

## **APÉNDICE A**

### **HARDWARE ADAPTADO TIPO ADSGS**

El siguiente es el hardware sugerido que se muestra en el capítulo 3 Figura 22, para crear una estación terrena tipo ADSGS:

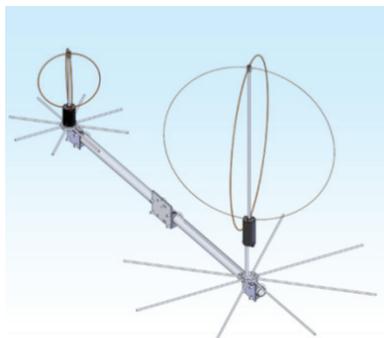
#### **A.1 Antenas**

Las antenas tienen como función transmitir y recibir ondas de radio, convertir la onda guiada por la línea de transmisión (el cable o guía de onda) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre, en esta arquitectura usan frecuencias en las bandas de radio aficionados, esto es: VHF para 145 MHz y UHF para 436 MHz y banda S para 2.4 GHz.

Estas antenas de 70 cm y 2 m de longitud de onda, respectivamente son de tipo *crossboom*, como ilustra la Figura 40, omnidireccionales, verticalmente polarizada para el trabajo de FM de largo alcance, con polarización vertical de lado a lado horizontalmente apilada que aumenta la ganancia de su sistema hasta en 3 dB.

**Figura 40**

*VHF-UHF Antena CrossBoom*



*Nota.* M2 Antenna systems, (2018).

## **A.2 Antena banda S**

La antena para banda S es un plato de 1.8 m. con polarización circular de la marca Shaanxi Probecom Microwave Technology Co., Ltd. es una empresa especializada dedicada al diseño y fabricación de antenas de estaciones terrenas de comunicación satelital con un rango seleccionado de 1.8m a 16m (ver Figura 41) (Probecom, 2016).

**Figura 41**

*Antena banda S*



*Nota.* Probecom (2018).

### A.3 Pre-amplificador

La finalidad de este dispositivo es aumentar el nivel de la señal y para ello, actúa sobre la tensión de la señal de entrada. El preamplificador se encarga de nivelar la tensión eléctrica que le llega de las distintas fuentes de audio, para luego, una vez igualadas, enviarlas, como señal de entrada a otro equipo. Se requieren dos preamplificadores uno para VHF de 145 Mhz y otro para UHF de 436MHz. Las características técnicas de este dispositivo tanto para banda VHF como UHF son: (AR2, 2016)

- Baja figura de ruido.
- Se apaga automáticamente durante la transmisión.
- Capacidad de potencia de 160 vatios.
- No es necesario modificar el transceptor.
- Alta inmunidad a la sobrecarga.
- Completamente blindado.
- Gabinete personalizado resistente a la intemperie.
- Se monta en mástiles de 1 1/4" 3 1/4" de diámetro.

Esta serie de pre-amplificadores, que se muestran en la Figura 42, están diseñados específicamente para montaje en mástil. Ubicar el preamplificador lo más cerca a la antena, reduce las pérdidas en la línea de alimentación, ubicándolo delante del preamplificador reduce la cifra de ruido del sistema.

#### Figura 42

*Pre-amplificador VHF/UHF*



*Nota.* AR2 (2018).

## A.4 Convertidor de 2.4 GHz

Es un dispositivo electrónico capaz de convertir una señal analógica, en una señal digital mediante un cuantificador y codificándose en muchos casos en un código binario en particular. Donde un código es la representación unívoca de los elementos, en este caso, cada valor numérico binario hace corresponder a un solo valor de tensión o corriente. Para este caso se usará un UEK-3000 *down-convert* de la empresa SSB Electronic (ver figura 43), ya que satisface las exigencias de funcionamiento de todos los operadores de satélites y está disponible en cualquiera frecuencia (144 MHz o 432 MHz). Este convertidor ofrece una figura de ruido por debajo de  $< 0,7$  dB y 30 dB de ganancia de conversión y no necesita un pre-amplificador.

### Figura 43

*Convertidor banda S de 2,4 GHz*



*Nota.* SSB (2016).

## A.5 Radio IC7100

Un *transceiver* es un dispositivo que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería y es usado para transmitir o recibir señales ya sean analógicas o digitales. En esta arquitectura se recomienda el radio IC-7100 de la empresa ICOM, este es un radio multifrecuencias y usa frecuencias en el rango de los 145 MHz para RX y 436 MHz para TX.

