hielo y como 80° R, el punto de ebullición del agua.

**Ramsdis:** Sistema avanzado de interpretación de los datos de satélites meteorológicos para la meteorología regional y mesoescalar) comprende el equipo y los programas informáticos necesarios para la aceptación automática de imágenes satelitales multiespectrales, productos (por ejemplo, estimaciones de velocidad del viento, precipitación, niebla e incendios) y datos reticulares de observaciones o predicciones para presentarlos como representaciones o análisis sobre la imagen.

**Mediciones pluviométricas:** son aquellas en las que se mide únicamente lluvia, por este motivo tienen un Pluviómetro.

**PTT:** Push To Talk, oprimir para hablar, forma de utilizar un radio móvil como si de un *walkie-talkie* se tratase. Los terminales con PTT vienen equipados con una tecla específica para establecer una comunicación instantánea con uno o varios interlocutores a la vez.

**CPM:** Centro de Pronóstico Meteorológico.

**CIAGRO:** Centro de Información y Agrometeorología.

**CPC:** Centro de Predicción Climática

## **Conclusiones del capítulo I.**

**De acuerdo a lo anterior podemos concluir que:**



- **En El Salvador, en términos de monitoreo remoto de estaciones meteorológicas, se tienen grandes limitantes para la supervisión y control de tales sistemas, lo que redundaría en una recopilación deficiente de información.**
- **Implementar un sistema de monitoreo remoto, desarrollado con tecnología de fácil adquisición en nuestro país, permitiría mejorar sustancialmente, la captura de datos.**
- **Fortalecer el proceso de adquisición de datos (objetivo de este trabajo) permitiría a los expertos en el ramo, mejorar la predicción de las condiciones climáticas, lo que podría redundar en una reducción de situaciones de riesgo en determinadas zonas. La solución propuesta es capaz de recibir parámetros ambientales de cualquier sensor con salida de puerto serie y que no necesite software para su funcionamiento.**

- [1] **Servicio Nacional de Estudios Territoriales**  
**<http://snet.gob.sv/Documentos/MeteorologiaEISalvador.pdf>**  
**La Meteorología en El Salvador.**
- [2] **[http://www.tutiempo.net/silvia\\_larocca/Temas/Historia .htm](http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/Historia.htm)**  
**La Meteorología Científica.**

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION DE HARDWARE DEL SISTEMA**

#### **2.0 Introducción**

En el siguiente capitulo se da una descripción detallada del hardware del sistema de conexión remota de estaciones meteorológicas, el cual es un sistema de comunicación VHF o HF, consistente en la utilización de radios transceptores utilizados comúnmente para la comunicación de voz, los cuales servirán para la transmisión/recepción de datos meteorológicos desde un punto lejano hacia una estación base que recopilará dichos datos para su posterior análisis.

Se explica de forma detallada los componentes del que consta todo el sistema, así como las interfases necesarias capaces de utilizar eficientemente el sistema completo. También se muestra las formas de propagación de las ondas de radio en el medio de transmisión inalámbrico, así como los criterios de calidad.

#### **2.1 Descripción del Sistema de Comunicación Remota de Estaciones Meteorológicas.**

El diagrama de bloques del sistema de comunicación remota de estaciones meteorológicas es mostrado en la figura 1.4 del capitulo I.

El sistema de comunicación se puede utilizar en la banda de HF o VHF, obviamente utilizando radios HF, o VHF para transmisión/recepción así como sus respectivas antenas e interfaces entre la radio y la PC, además de la respectiva configuración de software en la PC.

#### **2.2 Medio de propagación**

Las ondas de radio producidas por la antena se propagan por el aire o el espacio. En el caso del aire, la atmósfera produce efectos sobre las ondas que la atraviesan.

En el aire existe una división de la atmósfera en grandes regiones con diferentes características: la tropósfera, la estratósfera, la mesósfera y la ionósfera.

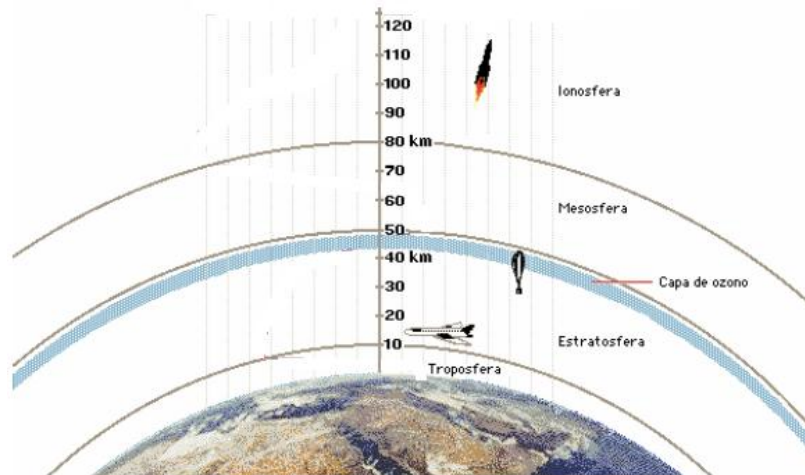
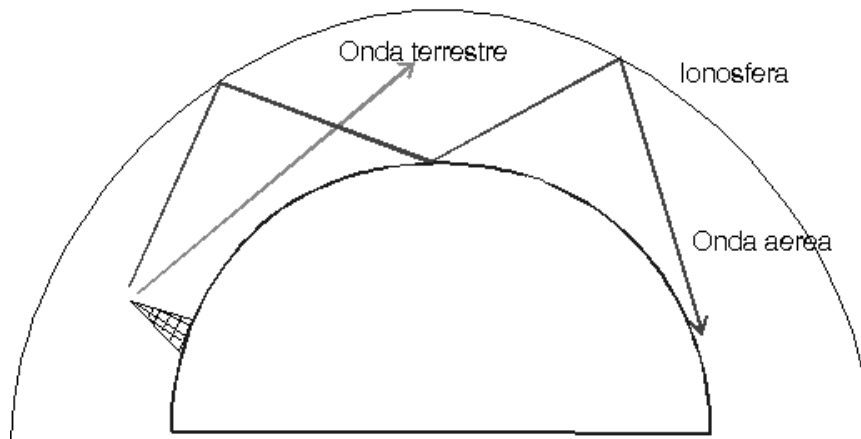


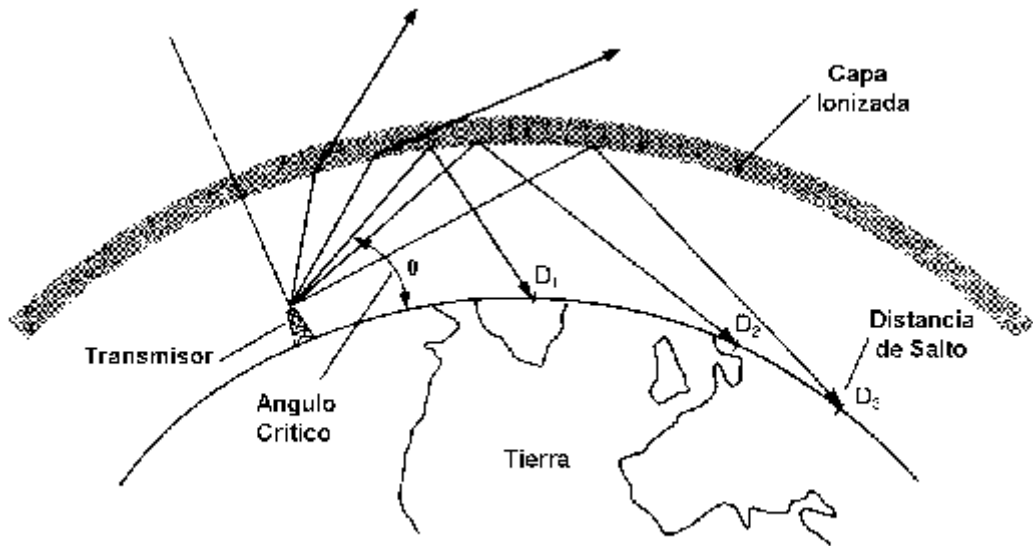
Figura 2.2. Regiones de la Atmósfera.

### 2.2.1 Propagación en la banda de HF (3MHz-30MHz)

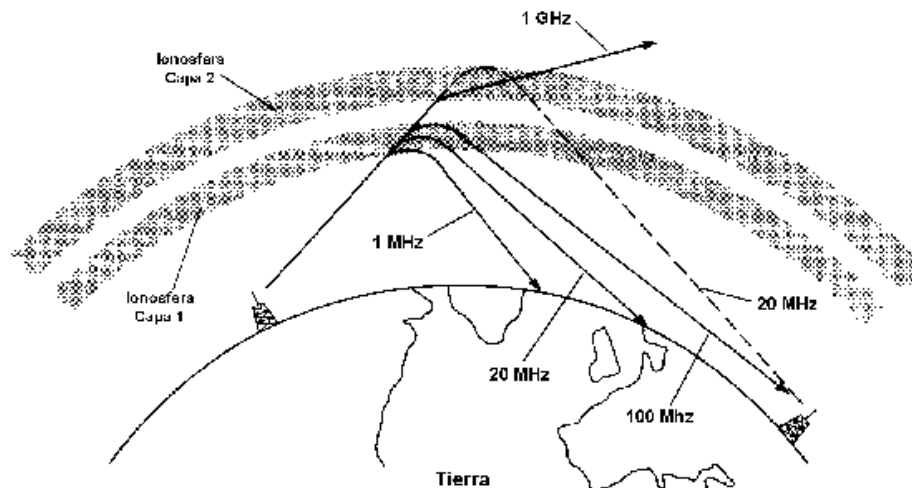
La radio transmisión en la banda entre 3 Mhz y 30 Mhz es llamada radio transmisión de alta frecuencia (HF) u ondas cortas. Las ondas propagadas en esta banda de frecuencias son objeto de la reflexión en la ionósfera, dentro de esta capa de la atmósfera las transmisiones se caracterizan por tener atenuaciones muy pequeñas lo cual permite poder realizar comunicaciones entre estaciones que no tengan línea de vista. Por convención, Las bandas de frecuencia dentro del espectro de HF son asignadas por tratados internacionales para servicios específicos como móviles (aeronáutico, marítimo y terrestre), radiodifusión, radio amateur, comunicaciones espaciales y radio astronomía. La radio de HF tiene propiedades de propagación que la hacen menos confiable que otras frecuencias; sin embargo, la radio de HF permite comunicaciones a grandes distancias con pequeñas cantidades de potencia radiada. Las ondas de radio de HF transmitidas desde antenas en la tierra siguen dos trayectorias. La onda terrestre (groundwave) sigue la superficie de la tierra y la onda aérea (skywave) rebota de ida y vuelta entre la superficie de la tierra y varias capas de la ionosfera terrestre. La onda aérea propaga señales a distancias de hasta 4,000 millas con una confiabilidad en la trayectoria de 90 %.



**Figura 2.3. Trayectorias de onda de radio HF**



**Figura 2.4. Efecto del ángulo sobre la distancia de Salto (todos a la misma frecuencia)**



**Figura 2.5. La variación de la distancia con la frecuencia**

El peso de la capa de la ionósfera afectará grandemente la distancia de salto. La distancia también varia con la frecuencia de la onda transmitida. Ya que el peso y la densidad de la capas de la ionósfera dependen también la radiación solar, hay una significativa diferencia entre la distancia de salto de las transmisiones diurnas y las nocturnas. Las ondas terrestres en cambio tiene un alcance más corto comparadas con las ondas aéreas. Las ondas terrestres tienen tres componentes: la onda directa, la onda de superficie y la onda reflejada. Las ondas terrestres son afectadas por la conductividad y las características de la superficie de la tierra. A más alta conductividad mejor transmisión, así las ondas terrestres viajan mejor sobre al agua del mar, agua dulce, aguas pantanosas, etc. Sobre terrenos rocosos y desierto la transmisión es muy pobre, mientras que en zonas selváticas es prácticamente inutilizable. Las condiciones de humedad en el aire cercanas a la tierra afectan grandemente las ondas terrestres. Las características de propagación de la onda terrestre también son afectadas por la frecuencia de la onda.

### 2.2.2 Propagación en la banda de VHF (30MHz-300MHz)

La característica distintiva de las ondas de radio de VHF, (a partir de los 30 Mhz) es su corto alcance sobre la superficie terrestre. Se limita a decenas de kilómetros para comunicaciones directas punto a punto entre estaciones terrenas. Cuando atraviesan la atmósfera no se reflejan en las diferentes capas, las atraviesan totalmente y se pierden en el espacio exterior. El límite es el horizonte óptico.

En ciertas condiciones se pueden aprovechar las características de refracción de la atmósfera y se logran distancias considerables durante períodos variables de tiempo, que incluso pueden permanecer durante días. La capa de la atmósfera que tiene mayor influencia sobre las

frecuencias de VHF es la tropósfera, gobernada por los cambios de clima. Las condiciones de propagación de VHF, al igual que los cambios climáticos, se pueden predecir con relativa exactitud.

### 2.2.2.1 Refracción troposférica.

Se localiza en la tropósfera, y permite que las ondas de radio experimenten una relativa curvatura hacia la tierra, superando el horizonte óptico. Existen dos tipos de refracciones: La refracción de superficie y la superrefracción.

#### 2.2.2.1.1 Refracción de superficie

También conocida como “Propagación por onda de superficie”. Las señales de VHF se desplazan en línea recta en todas direcciones incluso hacia el espacio exterior donde se pierden. Para comunicaciones terrenas, el alcance teórico se limita al horizonte óptico, debido a la curvatura del planeta. La superficie de la tierra absorbe parte de las señales y se logra un alcance aproximadamente un 30% mayor que el alcance óptico.

Una estimación del radio de alcance de la señal se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$D = 4,124 \sqrt{H}$$

D=Distancia al horizonte (kilometros)  
H=altura antena (metros)

Por ejemplo, para una estación "A" que posee su antena a una altura H de 20 metros (la configuración que habitualmente se utiliza en una torre con dipolos de HF) el radio de alcance D será de 18 km. Otra estación "B" que posee una altura de H' 12 metros, tendrá un radio de alcance D' de 14,2 km.

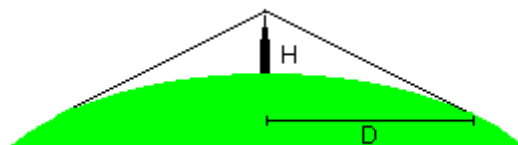


Figura 2.6. Altura y Radio de Alcance de Antena

La separación física máxima que puede existir entre estas dos estaciones será la suma del radio de alcance de cada una. En el ejemplo es de 18 Km. + 14,2 Km. = 32,2 km. De esta manera el radio de alcance de una estación se encuentra dentro de los límites del radio de alcance

de la otra. Estas distancias se cumplen en condiciones normales de la atmósfera y es la distancia en que la comunicación será 100% confiable, aunque en ciertas condiciones de refracción y utilizando potencias elevadas las distancias serán de cientos de kilómetros.

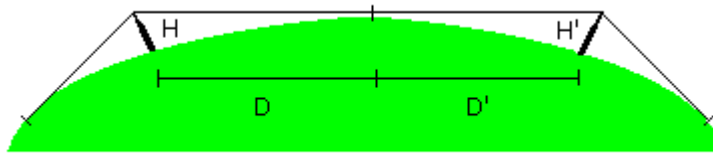


Figura 2.7. Separación Máxima entre dos Antenas

#### 2.2.2.1.2 Superrefracción

Una vez superado el horizonte óptico, las señales de VHF se pierden en el espacio, y en otros casos no tan frecuentes pueden describir una curva descendiente mientras se desplazan. La distancia cubierta por la señal es de aproximadamente 1200 Km. y la atenuación es prácticamente escasa.

La prolongación del camino en cientos de kilómetros por refracción en la tropósfera se produce cuando las señales son dobladas en su trayectoria y vuelven a la superficie de la tierra. En frecuencias de VHF sucede gracias a diferencias en el índice de refracción de la tropósfera, generado por las variaciones climáticas propias de la región. La distancia máxima a cubrir en estas circunstancias, habitualmente de cientos de kilómetros, depende de la altura de la región atmosférica común a ambas estaciones de radio. El índice de refracción es variable con respecto a los cambios de clima, que son propios de la baja atmósfera. La potencia en los equipos toma carácter secundario, siendo la altura de antena la condición necesaria para lograr distancia.

Refracciones normales permiten extender el radio horizonte 1/3 más, y condiciones favorables no tan frecuentes permiten un alcance mayor, de cientos de kilómetros, sin pérdida en la intensidad de la señal. Esta situación, siempre está presente en mayor o menor grado y a veces se desconoce, y es la que se aprovecha permanentemente en VHF gracias a las condiciones variables de humedad.

Cuando el índice de refracción aumenta, las ondas de radio incidentes se doblan y llegan nuevamente a la tierra, si el área refractaria abarca un área extensa, mayor será la distancia a comunicar, que puede llegar a los 1500 km.



La causa de esta situación es la diferencia de temperatura del aire con la altura y una caída abrupta de humedad, fenómeno conocido como *inversión de temperatura*. Las siguientes condiciones habituales del clima pueden crear importantes inversiones de temperatura.

#### **2.2.2.1.2.1 Radiación del calor de la tierra.**

Después de la puesta del sol, la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno se enfría, llevando hacia arriba el aire caliente. Este último permanece arriba, creando la inversión de temperatura (capas de este aire caliente sobre capas de aire frío). El enfriamiento continúa durante la noche y hasta antes del amanecer creando una inversión hasta una altura de 500 metros. Esta situación se ve favorecida por las noches de verano y desfavorecida por el viento y las nubes.

#### **2.2.2.1.2.2 Frentes de alta presión.**

Estos frentes aplastan el aire, lo comprimen y elevan su temperatura. Capas de este aire caliente sobre las capas de aire frío se forman entre los 500 y los 3000 metros. Se intensifica durante la noche y a la mañana temprano, cuando la temperatura de la superficie se enfría y se mantiene. Es notable el efecto que producen las capas alternadas de aire caliente y frío, permitiendo refracción a lo largo de grandes áreas.

#### **2.2.2.2 Desvanecimiento troposférico.**

Turbulencias en la baja atmósfera y pequeñas variaciones en el clima generan el desvanecimiento de las señales de VHF. Condiciones locales (lluvias, aire caliente ascendente de las ciudades, humedad caliente ascendente de los ríos o lagos), desestabilizan el camino de la onda y por lo tanto afectan la propagación.

Los aviones en movimiento generan una agitación sonora debido al reflejo de las señales. Estas llegan por un camino alternativo en diferente fase, cambiando constantemente con la trayectoria del avión.

### **2.3 Sistema de antena.**

Un sistema de antena comprende todos los elementos que se utilizan entre el transmisor, o receptor, y la antena. Por lo tanto, elementos como la propia antena, la línea de transmisión, transformadores de adaptación, balunes, etc. se consideran partes de un sistema de antena.

#### **2.3.1 Operación básica de una antena.**

Sin meterse en cuestiones físicas, si una corriente circula por un conductor, creará un campo eléctrico y magnético en sus alrededores. Luego la corriente creará un campo eléctrico y magnético, pero como supondremos que la distancia entre los dos conductores que forman nuestra línea es pequeña, no se creará una onda que se propaga, puesto que la contribución que presenta el conductor superior se anulará con la que presenta el conductor inferior.

Pero si se separa en un punto los dos conductores, los campos que crean las corrientes ya no se anularán entre sí, si no que se creará un campo eléctrico y magnético que formará una onda que se podrá propagar por el espacio.

Según esto, dependiendo del punto desde el que separemos el conductor, tendremos una longitud en los elementos radiantes variable. Al variar esta longitud, la distribución de corriente variará, y lógicamente la onda que se creará y se propagará.

### **2.3.2 Características de las antenas.**

#### **2.3.2.1 Polarización**

Se define como polarización de una antena, la dirección que tiene el campo eléctrico de la onda electromagnética. Si el campo eléctrico es horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si es vertical, tendrá polarización vertical. En general, la polarización coincide con la posición del hilo conductor de la antena. Si ésta tiene el conductor en posición horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si está vertical, tendrá polarización vertical.

Para las frecuencias comprendidas entre 3 y 30 MHz, en las que la mayoría de comunicaciones se realizan por reflexión en la ionósfera, la elección de uno u otro tipo no tiene importancia, ya que la polarización se pierde al haber una reflexión. Sin embargo, en frecuencias superiores, donde las reflexiones son muy raras, o bien, siempre que se quiera establecer comunicados por vía directa (sin reflexiones), la antena emisora y la receptora deben tener la misma polarización, ya que en caso contrario las pérdidas son muy importantes.

#### **2.3.2.2 Ángulo de radiación.**

Se llama ángulo de radiación al ángulo vertical (Por encima del horizonte) en que una antena emite (o recibe) la máxima intensidad de campo electromagnético.

Resulta evidente que todas las estaciones con las que se puede contactar se encuentran, o bien en línea horizontal o bien más allá del horizonte. Ahora bien, por el hecho de que las antenas se encuentran encima del suelo se produce una interacción entre el campo electromagnético que sale de la antena y la parte de éste que rebota en el suelo. La combinación de los dos hace que la energía se cancele para ciertos ángulos y que se refuerce para otros. El ángulo para el que el refuerzo es máximo se llama ángulo de radiación de una antena. Curiosamente ninguna antena real situada sobre el suelo tiene su máximo ángulo de radiación en dirección horizontal. La máxima radiación siempre ocurre con un cierto ángulo hacia arriba.

#### **2.3.2.3 Directividad.**

Se denomina directividad a la dirección horizontal en la que se produce el máximo de radiación de una antena. Algunas antenas radian igualmente hacia todas las direcciones horizontales, en cambio, otras tienen una o varias direcciones en las que la radiación se ve favorecida.

#### **2.3.2.4 Ganancia.**

Se define como ganancia de una antena la diferencia que existe entre el campo electromagnético producido por una determinada antena en su dirección más favorable respecto al de otra antena que se toma como patrón. Científicamente se toma como referencia la antena isotrópica, que es una antena ideal que radia uniformemente en todas direcciones. Evidentemente no existe tal antena pero, matemáticamente, es muy fácil calcular el campo electromagnético que produciría una antena de ese tipo.

#### **2.3.2.5 Patrón de radiación.**

Es un diagrama polar que representa las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena. Si el patrón de radiación se traza en términos de la intensidad del campo eléctrico (E) o de la densidad de potencia (P), se llama patrón de radiación absoluto. Si se traza la intensidad del campo o la densidad de potencia en relación al valor en un punto de referencia, se llama patrón de radiación relativa. El patrón se traza sobre papel con coordenadas polares con la línea gruesa sólida representando los puntos de igual densidad de potencia (10 mW/m<sup>2</sup>).

Los gradientes circulares indican la distancia en pasos de dos kilómetros. Puede verse que la radiación máxima está en una dirección de 90° de la referencia. La densidad de potencia a diez kilómetros de la antena en una dirección de 90° es 10 mW/m<sup>2</sup>. En una dirección de 45°, el punto de igual densidad de potencia es cinco kilómetros de la antena; a 180°, está solamente a cuatro kilómetros; y en una dirección de -90°, en esencia no hay radiación.

## 2.4 Especificaciones de antena HF de banda ancha dipolo plegado.

Esta antena, compuesta de un dipolo del alambre plegado y terminado con un transformador de RF, no requieren sintonizador en el rango de 1.7- 30 MHz. tiene 27.20 metros (88.6 [ft].) de largo y es muy eficiente en todo margen de frecuencias.

Rango de operación: 1.7 - 32 Mhz.  
Longitud total: 27.20 metros  
Relación de O.E.  
(onda estacionaria): Menor a 1,7 : 1 en todo el rango  
Potencia de entrada PEP: Máximo 500 Watts  
Línea de alim.: 50 Ohms  
Terminal alim.: SO-239

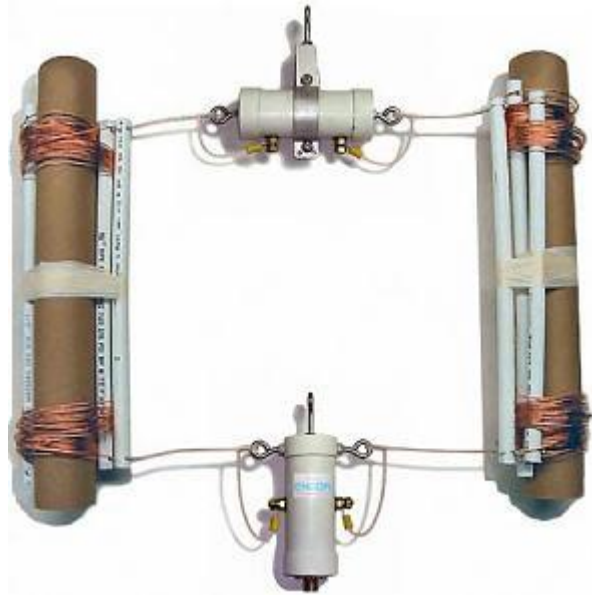


Figura 2.8. Antena HF de banda ancha dipolo plegado de 2 a 30 MHz

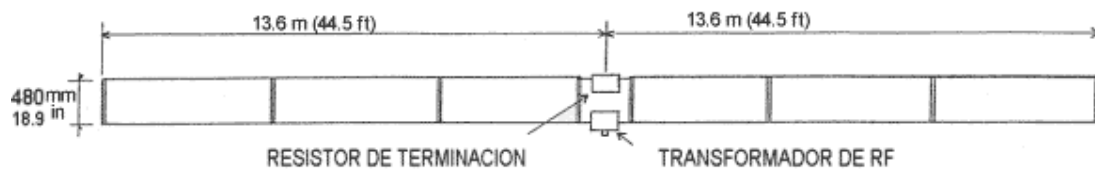


Figura 2.9. Elementos de construcción de antena HF.

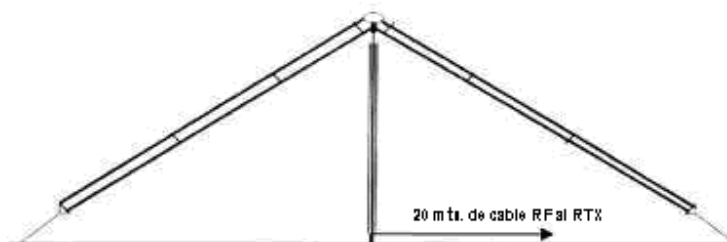
### 2.4.1 Forma de instalación de antena HF.

Se puede instalar en V-invertida, horizontal o en diagonal, no requiere disposiciones particulares, y una altura 6 a 12 metros es satisfactoria.

**Tipología de instalacion**

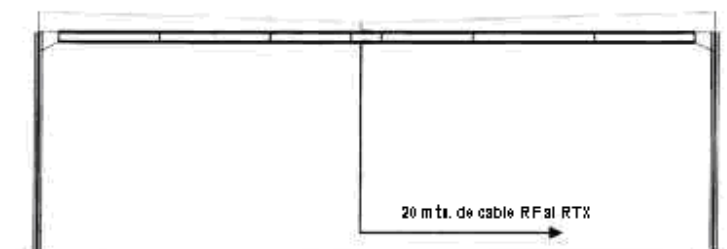
**Invertida en V**

- Omnidireccional
- polarizacion horizontal/vertical
- Soporte central de 6 a 12 mts.
- Extremos de la antena de 1.5 a 5 mts.



**Instalacion Horizontal**

- Bidireccional como un dipolo
- Polarizacion horizontal
- Soportes laterales de 6 a 12 mts.



**Sloper**

- Omnidireccional
- Polarizacion Horizontal/ Vertical
- Soporte de 6 a 12 mts.
- Extremos de la antena de 1.5 a 2 mts.

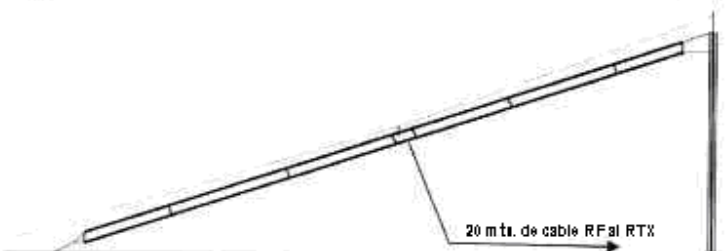


Figura 2.10. Tipologías de instalación de antena HF.

**2.5 Relación de ondas estacionarias (SWR)**

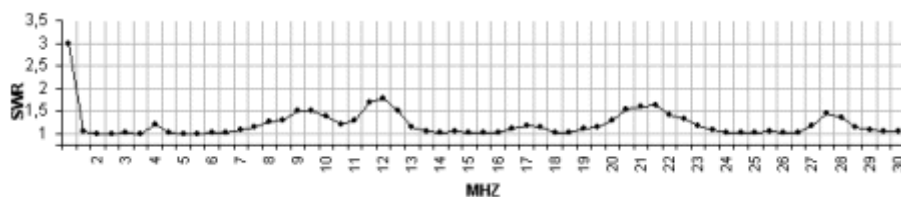


Figura 2.11. SWR de la antena HF.

## 2.6 Antena para Muy Alta Frecuencia (VHF).



Figura 2.12. Antena VHF.

## 2.7 Radio transceptor.

Los radio transceptores utilizados en el sistema de conexión remota de estaciones meteorológicas son radios transceptores VHF o HF.

### 2.7.1 Radio transceptor para alta frecuencia (HF).

El radio transceptor utiliza para la frecuencia de HF es de la marca Kenwood modelo TS-50S funciona en la banda de radioaficionado de 160 a 10 metros de longitud de onda, con receptor en la banda general de 500 Khz. hasta 30 MHz.



Figura 2.13. Radio HF Kenwood modelo TS-50S.

El radio Transceptor HF Kenwood modelo TS-50s funciona con el sintonizador automático de antena AT-50. Estos sintonizadores son

útiles para adaptarse a antenas cuya Relación de Señal a Ruido (SWR) sea mayor de 1.5:1.



Figura 2.14. Sintonizador automático de antena Kenwood modelo AT-50.

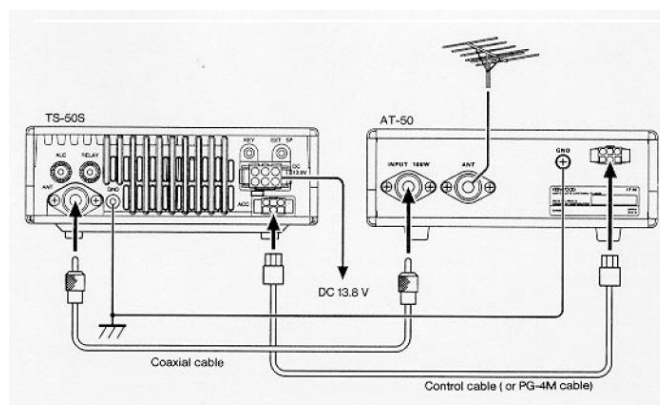


Figura 2.15. Conexión del transceptor TS-50S al sintonizador automático de antena AT-50.

## 2.7.2 Radio transceptor para VHF.

El radio utilizado para la frecuencia de VHF es un radio móvil de la marca Motorola modelo PRO3100.



Figura 2.16. Radio transceptor Motorola modelo PRO3100

## 2.8 Interfaz entre la PC y el radio transceptor.

El esquema de conexión de la PC con la radio es el siguiente ya sea para radios HF como radios VHF.

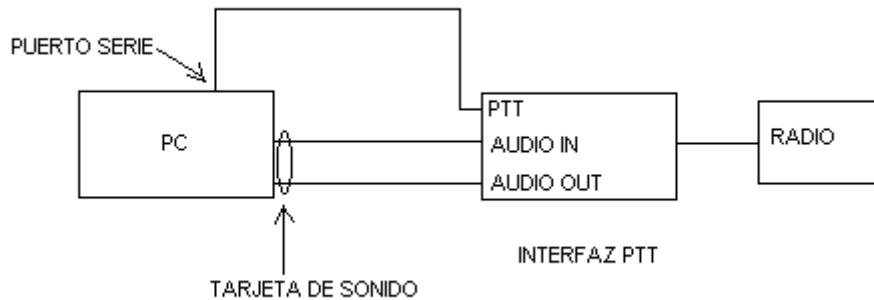


FIGURA 2.17. Esquema de conexión de interfaz de la PC a la radio.

## 2.9 Acoplamiento de audio de la PC al radio transceptor.

El acoplamiento de audio se logran llevando las señales de audio desde la salida de la PC (speaker de la tarjeta de sonido) al micrófono del TRX y viceversa, adecuando y adaptando las señales a los requerimientos de cada caso; mientras que el control del PTT se efectúa mediante un circuito que recibe los comandos del puerto Serial del PC y reacciona haciendo recibir o transmitir al equipo.