Este radio IC-7100 (ver Figura 44), cuenta con cobertura total de las bandas de aficionados HF, 50, 144, 430/440 MHz en múltiples modos, brindando 100W en las bandas HF/50MHz, 50W en la banda 144MHz y 35W en la 430 /banda 440MHz (Icom, 2016).

**Figura 44**

*Radio IC7100*



*Nota.* ICOM (2018).

**A.6 Rotor**

Se requiere de un servomotor que permita mover las antenas tanto en azimut (360º) como en elevación (180º), para las antenas VHF y UHF. Por su amplio uso en el mercado, por sus prestaciones y su valor comercial Yaesu G-5500 (ver Figura 45) fue escogido para esta arquitectura. Este rotor proporciona un sistema completo de rotación de azimut-elevación que es ideal para la mayoría de las aplicaciones de aficionados.

El controlador dual le permite realizar un seguimiento de todos los aspectos del posicionamiento del sistema de antenas, y el G-5500 incluye un conector de interfaz para el control del computador, compatible con el controlador GS-232A, así como muchos programas e interfaces del mercado. (Yaesu, 2016).

**Figura 45**

*Yaesu G5500*



*Nota.* YAESU (2018).

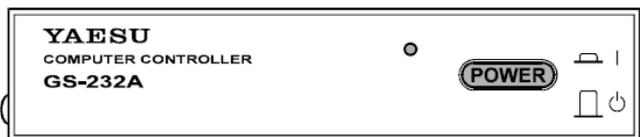
## **A.7 Interfaz de Rotor VHF/UHF**

La interfaz GS-232A, que se muestra en la Figura 46, proporciona control digital de la mayoría de los modelos de rotadores de antena Yaesu desde el puerto serial de una computadora personal externa. El GS-232A contiene su propio microprocesador con memoria ROM y RAM y un convertidor de analógico a digital (AD) de 10 bits. La línea serial asíncrona de 3 hilos se puede configurar para velocidades de datos seriales de 150 a 9600 baudios. El GS-232A tiene un conector DB9 “macho” para conexión al puerto COM (RS232C) de un computador (YAESU, 2018).

El firmware del GS-232A admite el control directo del teclado o comandos de programas escritos específicamente para admitirlo (Yaesu no proporciona el software). Además de leer y configurar el ángulo de la antena y la velocidad de rotación, el firmware incluye rutinas de posicionamiento cronometrado para pasar automáticamente la antena a través de hasta 3800 ángulos a intervalos programables, como para rastrear aperturas de banda o satélites (con un rotor de elevación) (Yaesu, 2018).

**Figura 46**

*Interfaz GS-232A*



*Nota.* YAESU (2018).

## **A.8 Rotor para Antena banda S**

Basado en las buenas prácticas para esta arquitectura se recomienda usar un rotor para banda S diferente del usado para las antenas VHF y UHF. El rotor tipo BIG-RAS/HR (ver Figura 47) para azimut y elevación de la marca Holandesa RF Hamdesign, tiene un sistema de rotores de la precisión con muchas funciones configurables por parte del usuario.

El rotor BIG-RAS/HR es un rotor de dos motores que ha instalado dos sensores de posición de conteo (0,0058 transmisión medida de impulso) será 0,1 grados por impulso y cuenta con su propio controlador con conexión tipo USB.

**Figura 47**

*Rotor banda S BIGRAS/HR*



*Nota.* RF HAMDESING (2018).

## A.9 Interfaz de rotor Banda S

El SPID BIG-RAS/HR CONTROLLER, tipo MD-01 está construido con una interfaz USB. Esta interfaz controla el rotor para la antena banda S y permite el movimiento de elevación y azimut de la antena con un alto grado de precisión.

El Controlador del Rotor MD01 que se muestra en la Figura 48, tiene diversas funciones que el usuario puede configurar, está disponible una fuente de alimentación de doble voltaje PS01 y un conmutador para dispositivos externos.

### Figura 48

*Controlador de Rotor MD01*



*Nota.* RF HAMDESING (2018).

## A.10 Relay

Es un interruptor accionado eléctricamente que usa un electroimán para operar mecánicamente un interruptor, estos son usados para controlar un circuito por una señal de baja potencia o cuando varios circuitos deben ser controlados por una señal.