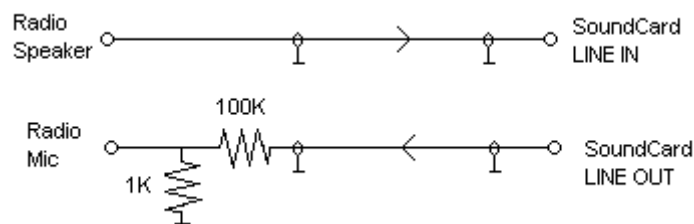


Figura 2.18. Acoplamiento de la radio a la PC.

### 2.9.1 Acoplamiento de salida de audio de la Radio a entrada de audio de la tarjeta de Sonido de la PC.

El acoplamiento es del proceso de acondicionar las señales en los equipos con el objetivo de tener un buen enlace, y esto se logra como sigue: La salida de audio del equipo de radio (Radio Speaker), puede ser el jack para conectar el parlante exterior, audífono o auriculares, o bien la salida de datos provista en algunos equipos. En el caso de los radios VHF Motorola PRO3100 se usa la salida de datos.

La entrada de audio a la PC se realiza en la placa de sonido, en las entradas indicadas como MIC, (micrófono) o bien AUX, (auxiliar). La



diferencia entre ambas es el nivel de audio mínimo necesario para ser captado, siendo la entrada de micrófono la más sensible, ya que está preparada para ser excitada con un micrófono. La entrada AUX, debe ser excitada con mayor nivel de audio, por ejemplo la salida de un parlante con volumen bajo o medio.

Para enviar audio desde la radio hacia la tarjeta de sonido, solo hace falta un cable blindado o mallado, con las fichas correspondientes a cada salida y entrada, normalmente un plug de 3,5mm mono para la radio y un plug 3,5mm stereo para la placa de sonido. Dependiendo de la entrada utilizada, el nivel de audio conveniente se regula desde el equipo y la configuración de la placa de audio en el panel correspondiente de la PC.

### 2.9.2 Acoplamiento de entrada de datos de la Radio a la salida de audio de la tarjeta de Sonido en la PC.

Intervienen aquí la salida de audio de la PC, desde la salida SPK (Parlante) de la tarjeta de sonido, y la entrada de data de la radio, en el caso de la radio VHF Motorola posee una conexión de entrada de DATA en la parte trasera del transceptor identificada como TX (pin 5) en la figura 2.19.

Para la radio HF Kenwood la entrada de data se encuentra en el pin 1 (TXD) del conector de micrófono de la radio en la parte frontal como se muestra en la figura 2.20. Para capturar la información en la radio, además de la utilización de un cable blindado o mallado, se debe anteponer un atenuador de nivel de tensión para que no exista saturación y así tener buena calidad a la hora de transmitir.

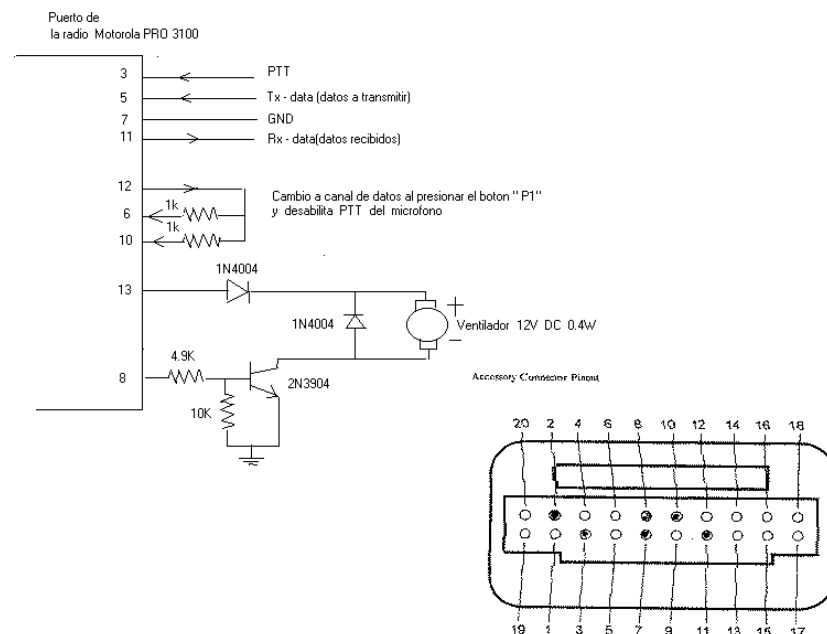


Figura 2.19. Pin out de puerto de datos de radio motorola PRO3100.



Conector para microfono y entrada de datos

Figura 2.20. Conector de "MIC" del panel frontal de radio HF.

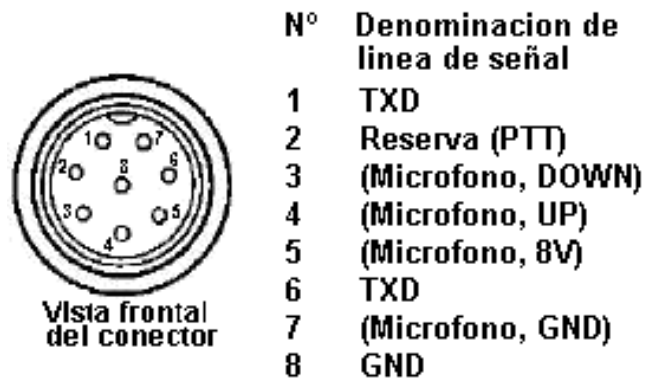


Figura 2.21. PINOUT de conector de MIC de radio HF modelo TS-50S

Para utilizar los terminales en el conector de MIC mostrado en la figura 2.21 de los radios HF se tuvo que retirar el micrófono y acceder a los mencionados terminales, adaptándolos a la interfaz por no poder encontrar un conector de las mismas características a las originales.

### 2.9.2.1 Atenuación del nivel de entrada en la radio.

Al disminuir el volumen de la salida de la tarjeta de audio de la PC, el ruido o "soplido" propio del amplificador de audio supera el nivel del audio que debe llegar al micrófono del equipo de radio; por ello es necesario mantener el volumen de salida de parlante de manera que supere al mencionado soplido de amplificador. Este nivel de audio supera ampliamente el requerido por la entrada de micrófono de los equipos de radio, por lo que se procede a atenuar o suprimir el mismo unas 100 veces aproximadamente mediante un divisor resistivo, formado por dos resistencias de valores aproximados a 100 kilo ohmios

y 1 kilo ohmio, como se muestra en la figura 2.18, siendo estos valores de resistencia no críticos en absoluto.

Para realizar entonces el acoplamiento de audio desde la PC hacia la radio, se necesita un plug estéreo con un cable blindado y los dos resistores mencionados. El otro extremo del cable blindado debe conectarse al terminal correspondiente al micrófono o entrada de datos del equipo.

Como consideraciones respecto a este acoplamiento debemos tener en cuenta que también se debe adecuar el nivel de volumen de parlantes mediante los controles por software de la tarjeta de sonido en la PC, sin excederlos demasiado, ya que el equipo terminaría sobremodulado.

## 2.10 Acoplamiento de la radio al puerto RS-232 de la PC.

Este acoplamiento se refiere al control del PTT. El puerto serie RS-232 de la PC es el encargado para activar o desactivar el PTT de la radio.

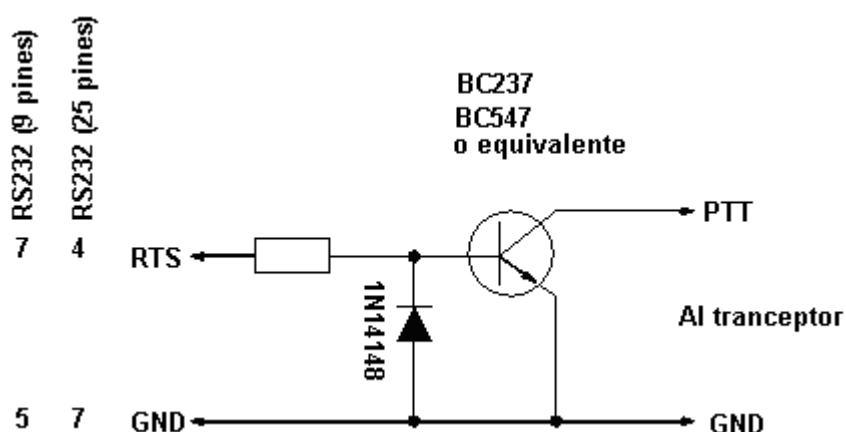


Figura 2.22. Circuito PTT.

## 2.11 Funcionamiento del PTT.

El PTT, sigla que proviene de la frase inglesa "Push To Talk" "Presione para hablar" define la acción de presionar un switch o interruptor para hablar o modular. En realidad ante esta acción lo que sucede generalmente, es que los equipos pasan de modo RX (recepción) a TX (transmisión). Para el caso particular el PTT pondrá en transmisión el equipo bloqueando el canal de voz.

Lo que interesa en este momento es saber como se refleja la acción de presionar el PTT en la circuitería de los radio transceptores, ya que se debe reemplazar ese mecanismo por un circuito electrónico.

Básicamente el cerrar el switch de un PTT Provoca la circulación de corriente desde un potencial positivo (+) a tierra; así casi todos los equipos responden a este funcionamiento. Para ello se utiliza una línea denominada PTT (que normalmente tiene potencial positivo (+) y otra línea para el tierra del PTT. Partiendo de esto se muestra en la siguiente figura el pin-out (pines de conexión) de la interfaz que ubica los pines a conectar con el puerto serie de la computadora y los pines de entrada/salida de datos y PTT de la radio motorola PRO3100.

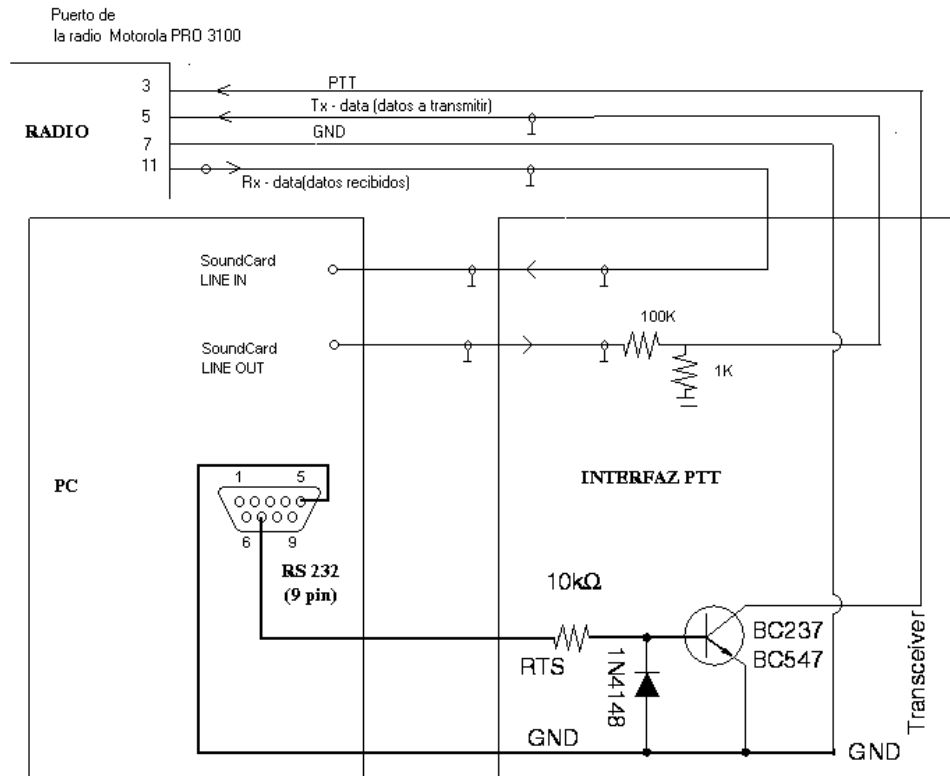


Figura 2.23. Conexión de interfaz PTT, la radio VHF y la PC.



Figura 2.24 Interfaz física HF

## **2.12 Glosario.**

**Dipolo:** Antena simétrica integrada por dos elementos, en ondas cortas generalmente son dos segmentos de cable de igual tamaño, aislados uno del otro y en sus puntas exteriores. Esta antena es de alta direccionalidad y buen rendimiento para la frecuencia o banda a la que en particular fue diseñada.

**Frecuencia:** Número de ciclos completos por unidad de tiempo para una magnitud periódica, como en las ondas de radio, en donde se usa el hertz o hercio, equivalente a un ciclo u oscilación por segundo. Se usan los múltiplos del hertz (Kilohertz, Megahertz, etc.).

**Modulación:** Proceso de codificación para que pueda ser transmitida una señal de radio. Los ejemplos de modulación más conocidos son la Amplitud Modulada y la Banda Lateral.

**Sobremodulación:** Operación en una emisión de radiodifusión que rebasa los límites definidos en el proceso de modulación.

**Ondas de radio:** También denominadas ondas hertzianas, son ondas electromagnéticas dentro del espectro limitado entre los 30 Khz. y los 300 000 Megahertz. Las ondas de radio se diferencian unas de otras por su frecuencia o longitud de onda. Viajan aproximadamente a la misma velocidad que la luz. Una onda de radio e compone a su vez de dos ondas:

a) una onda terrestre o de superficie, que se propaga mejor en agua oceánica, casi con igual calidad en agua dulce, va perdiendo fuerza en su propagación cada vez más, y respectivamente en intensidad, en suelos nevados, húmedos o verdes, y su propagación es ya muy deficiente en suelos secos.

b) una onda aérea, que puede reflejarse en la ionosfera y de nuevo en la superficie terrestre, de acuerdo a las características de la frecuencia, la superficie -a mayor humedad, mejor calidad de reflejo-, y al grado de ionización atmosférica.

**Radioaficionado:** Radioamateur, persona autorizada por el gobierno de su país para transmitir en determinadas modalidades y bandas, con fines de comunicación personal y de investigación técnica, sin interés de utilidad monetaria ni de hacer competencia a otros servicios de telecomunicaciones. Los radioaficionados fueron los descubridores de los distintos comportamientos de propagación de distintos segmentos del espectro radial, sobre todo en las ondas cortas.

**Transmisor:** Equipo que genera una señal de radio ya modulada y enviarla a una antena para su radiación al espacio en forma de energía electromagnética.

**Receptor:** Dispositivo complejo empleado en radiotelegrafía o CW, radiotelefonía, televisión, comunicaciones por microondas, radar y otros servicios, para recibir y transformar en sonido, imagen o gráficos o texto, las ondas hertzianas originadas por un transmisor.

**Transceptor:** Aparato para telecomunicaciones, que en la misma unidad incluye un transmisor y un receptor.

**Campo electromagnético:(campo EM)**--las regiones del espacio cerca de corrientes eléctricas, imanes, antenas transmisoras, etc., regiones en las cuales fuerzas eléctricas y magnéticas pueden actuar. Generalmente el campo EM es referido como modificación del espacio como tal, permitiéndole almacenar y transmitir energía.

**Campo Magnético:** Región en la cual fuerzas magnéticas pueden ser observadas. Ver "campo electromagnético," un campo más general que además incluye fuerzas eléctricas.

**Campo Eléctrico:** Región en la cual fuerzas eléctricas pueden ser observadas, ej. cerca de una carga eléctrica. Como campo, también puede ser vista como región del espacio modificada por la presencia de cargas eléctricas.

## **Conclusiones del capítulo II.**

- La utilización de la PC sustituye a un TNC, por medio de la tarjeta de sonido y el puerto RS-232. Permite que en el sistema se le puedan conectar módulos de medición de parámetros ambientales con salida de datos con estándar RS-232 e incluso estaciones meteorológicas complejas, para implementarla en un monitoreo remoto.
- El sistema en la banda de HF permite la propagación de la información debido a la reflexión en la ionósfera, y así vencer obstáculos de importancia sin necesidad de tener línea de vista, una vez alcanzado el horizonte óptico las señales se refractan en la ionósfera y alcanzan nuevamente la superficie a distancias considerables.
- La utilización del sistema de monitoreo de estaciones meteorológicas en la banda de VHF permite que la propagación de la información se realice de manera mas compleja que la de HF, ya que se considera el caso de no línea de vista y de línea de vista, utilizando modelos de propagación y ecuaciones que caracterizan el canal de comunicación para poder hacer predicciones lo mas cercanas posibles a la realidad.

## Referencias bibliográficas del capítulo II.

- [1] Estación de radioaficionado.  
<http://www.lw8die.santoslugares.com/propagación.htm>  
Propagación en VHF.
- [2] Centro interactivo de recursos de información y aprendizaje.universidad de las americas puebla (UDLA)  
[http://catarina.udlap.mx:9090/udla/tales/documentos/lem/trevino\\_c\\_jt/capitulo\\_3.html](http://catarina.udlap.mx:9090/udla/tales/documentos/lem/trevino_c_jt/capitulo_3.html)  
Propagación de Ondas Electromagnéticas en la Atmósfera.
- [3] El radioaficionado on line.  
<http://espanol.geocities.com/elradioaficionado/antenas/antenas02.htm#antenas>  
Antenas y líneas de transmisión
- [4] monografías.com  
<http://www.monografias.com/trabajos/antenas/antenas.shtml>  
Antenas para frecuencias de VHF u UHF.
- [5] Venta de equipos para Sistemas HF  
[http://www.endor.cl/en/ant\\_info.php#](http://www.endor.cl/en/ant_info.php#)  
Descripción Antenas HF, Instalación
- [6] Sistemas de comunicaciones electrónicas - Tomasi Wayne - 2º Edición - Pág. 377 a 410  
<http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/antenas.html#1>.



## CAPITULO III

### DESCRIPCION DE SOFTWARE DEL SISTEMA

#### 3.0 Introducción.

En el presente capitulo se detalla el funcionamiento y la configuración del software empleado, tanto para el radio enlace, como para la configuración de las radios motorola PRO3100, así como el enfoque y la utilización de los protocolos que intervienen en estos tipos de comunicación entre los que están: El protocolo Unix to Unix Copy (UUCP) y el Amateur packet radio AX.25.

#### 3.1. Planteamiento del problema

Hoy en día existen muchos software o programas con aplicaciones para conexiones remotas entre estaciones; que varían entre calidad, precio y la compatibilidad de hardware. Estos también se encuentran en versiones de demostración que son gratis pero su funcionalidad es ineficiente o limitada. Los software profesionales pueden funcionar bien pero su costo es elevado y solo son compatibles directamente con sus equipos asignados. Dado estos casos se ha optado por utilizar un software de distribución libre como lo es la aplicación *ehas-station*, destinada para envío de correos e Internet, adaptada para los fines del trabajo de graduación, que es hacer conexiones remotas basadas en la utilización de protocolos estándares como el UUCP y el AX.25. La ventaja es que se pueden hacer conexiones punto multipunto, transmisiones a grandes distancias por el tipo de radios utilizados y la calidad de envío de datos es bastante buena.

## **3.2 Antecedentes**

### **3.2.1. Historia del protocolo UUCP.**

**El protocolo UUCP fue diseñado a finales de los años setenta por Mike Lesk en los laboratorios Bell de AT&T con el objetivo de crear una simple red sobre líneas de teléfonos para conectarse mediante llamadas telefónicas. Dado que la mayoría de la gente que quiere tener correo electrónico y noticias de Usenet en sus ordenadores personales todavía se comunican por módem, UUCP ha seguido siendo muy popular. Aunque hay muchas implementaciones funcionando en una gran variedad de plataformas y sistemas operativos, todas son bastante compatibles.**

**Sin embargo, como con cualquier programa que se ha convertido en “estándar” con el tiempo, no hay un UUCP que se pueda denominar. Este protocolo ha sufrido un continuo proceso de evolución desde la primera versión que fue implementada en 1976. En la actualidad hay dos especies principales que se diferencian principalmente en su soporte del hardware y en su configuración. A su vez, hay varias implementaciones de estas dos clases.**

**Una de las clases es la llamada UUCP Versión 2, que es una implementación de 1977 de Mike Lesk, David A. Novitz, y Greg Chesson. Aunque es bastante antigua, todavía se usa frecuentemente. Las implementaciones más recientes de la Versión 2 ofrecen muchas de las características de los tipos más nuevos de UUCP.**

**La segunda clase de UUCP se desarrolló en 1983, y se conoce comúnmente como BNU (Utilidades Básicas de Red, Basic Network Utilities) o HoneyDanBer UUCP. El último nombre deriva de los nombres de sus autores (P. Honeyman, D. A. Novitz, y B. E. Redman) y a menudo se abrevia en HDB. HDB se creó para eliminar algunas deficiencias de la Versión 2. Por ejemplo, se añadieron nuevos protocolos de transferencia, y se dividió el directorio de cola de manera que ahora sólo hay un directorio para cada ordenador con el cual mantiene tráfico UUCP.**

**La implementación de UUCP que se distribuye con GNU Linux es Taylor UUCP 1.06, La versión 1.06 de Taylor UUCP apareció en Agosto de 1995. Aparte de los ficheros de configuración**

### **3.3. Protocolo AX.25.**

**La comunidad del radio aficionado ha expresado la necesidad de definir un protocolo para sus necesidades. El protocolo AX25 conforma la norma 3309 de Organización Internacional de Estándares (ISO), la 4335 de los Estándares de Información (IS) y 7809 de High-level Data Link Control (HDLC). También sigue los principios de la recomendación del**

Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT). Q.920 y Q.921 (LAP-D) en el uso de múltiples enlaces distinguidos por el campo de dirección sobre un único canal compartido. Este protocolo trabaja en los modos Half y Full-Duplex del ambiente radioaficionado. Trabaja igualmente entre dos estaciones de radio paquete aficionado individuales o entre una estación individual y un controlador multipuerto.

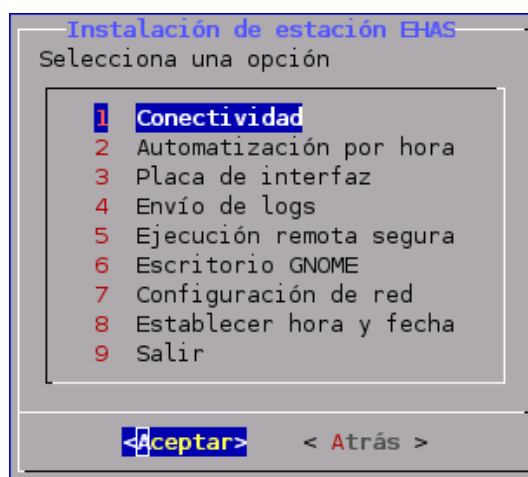
### 3.4. Software utilizado.

Para el presente proyecto se ha utilizado una aplicación que como se decía, se basa en los protocolos UUPC y AX.25. Trabaja en ambiente Linux Debian y su nombre es *ehas-station*. A continuación se muestra la forma de configuración.

### 3.5. Configuración del paquete *ehas-station*

#### 3.5.1. Configuración VHF para cliente.

El programa de configuración se inicia con el comando: *config-ehas*, donde aparece un menú de opciones como el siguiente:

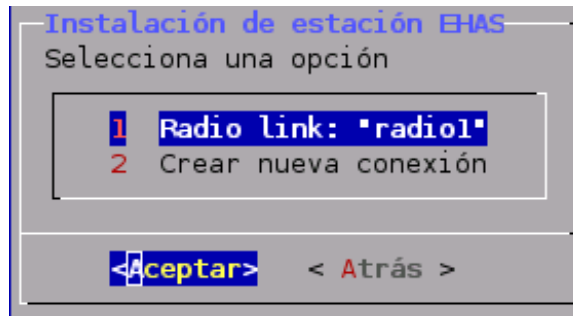


#### Conectividad

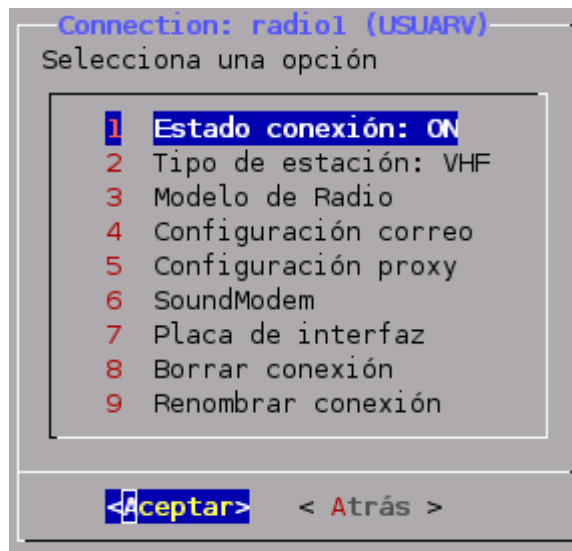
Aquí se configuran los parámetros necesarios para las estaciones VHF:

- Crear nueva conexión.

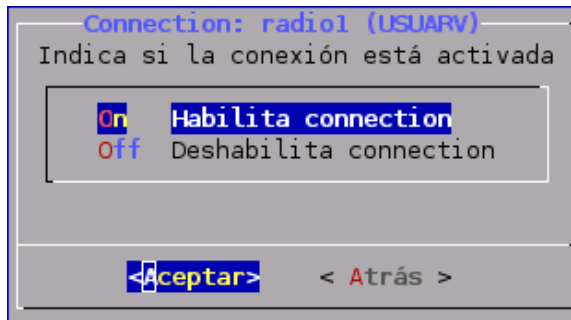
Se selecciona la clase de estación: *hostname* a utilizar "radio1".



### Estado de la conexión



Nada más indica si la conexión esta activa o inactiva.

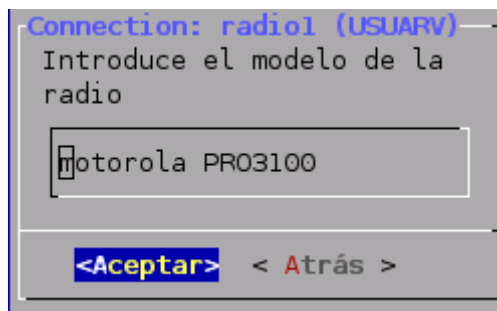


Ahora ya se puede entrar a configurar la estación creada.

Tipo de estación:

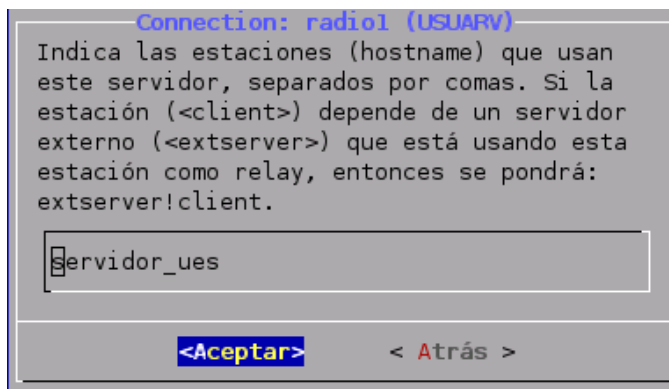


Modelo de radio: Descripción de la radio VHF conectada, útil para el mantenimiento de la red. Debe ser lo más detallada posible.

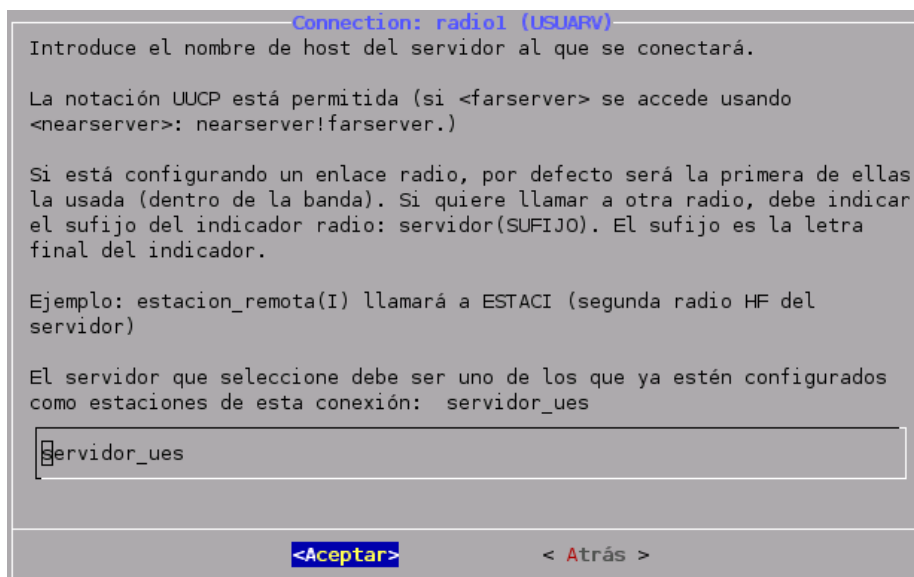


Configuración correo

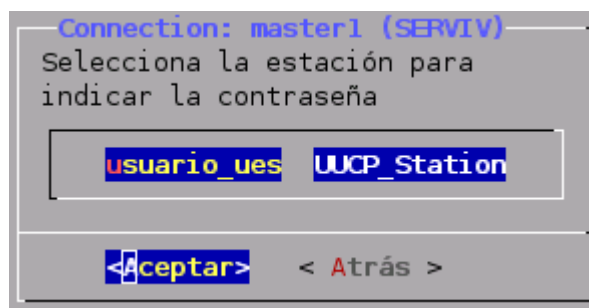
- Intercambio de correo: Estado del sistema de correo (activado/desactivado)



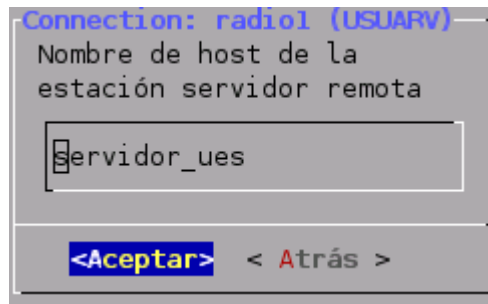
- **Lista de estaciones:** Se indica al servidor el nombre de host de los clientes que se van a conectar. En caso contrario, negará su entrada al servidor (aunque se autentifiquen correctamente).



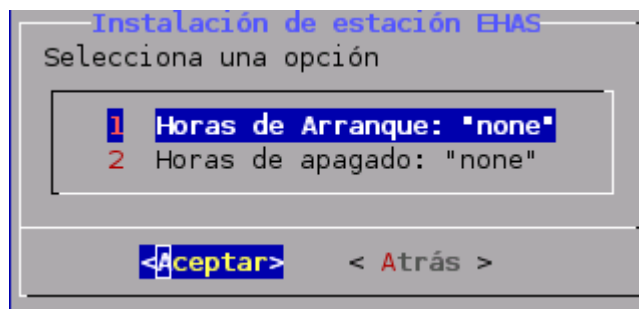
- **Contraseña local:** Contraseña UUCP de la estación local.
- **Contraseñas remotas:** Se indica la contraseña UUCP del servidor.



- **Servidor a Conectar:** Nombre de host del servidor al que se conectan los usuarios o estación meteorológica.



- Automatización por hora: Conexiones automáticas (por crontab) al servidor.
- Horas de conexión (HC). Si se quiere que la conexión con el servidor se haga de forma automática por temporizador, se indican las horas en las que el cliente intentará una conexión. El minuto se elige de forma pseudoaleatoria a partir del nombre de la estación (para evitar que todas las estaciones lo hagan a la vez).



- Llamar al servidor en HC. Una vez configuradas las horas de conexión, se indica si se quiere que se hagan las llamadas o no.
- Relayhost TCP. Si el servidor está conectado a Internet a través de una red interna, necesitará una máquina externa a la que mandar el correo para el correo externo. Aquí se configura esta entrada.



- Configuración proxy
- Estado del Proxy Cliente: donde se activa o desactiva el uso del Proxy.

Connection: radiol (USUARY)

Nombre de host de la estación servidor remota

<Aceptar> < Atrás >

- Proxy remoto: se indica el nombre de host del servidor que servirá de pasarela a Internet.

Connection: radiol (USUARY)

Nombre de host de la estación servidor remota

<Aceptar> < Atrás >

- Navegador (puerto proxy): Puerto que usará el navegador para la navegación

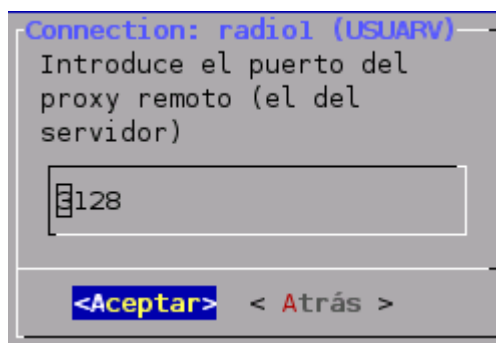
Connection: radiol (USUARY)

Introduce el puerto local que se usará en el navegador

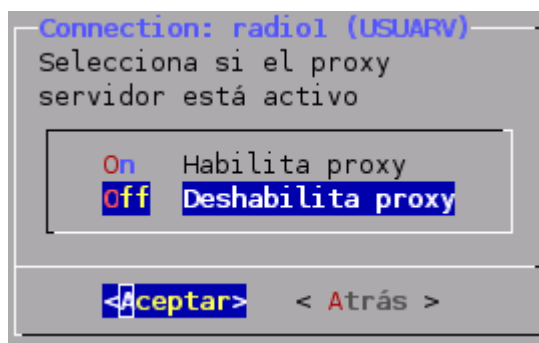
<Aceptar> < Atrás >



- Proxy remoto: Puerto configurado en la maquina remota para el proxy (3128 para Squid)



- Estado del Proxy servidor: Para los clientes se mantiene esta opción desactivada.