HenryRadio es un distribuidor de relés coaxiales de la marca Japonesa Tohtsu. Estos relés coaxiales se utilizan típicamente como relés de antena para todo tipo de conmutación de RF. Para esta arquitectura se usa un relay CX-600N (ver Figura 49) con las siguientes características (Henryradio, 2018):

- Impedancia RF: 50 Ohms.
- Voltaje:
  - Entrada: 10 V CC 14 V CC (12 V CC nominales).
  - Desconexión: 3,0 V CC mínimo.
  - Corriente: 160 mA a 12 Vdc a 20 grados C.
  - Resistencia de bobina: 75 Ohms +/-10% a 20 grados C.

- Tiempo de conmutación:
  - Entrada: 20 ms típico.
  - Caída: 15 ms típico.
  - Esperanza de vida: 1.000.000. Operación mín.
  
- Mecánica:
  - Disposición de contacto: SPDT.
  - Temperatura de funcionamiento: 25 a +50 grados C.
  - Peso: aproximadamente 230 gramos.
  - Montaje: dos tornillos.
  - Conexiones de cable: 3 conectores hembra tipo N.

**Figura 49**  
*Relay CX600N*



*Nota.* HENRYRADIO (2018).

## **A.11 SDR AirSpy**

El AirSpy (ver Figura 50) es un receptor de comunicación basado en Radio Definido por Software con el mayor rendimiento para TX de señales en las bandas VHF y UHF entre 24 MHz y 1,8 GHz con 10MHz de vista instantánea. Adicionalmente, tiene una estrecha integración con el software SDR#. El AirSpy SDR se usa para la recepción de las señales de las bandas VHF, UHF y banda S.

**Figura 50**

*SDR AirSpy*



*Nota.* AIRSPY (2018).

La Tabla 27 muestra como resumen, algunas características técnicas del hardware usado en la estación terrena:

**Tabla 27**

*Características técnicas del hardware*

<b>Dispositivo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Interfaz</b>
Antenas	- Crossboom 145 MHz - Crossboom 436 MHz - S-band 1.8m dish 2.4 GHz	SO-239 SO-239 SO-239
Pre-amplificador	- MSP144VDG-160 145 MHz - MSP432VDG-160 436 MHz	SO-239 SO-239
Convertidor	- UEK-3000 2.4 GHz	SO-239
Radios	- VHF/UHF Transmitter: ICOM IC-7100 - SDR Receivers AirSpy	USB USB
Interfaz Relay	- Coaxial Relays Tohtsu CX600N	USB

JORGE ENRIQUE ESPÍNDOLA DÍAZ

Controlador de Rotor	- VHF/UHF antenna rotor Yaesu G-5500 - Dish antenna rotor SPID, type BIG-RAS/HR Azimuth & Elevation Rotor	RS232 USB
Interfaz de Rotor	- GS-232A for rotor of VHF/UHF - SPID BIG-RAS/HR CONTROLLER for S-Band	USB USB

En la Tabla 28, se observan los valores comerciales del hardware propuesto para la implementación de una estación terrena tipo ADSGS, los valores fueron tomados de los sitios web de los proveedores.

**Tabla 28**

*Elementos de Hardware para ADSGS*

Ref.	Descripción	Item	\$USD
EB144/432	VHF/UHF Antennas: SATPACK #1 EB144/EB432/CROSSBOOM	1	510,00
MSP144	VHF Mast mount preamplifier: MSP144VDG160	1	280,00
MSP432	UHF Mast mount preamplifier: MSP432VDG160	1	280,00
UEK144	2.4 GHz Mast mount downconverter: UEK3000144	1	580,00
G5500	VHF/UHF antenna rotor: Yaesu G5500	1	750,00
MD01	Dish antenna rotor: SPID, type BIGRAS/HR Azimuth & Elevation	1	2,750,00
CX600N	Coaxial Relays: Tohtsu CX600N	4	460,00
IC7100	VHF/UHF Transmitter: ICOM IC7100	1	1,600,00
SDRAirspy	SDR Receivers: AirSpy	1	220,00

## RED INTELIGENTE DE ESTACIONES TERRENAS - ADSGS

Sband19	SBand antenna: 1.9m dish	1	270,00
	Plugs and cables	20	250,00
	<b>Total</b>		7,950,00

Como se observa, el costo total de estos elementos no excede los \$ 8.000 dólares americanos, esto contribuye en gran medida a reducir el costo de la estación terrena tipo ADSGS planteada en este proyecto.