- Dispositivo PTT. Nombre del dispositivo a usar para activar el PTT (Push-to-Talk) de la radio.

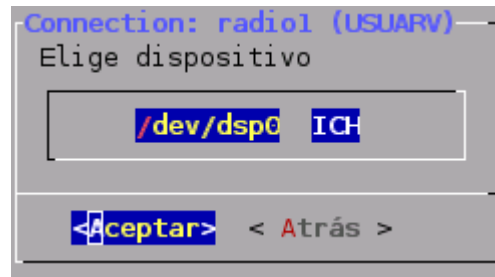


**/dev/ttySX** son puertos serie y **/dev/ttyUSB0** es el puerto USB. Se debe configurar el serie cuando usamos una placa sencilla conectada al

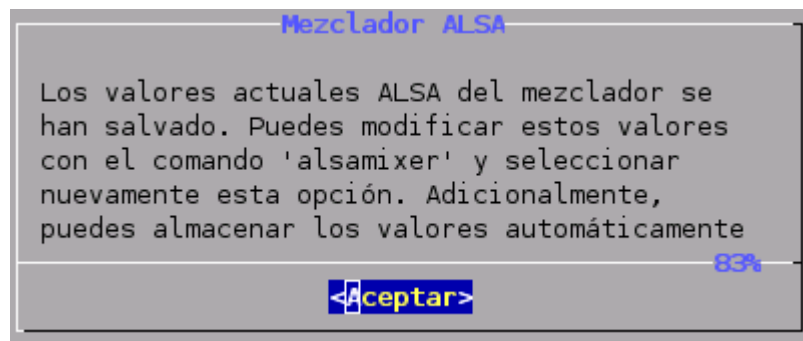
puerto RS-232 o paralelo, mientras que será un puerto USB cuando usemos la estación meteorológica ya que esta ocupa la conexión del puerto serie. Si estamos haciendo pruebas con conexión directa entre tarjetas de sonido, podemos dejarlo desactivado.

- **Tarjeta de sonido**

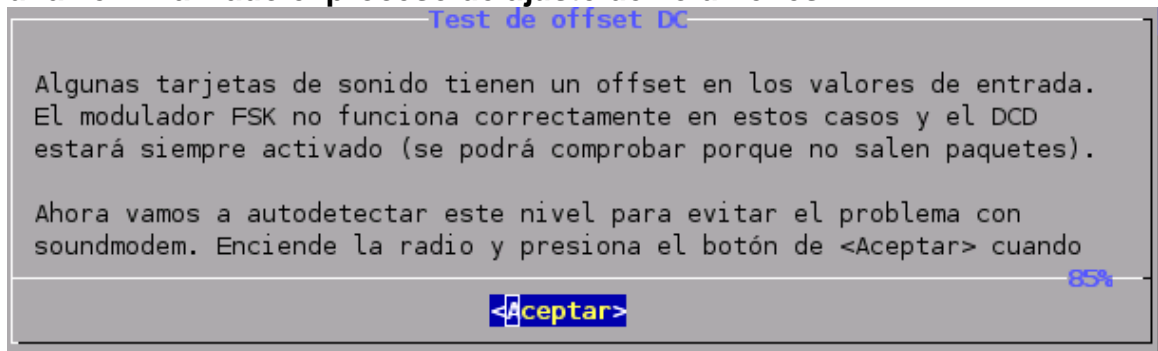
Tarjeta de sonido usada en esta conexión.



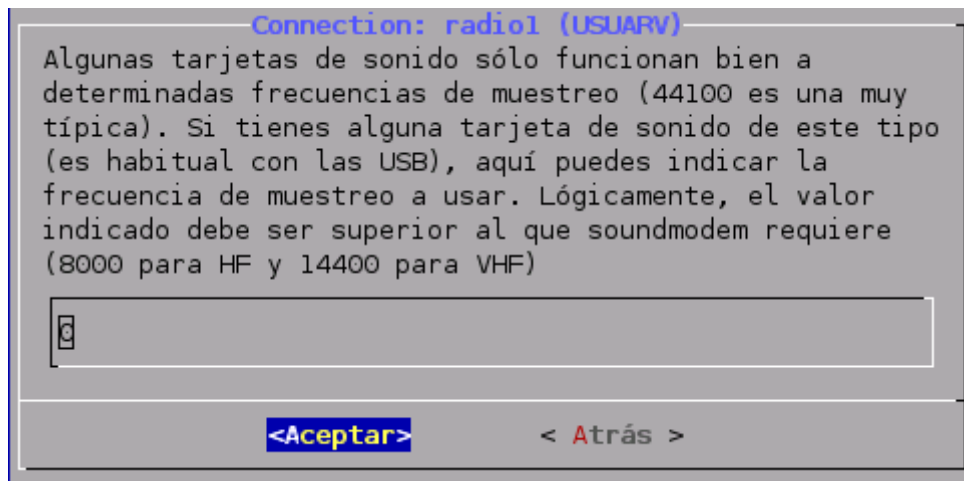
- **Detectar tarjetas de sonido: Analiza los dispositivos conectados para encontrar tarjetas de sonido a usar.**



- **Guardar valores actuales del mezclador: Hay que ejecutar esta opción una vez finalizado el proceso de ajuste de volúmenes.**



- **Frecuencia de muestreo: Indicar un valor de frecuencia de muestreo fija.**



- **Parámetros de enlace AX.25**

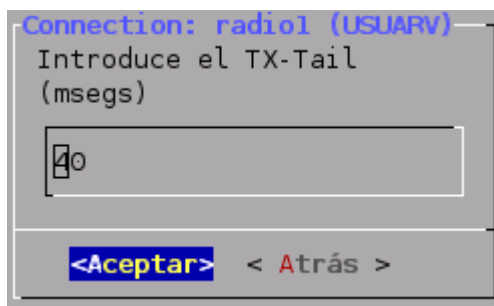


- **TxDelay:** Tiempo que AX.25 espera entre que activa el PTT hasta que realmente empieza a enviar datos. El valor depende del tipo de transceptor. Los valores típicos suelen estar entre 100 y 300 msecs.




- **TxTail.** Tiempo que AX.25 espera entre que ha enviado el último bit de datos hasta que desactiva el PTT.

Al igual que TxDelay, este valor también depende del tipo de transceptor. Típicamente entre 10y 50 msecs.



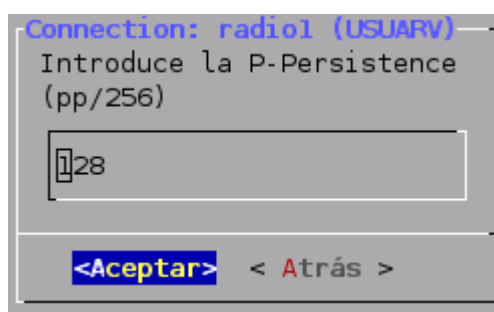
```
Connection: radiol (USUARV)
Introduce el TX-Tail
(msecs)
40
<Aceptar> < Atrás >
```

• Slottime. Tiempo de espera entre colisiones de paquete. Normalmente se pone el valor 10.



```
Connection: radiol (USUARV)
Introduce el Slot-Time
(msecs)
100
<Aceptar> < Atrás >
```

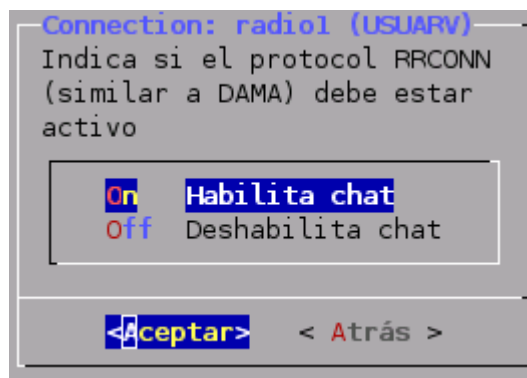
• Ppersist. Valor de reintento de envío de paquete. Valor de 0 (poco agresivo) a 255(muy agresivo).



```
Connection: radiol (USUARV)
Introduce la P-Persistence
(pp/256)
128
<Aceptar> < Atrás >
```

• RRCONN. En esta entrada se indica si se quiere activar el protocolo RRCONN (DAMA modificado).

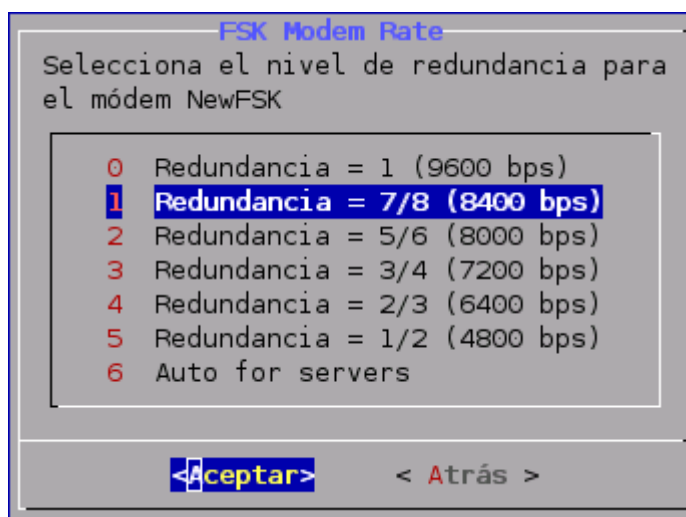
Con este protocolo, el servidor otorga turnos a las estaciones cliente y se reduce la probabilidad de colisión paquetes, logrando una mayor eficiencia en la comunicación simultánea con varias estaciones.



- Usa Módem. Se puede escoger entre el módem estándar para VHF 9600 bps (fsk) o el nuevo desarrollado por EHAS (newfsk). Los módems NO son compatibles. Si se decide trabajar con "newfsk", todas las estaciones de la subred deben usarlo.



- NewFSK. Redundancia. Si se usa el módem "newfsk", en el cliente se puede seleccionar el valor de redundancia fija. Este valor dependerá de la calidad de transmisión del canal. Puede ir desde el valor 0 (rate=1, sin corrección de errores) a 5 (rate=1/2, máxima protección). El instalador debe escoger el mínimo valor con el que se consiga una buena calidad de enlace, pues con el aumento de redundancia se pierde velocidad (por ejemplo: con rate=1/2, la velocidad se ha dividido por 2, y la velocidad de módem final es 4800 bps)



- **FSK. Velocidad.** Indica la velocidad cruda del módem. Normalmente no se debe tocar el valor por defecto, 9600bps, a no ser que el ancho de banda de las radios sea menor a lo habitual.



- **Contraseñas remotas:** Donde se indica la contraseña UUCP del servidor.
- **Servidor:** Nombre de host del servidor al que se hace la conexión.
- **Automatización por hora: Conexiones automáticas al servidor**
  - **Horas de conexión (HC).** Si se desea que la conexión con el servidor se haga de forma automática por temporizador, se debe indicar las horas en las que el cliente intentará una conexión. El minuto se elige de forma pseudoaleatoria a partir del nombre de la estación (para evitar que todas las estaciones lo prueben a la vez).
  - **Llamar al servidor en HC.** Una vez configuradas las horas de conexión, se indica si se quiere que se hagan las llamadas o no.
  - **Conexión dinámica:** Si existen caminos alternativos al servidor (una conexión radio, por ejemplo), se puede indicar las preferencias para la conexión.

#### Automatización por hora

- **Autoarranca soundmodem.** Esta opción permite que cada cierto tiempo se compruebe que soundmodem (el daemon que controla las conexiones radio) está activo. Es útil en caso de que otro proceso haya adquirido el control sobre la tarjeta de sonido, así soundmodem puede recuperarlo. En las estaciones radio, por tanto, deberá estar a ON.



- **Horas de arranque.** Esta entrada y la siguiente (parada) son útiles para servidores que deban funcionar durante parte del día y apagarse por las noches para ahorrar energía. Aquí se indica la hora (formato HH:MM), en el que se enciende de forma diaria.

Este sistema de arranque automático usa el programa nvrwm-wakeup. Dicho programa, que sólo funciona en determinadas placas base, es capaz de modificar la hora de arranque de la BIOS. Si el configurador ve que la placa en uso no está soportada, usará entonces un programa propio llamado faketime. Este programa es menos elegante pues cambia manualmente la hora en los procesos de arranque y parada. La hora de la BIOS, si finalmente se usa faketime, debe estar configurada de esta forma:

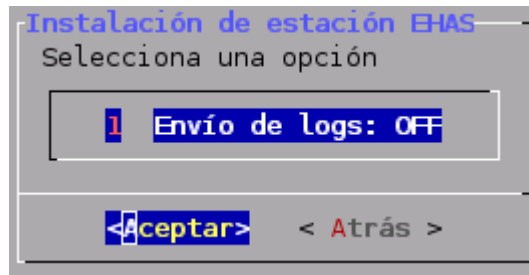
- **RTC Alarm: ON**
- **Day (RTC Alarm): 0**
- **Hour (RTC Alarm): 12:00**

Si sólo se va a configurar una hora de arranque al día (situación más habitual), no es recomendable hacer uso de esta opción, pues complica innecesariamente el arranque. Simplemente, se debe activar la opción correspondiente (RTC Alarm) de la que gran parte de las BIOS dispone.

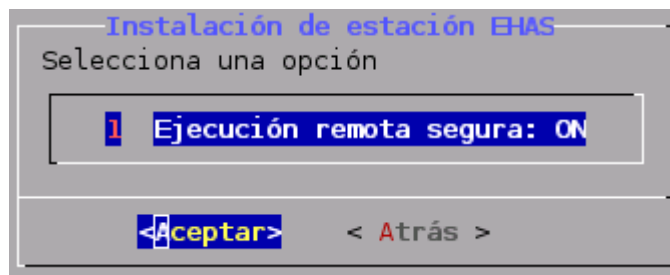
- **Horas de parada.** Horas en que el PC se debe apagar. Se añade una entrada de poweroff en el crontab de EHAS (/etc/cron.d/ehas).

- **Envío de logs.** Tanto si se trata de una estación cliente como servidor, ésta debe informar al servidor central sobre su actividad.
- **Envío de logs.** Puede ser diaria (daily) o semanal (weekly). Configurar en función del ancho de banda de la estación.
- **Dirección de correo.** Destino de los reportes de logs.
- **Modelo de ordenador.** Información sobre el modelo de ordenador y otras características destacables.

- Postfix. Indica si se quiere enviar los logs relativos a Postfix (agente de correo).
- Placa de Interfaz. Logs de la placa de interfaz.
- Radio. Logs de las aplicaciones que usen los transceptores radio.
- Modem. Logs de las aplicaciones que usan el módem telefónico para conectarse.

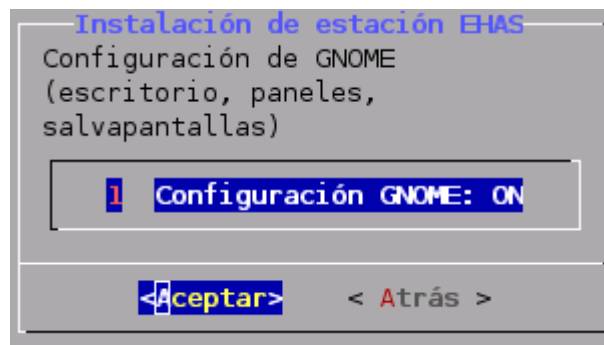
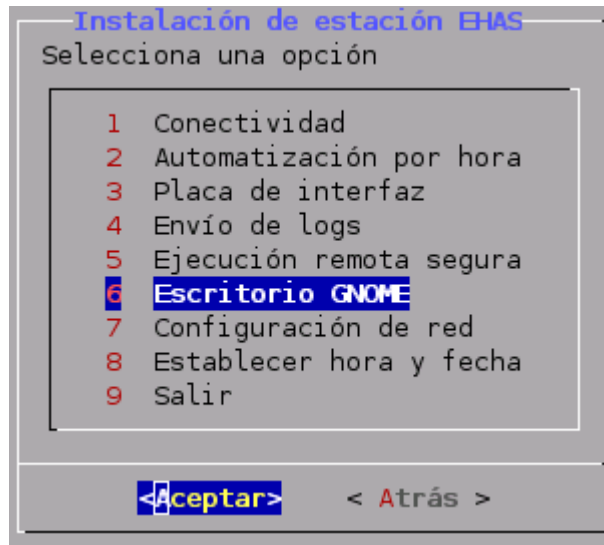


### Ejecución Remota segura



### Escritorio GNOME

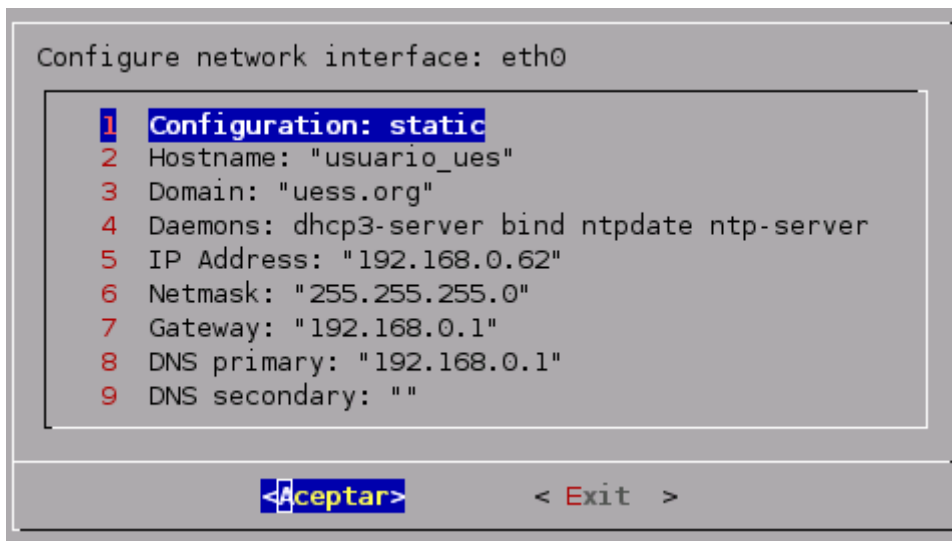




- **Configuración de red**

Llama al configurador externo de red *netconf* (incluido en el paquete *ehas-station*):

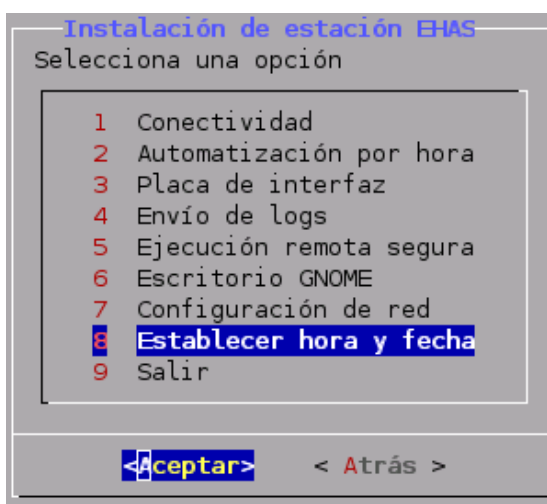
- **Configuración.** Se puede elegir entre una configuración automática (si tenemos acceso a un servidor DHCP) o manual (estática).
- **Daemons.** Estado de algunos servicios de red.
- **Servidor DHCP.** La estación actúa de servidor DHCP (asigna direcciones IP automáticamente a otras estaciones).
- **Servidor DNS.** La estación actúa de servidor DNS (sirve de servidor de resolución de nombres).
- **Ciente NTP.** La estación tiene el cliente NTP activado (sincroniza la hora por red)
- **Servidor NTP.** La estación actúa de servidor NTP (otras estaciones pueden usarla para sincronizar la hora)
- **En caso de configuración estática, se debe indicar:**
  - Hostname
  - IP
  - Máscara de red
  - Pasarela a Internet (gateway)
  - DNS primario y secundario

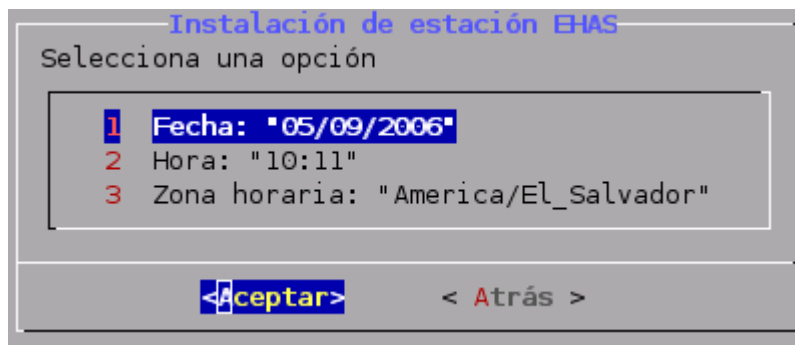


### Establecer hora y fecha

El cambio de fecha y hora se hace en Linux con date Este programa no tiene una sintaxis demasiado intuitiva, así que se ha añadido esta opción al configurador para poder modificar estos datos de forma sencilla. En este mismo menú se puede configurar el uso horario en el que se encuentra la estación.

- Fecha. Cambia fecha con formato DD/MM/AAAA
- Hora. Cambia la hora, con formato: HH:MM
- Zona horaria. Cambia el uso horario local.





### 3.6 Conexión remota

Cuando se hace una conexión remota, las estaciones de este tipo, aisladas físicamente y su acceso por SSH -además de tedioso- no es siempre posible, es muy útil tener algún método alternativo para enviar ficheros y comandos por correo electrónico a una o más estaciones. Entre otros usos, serviría para la actualización de paquetes, modificación de ficheros, tareas de mantenimiento, etc. Un punto clave a la hora de implementar un sistema de estas características es la seguridad. Si bien el acceso al correo o a la navegación Internet tiene un nivel de seguridad muy bajo, en este caso debemos garantizar que ninguna persona no autorizada pueda ejecutar comandos en las estaciones, pues esto les permitiría ganar privilegios de administrador en las mismas.

### 3.7 Configuración de las radios

Radio Motorola PRO3100.

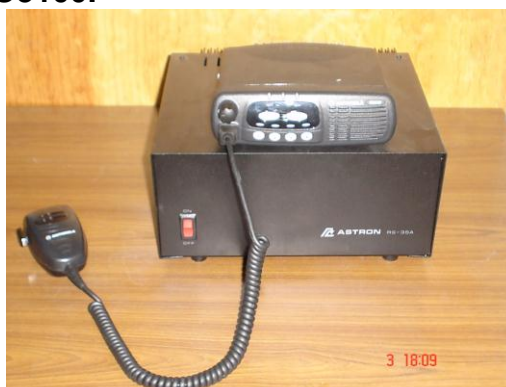


Figura 3.1. Radio VHF y Fuente de energía para radio VHF y HF modelo Astron Modelo RS-35M

Para la comunicación en banda VHF se usan dos radios motorola PRO3100, se utilizan interfaces propias para programarlas. En la

siguiente figura se muestra la construcción interna de una interfaz programadora de potencia, frecuencias de transmisión y recepción para dichos radios.



Figura 3.2. Interfaz de programación de radio PRO3100

Esta se activa con el programa “profesional Radio GPS” y a continuación se muestra la programación para el servidor y el usuario. Se ha optado por programar frecuencias para transmisión y recepción de 139.13 MHz.

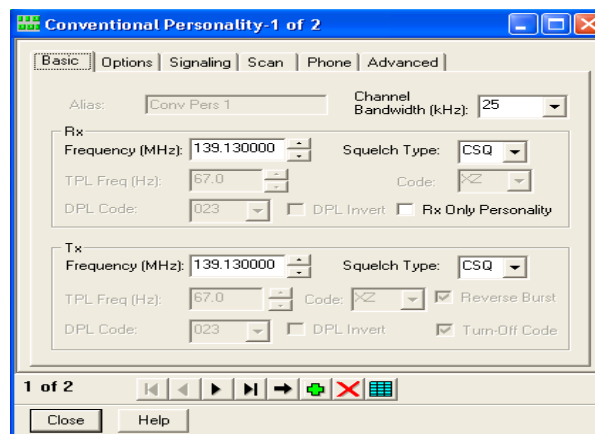


Figura 3.3. Programación de frecuencias en modo de transmisión y recepción.

Además, también es necesario programar el pin-out de las radios según necesidades. En la siguiente figura se detalla la asignación de cada pin, para transmisión, recepción y activación del PTT.

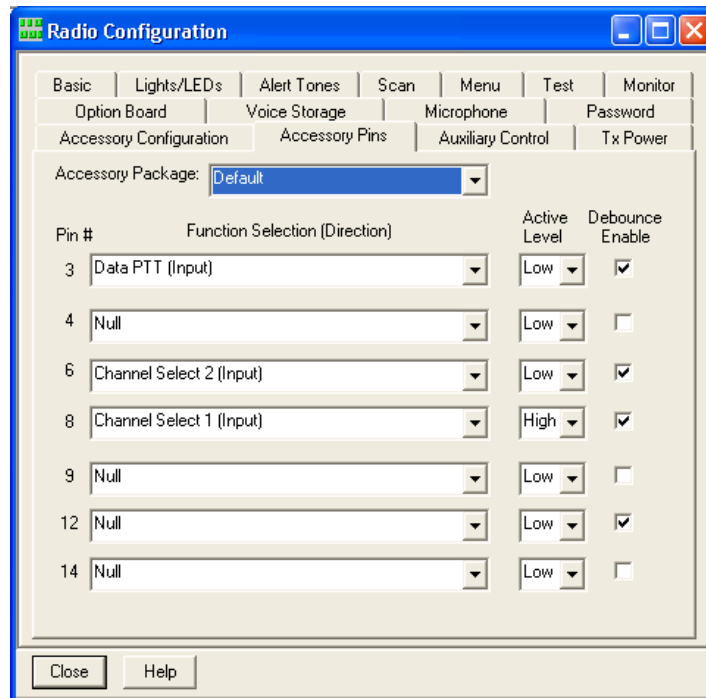


Figura 3.4. Configuración del puerto trasero de la radio PRO3100 VHF

### 3.8. Glosario.

**Host:** (sistema central) Ordenador que permite a los usuarios comunicarse con otros sistemas centrales de una red.

**Hostname:** (nombre de sistema central) Nombre dado a una máquina.

**Daemon:** demonio.

Programas que funcionan sin interactuar (es decir, diálogo) con el Usuario para desarrollar algunas tareas estándar y/o convencionales. Algunos prefieren mantener en Inglés el término daemons (se dice que los gurúes de Unix lo hacen), mientras que otros usan directamente la palabra castellana "demonio". Estos programas "daemon" se ponen en marcha automáticamente para realizar su tarea; otros operan periódicamente. Un ejemplo es el daemon "C r o n" del sistema UNIX, que periódicamente realiza las tareas dadas en el archivo '/usr/lib/contrab'.

**CRON:** Técnicamente cron es sólo un daemon (o demonio) del reloj que ejecuta comandos en momentos específicos. Es un proceso de sistema que nunca termina. A diferencia de otros dialectos de UNIX, cron no duerme hasta que este listo para el siguiente trabajo. Cuando cron termina un trabajo, revisa una vez por minuto para ejecutar más trabajos. En Linux se usa la herramienta crontab. Esta tiene varias funciones. Es el medio por el cual se envían los archivos que contienen los trabajos de cron al sistema. Puede listar el contenido de la contrab propia. Si es root, se puede enviar y listar los trabajos de cualquier usuario.

**Servidor:** Un servidor es una computadora que maneja peticiones de data, e-mail, servicios de redes y transferencia de archivos de otras computadoras clientes).

**Servidor DNS:** Un servidor DNS se encarga de traducir nombres de sistema (como por ejemplo www.yahoo.com) en sus correspondientes direcciones IP. Para poder navegar por Internet. Squid: Servidor caché / proxy de alta capacidad y rendimiento de código fuente abierto, muy usado en servidores Linux.

**DAMA:** Demand Assignment Multiple Access, Acceso Múltiple de Asignación de Demanda.

**Gateway: Pasarela. En redes, combinación de hardware y software para unir diferentes tipos de redes o protocolos que permitan la comunicación entre ambos lados.**

**FSK: Frequency Shift Keying. Es un método de modulación de frecuencia en el cual se varia la frecuencia en instantes determinados.**

### **Conclusiones del capítulo III**

**De acuerdo a lo anterior podemos concluir que:**

- **Se utilizó una aplicación de distribución libre en el sistema operativo Linux Debian. Ventaja por la cual hace que el sistema sea económico y además compatible con muchas estaciones meteorológicas que usan el estándar RS232.**
  
- **Se elaboró un manual para la configuración del software propuesto para una fácil configuración y así, el usuario sea orientado con un sistema de ventanas con argumentos de guía que facilitan desde la instalación del sistema hasta la configuración de la aplicación.**
  
- **El sistema tiene la capacidad de mantener dos configuraciones, con la opción de hacer uso del sistema de radioenlace en una u otra banda, HF y VHF, cuando se desea mayor cobertura o velocidad respectivamente.**

### **Referencias bibliográficas del capítulo III.**

- [1] Configuración de estaciones en VHF y HF.  
<http://www.ehas.org/>  
Configuración.**
  
- [2] Kit de programación de la serie PRO  
<http://www.miwww.com/rlink/rib/index.html>  
Programación de las radios VHF**



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS DE LABORATORIO Y CAMPO**

#### **4.0 Introducción.**

**Este capitulo muestra los resultados obtenidos en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica (EIE), del sistema de conexión remota con estaciones meteorológicas, tanto de configuración y ajustes del software como del hardware, para verificar el buen funcionamiento del sistema, así como las pruebas de campo.**

#### **4.1 Pruebas de enlace.**

**Estas se dividen en pruebas de enlace directo y pruebas con conexión de radios.**

##### **4.1.1 Pruebas de enlace directo.**

**Las pruebas de enlace directo, son cuando no incluye conexión de radios. Estas pruebas de enlace se hacen principalmente para simplificar el proceso de ajuste del sistema remoto. Las pruebas necesarias para una buena transmisión son principalmente de ajuste de ganancia.**

##### **4.1.1.1 Prueba con conexión directa entre tarjetas de sonido.**

**Esta prueba se hace conectando las tarjetas de sonido (*speaker* y *micro*) de forma Cruzada, es decir, la entrada de la tarjeta de sonido “mic o line in” de la PC “A” conectada con cables blindados a la salida de la tarjeta de sonido “spk” de la PC “B” como lo muestra la figura. No debemos**

confundir los términos directo y cruzado, ya que con directo solamente se refiere a que la señal o información viaja desde una PC a otra sin ningún tipo de atenuación.



Figura 4.1. Conexión directa entre PCs (cruzado)

#### 4.1.1.2. Ajustes de niveles de ganancia

Estos ajustes son necesarios para garantizar un buen nivel de señal para un correcto funcionamiento.

Para un correcto nivel de ganancia se ha utilizado la aplicación llamada *rexima* que se encuentra en el sistema operativo Linux Debian.

Este programa es un mezclador que permite modificar los valores de salida y grabación de una tarjeta de sonido. También existe otro programa ya instalado llamado *alsamixer* con las mismas funciones. *rexima* es más sencillo de usar, pero en determinadas tarjetas de sonido no funciona bien; en estos casos es preferible usar el otro programa incluido en Debian llamado *alsamixer*.

La manera de utilizar *rexima* es, desde una Terminal en Linux digitar directamente *rexima*. Esto muestra la pantalla como en la figura 5.2.

```

rexima

min . . . . . : . . . . . max
Vol [=====|-----] 50% [ ]
Pcm [=====|-----] 50%
Line [|-----] 0% [ ]
Mic [|-----] 0% [R]
CD [|-----] 0% [ ]
Pcm2 [=====|-----] 50%
IGain [=====|-----] 50%
Line1 [|-----] 0% [ ]
PhoneIn [|-----] 0% [ ]
PhoneOut [|-----] 0% [ ]
Video [=====|] 100% [ ]

```

Figura 4.2. Presentación de *rexima*

Hecho esto se puede modificar los niveles de ganancia, que van a depender del tipo de tarjeta de sonido instalada en la PC.

Los valores que afectan a la salida de la tarjeta de sonido son:

- Vol. Volumen general.
- PCM. Volumen de señales digitales.
- PCM2. Volumen auxiliar de señales digitales.

Los valores que afectan a la entrada de la tarjeta de sonido son:

- **Mic.** Debe estar seleccionado para grabación ([R] en *rexima*, seleccionado con la tecla espaciadora), pero normalmente el volumen puede estar a 0. Esto es así porque este control se refiere al volumen de loopback (reproducción de lo que llega), no del nivel de grabación.

- **InGain.** Volumen de entrada de grabación.

Si la entrada de micrófono no funciona adecuadamente, se puede probar con la entrada de Lineln de la tarjeta de sonido (seleccionarla entonces como entrada en el mezclador).

Estas indicaciones son generales, pues los mezcladores de las tarjetas de sonido difieren mucho según el modelo. Los ajustes de volumen del mezclador para la correcta comunicación es un proceso complejo y que requiere algo de experiencia. En conexión directa la dificultad no es excesiva, simplemente hay que ajustar las volúmenes de salida y entrada para tener un nivel bueno (75-80% del máximo). En la figura 4.2, los niveles mostrados fueron calibrados con equipo completo en un radio de 3 Kilómetros.

#### 4.1.1.3. Prueba de calidad de enlace.

Estas pruebas son para cerciorarse de la buena o mala calidad que tiene el enlace. Lo primero que hay que hacer es comprobar que el enlace AX.25 es bueno. Para ello, se envía un paquete de información de una estación a otra, y verificar si se recibe correctamente (de la PC "A" a la PC "B") donde escribimos en "A" call *nombre de conexión TEST* y en "B" escribimos listen -ta. Si se tiene una configuración en HF se obtendrá la siguiente información si el paquete se recibe:

hf: EAX25: fm SERVIV to TEST ctl SABME+ 05:34:58

Aun si el paquete se recibe se debe comprobar la calidad con la que llega, de esto se encargan los ficheros de logs.

#### 4.1.1.4. Monitoreo mediante Ficheros de Logs.

Estos ficheros Logs son de tipo informativos y sirven para mostrar información referente a ganancia de señal, atenuación de señal, relación de señal a ruido, longitud de paquetes y bit de errores. Se puede mostrar información de diferentes tipos de logs, entre los que están:

- **Soundmodem**

Soundmodem y los programas de comunicación dejan logs en el fichero daemon.log. Para ver en tiempo real los cambios en este fichero, es muy útil tener siempre una ventana abierta, usando el comando tail con la opción -f:

```
tail -f /var/log/daemon.log
```

- **UUCP**

Los logs de UUCP se encuentra en *uucp/Log*:

```
tail -f /var/log/uucp/Log
```

- **Correo**

Los logs de correo se encuentra en *mail.log*:

```
tail -f /var/log/mail.log
```

En pruebas de laboratorio con conexión directa no debería haber errores, pues las condiciones son las mejores posibles. En el fichero de logs, deberemos ver algo así:

```
Feb 28 18:37:29 localhost soundmodem[5046]: Sync: 10 (inter-symbol)
Feb 28 18:37:29 localhost soundmodem[5046]: Preamble at: +0.20Hz
Feb 28 18:37:30 localhost soundmodem[5046]: RX: Control block (errors: 0/390): 1: 58, FECL: 4, FE
Feb 28 18:37:30 localhost soundmodem[5046]: newqpskrx[CHUPH]: BCH. Errors = 0/1728
Feb 28 18:37:30 localhost soundmodem[5046]: Packet done at: +0.20Hz, final path metric: 0
Feb 28 18:37:30 localhost soundmodem[5046]: S/N ratio: 22 31 21 25 25 23 24 15 23 31 21 25 24 25
Feb 28 18:37:30 localhost soundmodem[5046]: newqpskrx[CHUPH]: S/N ratio = 21.6
```

Este *log* es el del *modem HF (newqpsk)*. Se ve que se tiene 0 bits erróneos, lo cual es normal en pruebas de laboratorio (en campo se tiene una tasa diferente).

Si el paquete no se recibe o llega con muchos errores, se debe comprobar que la configuración sea la misma en ambos ordenadores, que las conexiones son correctas, que los valores del mezclador de las tarjetas de sonido son los adecuados, etc.

Para comprobar que el nivel de audio es el correcto, se puede usar el programa *dsplevel* (antes desactivando la tarjeta de sonido digitando la instrucción: */etc/init.d/soundmodem-ehas stop*). Este programa *dsplevel* muestra el nivel de entrada de audio y tienen una anchura máxima de 80 caracteres (a partir de ahí indicará que se está saturando).

Una vez ajustado los niveles de audio, es importante guardar los valores del mezclador o se perderán al reiniciar *soundmodem*. Para ello, ir a la opción que se vió en *config-ehas*, pero manualmente podemos hacer lo mismo digitando: *alsactl store*.

#### 4.1.2 Conexión con radios

La conexión con las radios es cuando se incluyen las radios en el enlace para tener el sistema ya completo, esto se hace cerciorándose que ya se tienen buenos niveles y calidad de la señal de información a transmitir y recibir. Si se quieren hacer pruebas en un área cerrada, se pueden sustituir las antenas por cargas, estas cargas no son más que dispositivos de atenuación que simulan el medio o espacio donde viaja la información.

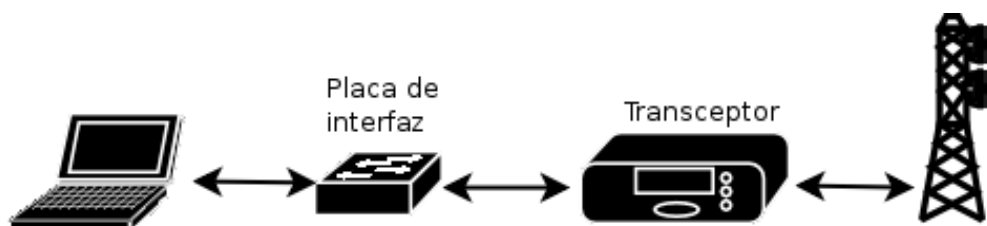


Figura 4.3. Conexión con transceptor

En la conexión con transceptores o radios hay que hacer un doble ajuste, el de salida que va a la radio (que no debe saturar el transceptor) y el de entrada. La saturación en el transceptor depende del modelo; hay algunos que en el display indican la potencia efectiva que se está transmitiendo, y otros en el que se debe consultar las especificaciones del equipo. En cualquier caso, siempre se puede ajustar probando la mejora o degradación de la señal en recepción (estas pruebas hay que hacerlas en laboratorio, pues en campo resultará muy complejo un ajuste adecuado).

#### 4.3. Pruebas de conexión remota utilizando una estación meteorológica.

Las estaciones utilizadas para estas pruebas fueron: el medidor de SO<sub>2</sub> (dióxido de Azufre) y el contador de rayos.

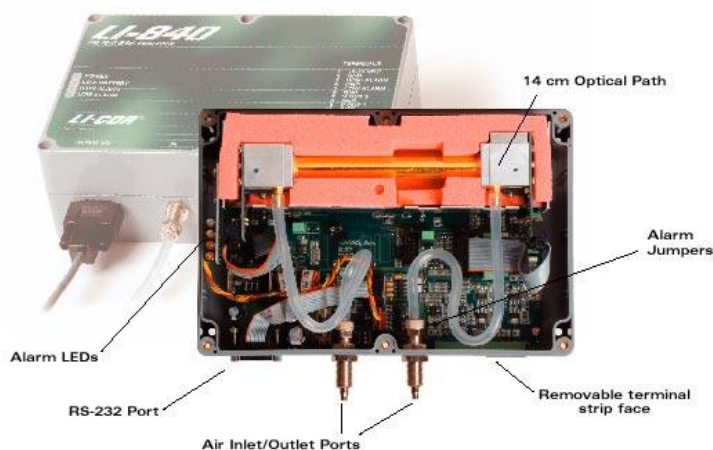


Figura 4.4 Medidor de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Para el medidor de SO<sub>2</sub> se muestran algunas características.

Alta exactitud debido a la temperatura y a la presión, remuneración automática.

- Alta estabilidad con el punto bajo cero y la tendencia que deriva.
- CO<sub>2</sub> corregido para el ensanchamiento de la vanda debido a la presencia de vapor de agua.
- La sensibilidad al vapor de agua es < 0.1ppm CO<sub>2</sub>/pptH<sub>2</sub>O. • Trayectoria óptica que se puede limpiar fácilmente por el usuario, requiere recalibración de fábrica.
- Un banco óptico de el cual proporciona una gama de la medida del CO<sub>2</sub> 0-3000 ppm y una gama de la medida de H<sub>2</sub>O 0-80 ppt.
- <1 ppm señal a ruido en 370 ppm para el CO<sub>2</sub> y < 0.01 ppt a 10 para H<sub>2</sub>O.
- Gama de temperaturas ancha de funcionamiento de -20 a +45 grados Celsius.
- Diseño compacto, ligero con bajo consumo de energía.

- Caudal máximo de 1 litro/minuto.

La vía de conexión es por el puerto serie bajo el estándar RS232, se hicieron pruebas bajo Debian Linux, ya que es compatible con dicho estándar.

A continuación se presentan los datos obtenidos del medidor de SO<sub>2</sub> a través de una Terminal abierta en Linux mediante conexión remota: Para la conexión remota a través de una shell se utiliza el comando:

*call-radio -c master shell usuarv*

Donde master es el nombre de la conexión y usuarv es el call-sign, o sea el código generado por el programa a partir del nombre de la configuración.

Para leer el puerto serie COM1 donde se encuentra conectada la estación meteorología, en este caso el sensor de SO<sub>2</sub>, con salida RS232 en la maquina remota se hace con el siguiente comando

*Cu -l /dev/ttyS0 -s 9600*

A partir de estas instrucciones se muestra la siguiente figura, en la que aparecen los parámetros propios del sensor conectado listos para ser analizados.

```
usuarv-1 -----
329</h2oref></raw></data></li840>
<li840><data><celltemp>5.1601257e1</celltemp><cellpres>9.3240308e1</cellpres><co
2>5.4130296e2</co2><co2abs>8.9575023e- 2</co2abs><h2o>3.9495081e1</h2o><h2oabs>1.
7746201e- 1</h2oabs><h2odewpoint>2.7485668e1</h2odewpoint><ivolt>1.3447875e1</ivo
lt><raw><co2>2586204</co2><co2ref>2913731</co2ref><h2o>1788730</h2o><h2oref>2422
663</h2oref></raw></data></li840>
<li840><data><celltemp>5.1549291e1</celltemp><cellpres>9.3243484e1</cellpres><co
2>5.4039435e2</co2><co2abs>8.9804697e- 2</co2abs><h2o>3.9866652e1</h2o><h2oabs>1.
7828184e- 1</h2oabs><h2odewpoint>2.7646362e1</h2odewpoint><ivolt>1.3582153e1</ivo
lt><raw><co2>2585982</co2><co2ref>2914445</co2ref><h2o>1786856</h2o><h2oref>2422
531</h2oref></raw></data></li840>
<li840><data><celltemp>5.1458139e1</celltemp><cellpres>9.3239498e1</cellpres><co
2>5.4307699e2</co2><co2abs>9.0147304e- 2</co2abs><h2o>4.0139899e1</h2o><h2oabs>1.
7900729e- 1</h2oabs><h2odewpoint>2.7762541e1</h2odewpoint><ivolt>1.3588867e1</ivo
lt><raw><co2>2581029</co2><co2ref>2909280</co2ref><h2o>1782461</h2o><h2oref>2418
506</h2oref></raw></data></li840>
```

Figura 4.5 pantalla que muestra los datos obtenidos del medidor de SO<sub>2</sub>

Ahora para el contador de rayos se muestra alguna información.



**Figura 4.6 Antena usada para captación de rayos a través de campo magnético.**

**Este tipo de sensor se comunica también con el estándar RS232. Siempre valiéndose de las instrucciones para conexión remota con la aplicación Cu, lo que presenta en ventana Terminal este dispositivo es:**

**Menú presentado al entrar al programa el cual se describe:**

**03:22:11 PM 01/10/05**

**SET UMBRAL>>0  
ACTUALIZAR RELOJ>1  
ACTUALIZAR FECHA>2  
DESCARGAR DATOS>3  
LIMPIAR MEMORIA>4  
SALIR>5  
>**

**03:22:11 PM 01/10/05**

**Lo primero que presenta es la hora y fecha, cuando se energiza por primera vez la fecha y la hora por defecto es 01:00:00 AM 01/01/00.**

**SET UMBRAL>>0**

**Luego aparece un opción para definir el umbral deseado, por defecto este umbral viene configurado en 20 lo que equivale a  $20 \times 0.0195 = 390\text{Mv}$ . es de aclarar que el numero a introducir debe ser multiplicado por  $0.0195\text{mV}$  para obtener el valor en milivoltios deseado.**

**Este valor va de 0 a 99 ya que solamente se aceptan dos dígitos en el diseño del programa.**

**Es importante mencionar que el ruido que las antenas captan depende de la situación climática de la zona por esta razón se agrego esta opción de modificar el umbral.**

**ACTUALIZAR RELOJ>1**

Esta opción nos permite actualizar la hora, primero nos pedirá si será AM o PM y luego digitamos la hora deseada:

RELOJ>> AM=1 PM=2>>2

RELOJ>>03:20

Como se observa al entrar a modificar la hora nos aparece un RELOJ>> que nos indica que los datos a introducir son referentes a la hora.

**ACTUALIZAR FECHA>2**

Al seleccionar esta opción se puede modificar la fecha actual, introduciendo los datos con el siguiente orden: día del mes, numero de mes y el año con los últimos dos dígitos:

FECHA>>01/10/05

FECHA>> nos indica que lo que se esta modificando es la fecha.

**DESCARGAR DATOS>3**

Con esta opción descargamos los datos almacenados en la memoria del PIC y nos da la información del cuantos días con rayo se han contabilizado además nos da la hora y la fecha de el momento en que se registro el rayo.

DATOS>>

DIAS CON RAYO=000

NO HAY MAS DATOS.

**LIMPIAR MEMORIA>4**

Esta opción permite borrar todos los datos almacenados en memoria y pone a cero los días con rayo.

Es de mencionar que la memoria de el PIC es de 192 Bytes y se utilizan 7 Bytes para las variables de programa por lo que quedan 185 Bytes para almacenar datos de los días con rayos, para guardar la información de un día con rayo se necesitan 6 Bytes, 3 para la hora y 3 para la fecha por lo tanto se puede almacenar 30 días por rayo, por lo que hay que estar pendientes para borrar la memoria y disponer de la memoria suficiente y evitar que se pierdan datos sin registrar.

**SALIR>5**

La última opción que permite abandonar el menú del programa y dejar trabajando al micro con la tarea de sensar el rayo, es muy importante enfatizar que siempre hay que salirnos del menú para que el micro se quede trabajando en la tarea de sensar el rayo.

El programa esta diseñado de tal forma que solamente se aceptan caracteres numéricos es decir del 0 al 9. También el programa esta



diseñado para no introducir datos erróneos, por ejemplo no nos permite introducir una hora mayor a 12, tampoco nos permitiría configurar un día mayor a 31, de tal manera que no es posible introducir datos que no estén de acuerdo al parámetro que se este configurando.

#### **4.4 Glosario.**

**shell** : Programa a través del cual un usuario se comunica con el sistema operativo. Existen varios tipos (sabores) de shells de UNIX, como son Bourne, Korn, C, shell.

#### **Conclusiones del capítulo IV.**

- Para obtener en el sistema propuesto una buena y confiable calibración de niveles de señales se empieza por hacer pruebas con conexión directa para asegurarse de tener los rangos de amplitud deseados eliminando así posibles saturaciones u otras fallas cuando se procede al armado completo del sistema de transmisión.
- El sistema propuesto es capaz de dar información necesaria por medio de las trazas del *listen* y los ficheros logs, donde presentan posibles causas de errores, además de presentar niveles de ganancia, relación señal a ruido entre otros para llegar a una rápida solución en caso de falla del sistema.
- El sistema propuesto es compatible con cualquier unidad medidora meteorológica que utilice el estándar RS232, controla los PTT de los radios por medio del puerto serie y USB.

#### **Referencias bibliográficas del capítulo IV.**

- [1] Configuración de estaciones en VHF y HF.  
<http://www.ehas.org/>  
Configuración.**

### **Conclusiones Generales**

- **Implementar un sistema de monitoreo remoto, desarrollado con tecnología de fácil adquisición en nuestro país, permitiría mejorar sustancialmente, la captura de datos.**
- **Fortalecer el proceso de adquisición de datos (objetivo de este trabajo) permitiría a los expertos en el ramo, mejorar la predicción de las condiciones climáticas, lo que podría redundar en una**

**reducción de situaciones de riesgo en determinadas zonas. La solución propuesta es capaz de recibir parámetros ambientales de cualquier sensor con salida de puerto serie y que no necesite software para su funcionamiento.**

- **Para obtener en el sistema propuesto una buena y confiable calibración de niveles de señales se empieza por hacer pruebas con conexión directa para asegurarse de tener los rangos de amplitud deseados eliminando así posibles saturaciones u otras fallas cuando se procede al armado completo del sistema de transmisión.**
- **El sistema propuesto es compatible con cualquier unidad medidora meteorológica que utilice el estándar RS232, controla los PTT de los radios por medio del puerto serie y USB.**

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Instalación del sistema operativo Debian.**

Existen muchas versiones de Linux, recientemente se ha creado una versión que se ajusta a las necesidades de los radioaficionados como la versión de Debian. Se ha creado una especie de Live CD en donde se auto instalan los programas del packet Radio que abarca una serie de direccionamientos a las subrutinas que manipulan los protocolos AX.25 y UUCP entre otros. A continuación se resume la instalación de esta versión. Con el doble objetivo de simplificar este procedimiento al máximo y facilitar la detección automática del hardware, se ha optado por utilizar una distribución de Metadistros, que proporcionan la infraestructura necesaria para crear un CD de arranque (live CD) con todas las aplicaciones que deseemos ya instaladas y listas para usarse.

### Requerimientos.

Los Requerimientos mínimos son: 128Mb de RAM, procesador Pentium II, 3 Gb de espacio libre en disco duro (no particionado). La Metadistro puede instalarse en un ordenador que ya tenga Windows 98/NT/2000/XP instalado, pero siempre que quede espacio libre para la nueva partición. En caso contrario, habría que reajustar el tamaño (existen utilidades como las Partition Magic para esto). Como una ventaja, este sistema no requiere de recursos elevados de hardware.

### Arranque.

Una vez creado un CD con la imagen del sistema reiniciaremos el ordenador (activando en la BIOS la opción de arrancar de CD si fuera necesario). Si todo se ve bien, se mostrara los diferentes mensajes de arranque de la metadistro. Si la autodetección de hardware no ha encontrado problemas, aparece la una pantalla similar a ésta:

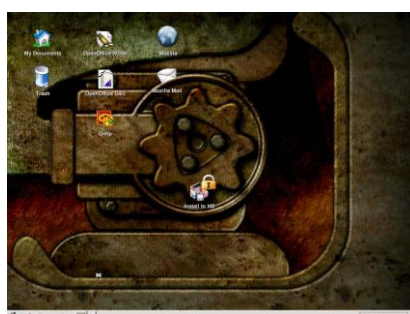


Figura 1. Arranque desde CD de Metadistro-EHAS

### Instalación

La instalación se inicia con el icono que esta en el centro de la pantalla (*Instalar en Disco Duro*):

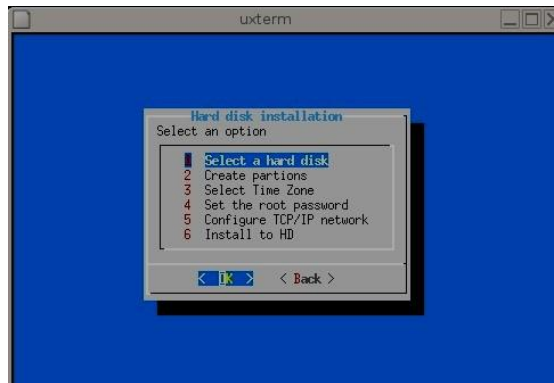


Figura 2. Programa de instalación en disco duro

### ***Seleccionar un disco duro.***

Selecciona el disco duro en el que se va instalar la versión de Debian.

### ***Crear particiones:***

- ***ManualHD.*** Instalación manual en disco duro, ejecuta `cfdisk` para particionar la unidad
- ***AutoHD.*** Instalación automática en disco duro.
- ***ManualFlash.*** Instalación manual en un disco flash, ejecuta `cfdisk` para particionar la unidad.
- ***AutoFlash.*** Instalación automática en el disco flash.

Las instalaciones automáticas en disco duro y flash borran todos los datos de esa unidad, incluidos las particiones de otros sistemas operativos. Por tanto, se recomienda usarla con mucha precaución.

Con la instalación manual se debe escoger la partición raíz (`/`) y la variable (`/var`). Normalmente se seleccionan particiones diferentes, pero el programa permite instalar el sistema entero en una única partición.

### ***Seleccionar la zona horaria***

Indicamos el país y la zona horaria.

### ***Contraseña de root***

Establecemos la contraseña de *root* en el sistema instalado.

### ***Configurar red TCP/IP***

Indicamos el nombre del host, la IP, la pasarela a internet (gateway), la máscara de red y el DNS. Una vez

instalado, el sistema se pueden cambiar estos datos con `netconf`.

### ***Instalar en Disco Duro***

El último paso es la copia de ficheros al disco duro. Se van a transferir alrededor de 1.5Gb de información, así que el proceso puede demorarse alrededor de 20 minutos.

### ***Arranque de disco duro***



Al finalizar la instalación, hay que reiniciar el ordenador y quitamos el CD de la unidad. El arranque instalado en la metadistro muestra la nueva instalación y las antiguas de Windows. Finalmente, se iniciará el ambiente grafico de Linux llamado Gnome y el gestor de sesión (gdm).

#### Creación de usuarios

El sistema recién instalado no tiene usuarios creados, así que el administrador se debe encargar de hacerlo. Para ello, lo más sencillo es abrir una terminal en modo texto (Alt+Control+F1) y ejecutar *adduser*:

```
>adduser usuario
```

```
Adding user usuario...
```

```
Adding new group usuario (1009).
```

```
Adding new user usuario (1009) with group usuario.
```

```
Creating home directory /home/usuario.
```

```
Copying files from /etc/skel
```

```
Enter new UNIX password:
```

```
Retype new UNIX password:
```

```
passwd: password updated successfully
```

```
Changing the user information for usuario
```

```
Enter the new value, or press ENTER for the default
```

```
Full Name []: Usuario de prueba
```

```
Room Number []:
```

```
Work Phone []:
```

```
Home Phone []:
```

```
Other []:
```

```
Is the information correct? [y/n] y
```

Una vez creado el usuario podemos volver al gestor de entrada al entorno gráfico y autenticarnos con el usuario creado. El escritorio por defecto será éste:



Figura 3. Escritorio de EHAS-Metadistro

**Aplicaciones instaladas** La metadistro incluye varias aplicaciones y accesos a dispositivos:

- OpenOffice (aplicaciones ofimáticas)
- Mozilla (navegador y cliente de correo)
- Gimp (programa de dibujo)

- Acceso directo a dispositivos (Mis documentos, CDROM y stick USB)
- Sistema de comunicación
- Conexión a servidor de correo
- Conexión al proxy de internet.
- Chat HF/VHF

#### Cambios en el escritorio

Cuando se modifica el escritorio de un usuario (añadiendo nuevos iconos, moviéndolos, etc), estos cambios sólo tendrán efecto en el usuario activo, sin afectar a ninguno de los demás (ya creados o aún por crear).

Al administrador de una estación le puede interesar los usuarios que se creen. Para ello, hay que seguir estos pasos con el usuario especial *meta*:

#### Impresoras

Si el sistema no lleva pre-instalada la impresora que vamos a usar, deberemos configurarla manualmente:

*Aplicaciones -> Preferencias de escritorio -> Herramientas del sistema -> Printing*

O, directamente, ejecutando la aplicación: `gnome-cups-manager`

El proceso de instalación es muy intuitivo y no necesita mayor explicación.

#### Problemas comunes

- *Se ha iniciado el modo gráfico, pero no se ve bien y es imposible trabajar en él.*

La auto detección de la tarjeta de video o de sus parámetros de configuración no ha sido correcta.

La instalación se debe hacer en modo texto; para ello, abrir un terminal texto (`Alt+Control+F2`), autenticarse como root (contraseña vacía), y ejecutar:

```
/isolinux/cdroot/sbin/meta-install.sh
```

Una vez finalizada la instalación, el arranque del modo gráfico seguirá siendo defectuoso, así que se deben hacer los ajustes necesarios con el programa de configuración de las X-Windows:

```
dpkg-reconfigure xserver-xfree86
```

- *El arranque se queda bloqueado y no da opción a hacer nada, ni abrir una ventana de texto (Alt+Control+F2).*

#### *Posibles causas/soluciones:*

La imagen del CD no ha sido grabada correctamente y está corrupta

La autodetección de hardware ha fallado y el sistema no puede arrancar en este ordenador. En este caso no habrá más remedio que instalar Linux/Debian con el método tradicional (CDs de instalación).

- Que se tiene que hacer para que el sistema Linux Debian se comporte como si fuera una instalación normal con la metadistro?

Además de la autodetección del hardware y el conjunto de programas ya preinstalados, la metadistro tiene una serie de scripts útiles que se deben copiar a la nueva instalación. Los directorios a copiar son:

- /usr/local/sbin
- /etc/skel

#### •Certificación

Crear un usuario de prueba y realizar las siguientes comprobaciones:

#### • Escritorio

Confirmar que la configuración del escritorio es la correcta (iconos, resolución, fondo de pantalla, Salvapantallas activado)

#### • Dispositivos

Probar los iconos de acceso a "Mis Documentos", la unidad de CD y el stick USB.

#### • Aplicaciones

Probar los programas del escritorio: OpenOffice ("Procesador de Textos" y "Hoja de Cálculo"), Gimp ("Programa de Dibujo"), Mozilla ("Navegador" y "Correo Electrónico")

#### • Impresora

Imprimir una hoja de prueba desde alguna aplicación de OpenOffice y/o de Mozilla.

#### •Correo

#### • Llamada manual

La llamada manual al servidor de correo se hace con la orden:

```
call-radio -c  
connection  
user-uucp
```

La transmisión de correo se hace con UUCP. Inspeccionamos la traza del *listen*, y si la comunicación ha sido correcta, la última parte será algo parecido a:

```
hf:  
EAX25: fm CENTRH to URUBAH ct1 I55^ pid=F0(Text) len 36 07:22:24 0000  
....Ī.HY.....Ī.HY..OOOOOOO..OOOOOOO. hf: EAX25: fm URUBAH to CENTRH ct1  
I65^ pid=F0(Text) len 25 07:22:31 0000 ....Ī.HY..OOOOOOO..OOOOOOO. hf:  
EAX25: fm URUBAH to CENTRH ct1 DISC+ 07:22:31 hf: EAX25: fm CENTRH to  
URUBAH ct1 UA- 07:22:31
```

Si por el contrario la comunicación acaba antes, seguramente haya un problema con la configuración UUCP.

Para ello, hay que mirar el log de UUCP (*/var/log/uucp/Log*) de ambos ordenadores.

- Llamada automática

La llamada automática (la que se hace a través del cron), ejecuta:

*call-radio -c connection uucp*

Se debe comprobar que esta llamada funciona correctamente, así que lo ejecutamos manualmente y que el servidor recibe la llamada y contesta.

- Proxy web

Para navegar por Internet, tanto cliente como servidor deben habilitar la opción correspondiente en la configuración. Se recomienda activar esta opción sólo cuando sea necesaria, pues previsiblemente aumentará el tráfico de la subred de forma considerable.

El sistema de navegación es transparente y funciona siempre que la configuración del navegador sea la siguiente:

- *HTTP: localhost*
- *puerto: 8080*

Figura 5. Configuración del proxy en navegador web

En el servidor se puede limitar el tiempo de navegación para las estaciones. El tiempo de navegación es por estación (no por usuario) y se renueva cada día. Una vez agotado el tiempo de navegación de una estación, no podrá volver a conectar hasta el día siguiente.

- Chat

El sistema de chat usa un cliente de conversación (Gaim) que permite el uso de un proxy web, así que su configuración es exactamente la misma que la necesaria para la navegación:

- *HTTP: localhost*
- *puerto: 8080*

## Anexo 2. Detalle de un sistema general para conexión Remota

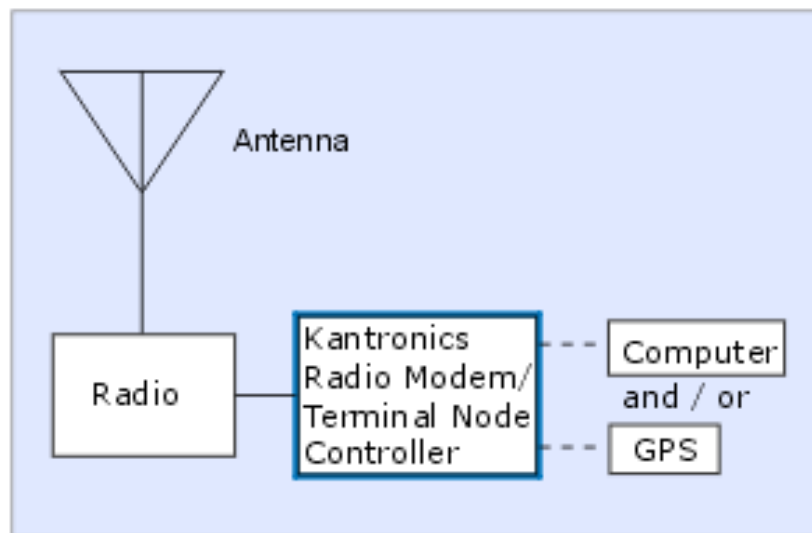


Figura 4. Esquema general para un sistema de conexión remota

El sistema funciona como sigue:

El Nodo Terminal Controlado, TNC, se encarga de codificar los parámetro que se introducen en su puerto de entrada, ya sean parámetros meteorológicos, y, mediante instrucciones con el programa del mismo instalado en la PC, es manipulado para extraer los datos del sensor conectado en el y así, modularlos y enviarlos a la radio para ser transmitidos.

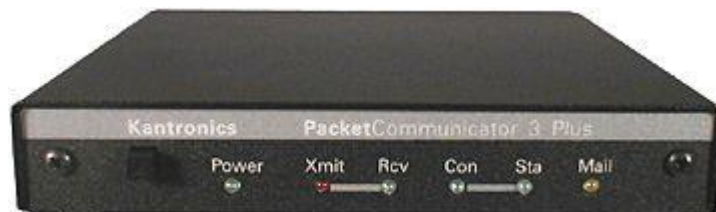


Figura 5. Radiomodem Modelo Kantronics KPC3+ comúnmente utilizado en estos enlaces.

**KPC-3+ Especificaciones**

<b>Dimensions (H×W×D)</b>	<b>0.8"×5.2"×5.2" (21 mm × 133 mm × 133 mm) without projections</b>
<b>Weight</b>	<b>11 oz (0.32 kg)</b>
<b>Power Requirements</b>	
<b>Voltage</b>	<b>DC 6 V to 25 V</b>
<b>Current</b>	<b>&lt; 30 mA (LEDs on, unit active) &lt; 15 mA (LEDs off, unit inactive)</b>
<b>External Power Connector</b>	<b>2.1 mm coaxial, center pin positive</b>
<b>Internal Power Connector</b>	<b>Circuit board accommodates user-installed 9 V battery connector</b>
<b>External Signal Ports</b>	<b>DB-9 female (radio port) DB-25 female (computer/data terminal)</b>
<b>Watchdog Timer Period</b>	<b>approx. 2.5 minutes</b>
<b>External Carrier Detect</b>	<b>Pulldown to ground</b>
<b>Analog Measurement Inputs (A/D Converter)</b>	<b>Two inputs; 0 V to +5 V, 8-bit accuracy</b>
<b>Data Rate (radio port)</b>	<b>1200 bps (default); 300, 400, 600</b>
<b>PTT Output</b>	<b>Open drain, max +50 V dc, max 200 mA</b>
<b>Audio Output Level</b>	<b>Continuously adjustable from 1 mV p-p to 4 V p-p</b>
<b>Audio Output Impedance</b>	<b>600 Ohm, AC coupled</b>
<b>Modulation</b>	<b>1200 bps FSK full duplex CCITT V.23</b>
<b>Audio Input:</b>	<b>1300 Hz/2100 Hz</b>
<b>Sensitivity</b>	<b>5 mV p-p</b>
<b>Dynamic Range</b>	<b>70 dB</b>
<b>Input Impedance</b>	<b>Unbalanced, 10 kOhm (600 Ohm with jumper J 3 installed)</b>
<b>Max Audio Input Voltage</b>	<b>±12 V dc; 35 V p-p sinusoidal</b>
<b>Operating Modes</b>	<b>Packet, WEFAX, KISS, XKISS, HOST, GPS, MODEM (RX only)</b>
<b>LED Indicators</b>	<b>Power, Xmit, Rcv, Connected, Status, Mail (user option on/off)</b>
<b>Remote Control Access</b>	<b>All controller functions, user-defined password</b>
<b>External Reset</b>	<b>Pulldown to ground</b>
<b>Operating Protocols</b>	<b>AX.25 Levels 1 and 2 (user-selectable)</b>
<b>Compliance</b>	<b>FCC Class B; Europe - CE Conformity</b>