

# **MANTENIMIENTO DE SISTEMAS MSSR**

## **Manual de Referencia**

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. FORMATO DE REGISTRO RM-1-S.....</b>	<b>3</b>
<b>3. EQUIPO DE PRUEBA.....</b>	<b>4</b>
<b>4. PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 AUXILIARES.....</b>	<b>6</b>
4.1.1 Energía Comercial.....	6
4.1.2 Energía de UPS.....	6
4.1.3 Energía de Planta de Emergencia.....	6
4.1.4 Sistema de tierras.....	6
<b>4.2 SISTEMA AÉREO.....</b>	<b>7</b>
4.2.1 Antena.....	7
4.2.2 Mecanismo de Rotación.....	7
<b>4.3 INTERROGADOR – RECEPTOR.....</b>	<b>8</b>
4.3.1 Fuentes de DC en los sistemas SIR-M.....	8
4.3.2 Unidad de RF.....	9
4.3.3 Lógica de Pulsos.....	12
4.3.4 Potencia.....	18
4.3.5 Sensibilidad, Selectividad y Eficiencia del Canal.....	22
4.3.6 RSLS.....	26
<b>4.4 EXTRACTOR.....</b>	<b>27</b>
4.4.1 Off Line.....	27
4.4.2 Plot de Prueba.....	27
4.4.3 Transponder de Prueba.....	27
<b>4.5 PROCESADOR.....</b>	<b>28</b>
4.5.1 Estadísticas.....	28
4.5.2 Mensajes de Radar en L1 y L2.....	28
<b>4.6 SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO.....</b>	<b>30</b>
4.6.1 Coherencia.....	30
4.6.2 Mediciones.....	30
4.6.3 Reportes.....	30
<b>4.7 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN.....</b>	<b>31</b>
4.7.1 Vídeo Crudo.....	31
4.7.2 Plot de Prueba.....	31
4.7.3 Track de Prueba.....	31
4.7.4 Transponder de Prueba.....	31
<b>4.8 REPORTE DE LRU CON FALLA.....</b>	<b>32</b>
<b>5. APÉNDICE A “MEDICIONES DEL PATRÓN DE RADIACIÓN PARA SSR”.....</b>	<b>33</b>
<b>6. APÉNDICE B “SECUENCIA DE PRUEBAS DE RF”.....</b>	<b>42</b>
<b>7. APÉNDICE C “FORMATOS DE REGISTRO”.....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El Manual de Referencia sobre el Mantenimiento MSSR es un documento que contiene las recomendaciones, observaciones y procedimientos necesarios para aplicar el mantenimiento preventivo semestral a los Sistemas de Detección Radar Secundario Monopulso. Contiene también la descripción de la Forma de Registro RM-1-S utilizada para concentrar la información recopilada en el mantenimiento semestral de estos sistemas.

Las rutinas de medición de cada parámetro están ordenadas de acuerdo al Documento denominado "Procedimientos de Prueba en Sitio" SAT, el cual contiene los procedimientos aplicados durante las pruebas previas al vuelo de certificación.

Cada una de las rutinas está explicada detalladamente para que se puedan consultar de manera individual. Sin embargo, cuando se vayan aplicar todas las rutinas a un sistema, es recomendable que se haga de manera seriada para evitar al máximo la manipulación de conexiones entre el equipo de prueba y el radar, además de que se optimiza el tiempo autorizado para hacer los trabajos. Esto se muestra en el Apéndice B.

También se presentan varias opciones de aplicar cada rutina utilizando diferentes dispositivos de prueba, para que el técnico encargado de hacer las mediciones tenga diferentes opciones para lograr el objetivo.

## 2. FORMATO DE REGISTRO RM-1-S

La forma RM-1-S es una hoja electrónica que contiene el listado de los parámetros más importantes de un Sistema Radar Secundario Monopulso que deben ser revisados durante el mantenimiento preventivo semestral.

Para cada parámetro existe una casilla que proporciona el valor nominal esperado y una casilla para anotar el valor leído durante la aplicación del mantenimiento. Cada parámetro es asociado a una Prueba determinada que se realizará a un sistema en particular perteneciente al Radar Secundario Monopulso en general.

Los parámetros serán revisados aplicando el Método de Medición Directa, el cual consiste en conectar directamente al radar el equipo de prueba para hacer las mediciones. También se podrán revisar los parámetros del radar utilizando el Método de Medición Indirecta, que consiste en captar con una antena directiva la señal radiada y llevarla al analizador de espectro dónde se podrán medir los parámetros de: potencia, atenuación, lógica de pulsos y patrón de radiación. Ambos métodos se explican en los procedimientos de prueba de cada parámetro. En el Apéndice C se anexan la forma RM-1-S y otras que también se indican en la NOMSSR.

Los Sistemas que se verifican en la RM-1-S:

- ❑ AUXILIARES
  - Energía Comercial
  - Energía UPS
  - Energía de Planta de Emergencia
  - Sistema de tierras
  
- ❑ SISTEMA AÉREO
  - Antena
  - Mecanismo de Rotación

- ❑ INTERROGADOR – RECEPTOR
  - Unidad de RF
  - Lógica de Pulsos
  - Potencia
  - Sensibilidad
  - Selectividad o Ancho de Banda
  - Ley STC ó TVBC
  - Supresión de Lóbulos Secundarios a la Recepción o RSLs
  
- ❑ EXTRACTOR
  - Pruebas OFF LINE
  - Plot de Prueba
  - Transponder de Prueba
  
- ❑ PROCESADOR
  - Estadísticas
  - Mensajes de Radar
  
- ❑ SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO
  - Coherencia
  - Mediciones
  - Reportes
  
- ❑ SISTEMA DE VISUALIZACIÓN
  - Vídeo crudo
  - Plot de Prueba
  - Track de Prueba
  - Transponder de Prueba

La forma RM-1-S agrega un espacio para anotar los módulos o LRU (Line Replaceable Unit) que sean reportados con falla y no permitan efectuar el mantenimiento preventivo de algún sistema.

### 3. EQUIPO DE PRUEBA

Para realizar las Pruebas de los diferentes Sistemas y evaluar los parámetros del radar secundario monopulso es necesario contar con el siguiente equipo de prueba:

- Generador de Señal en Banda L con Modulación por Pulsos integrada (1090 MHz)
- Generador de Pulsos
- Analizador de Espectro
- Medidor de Potencia
- Osciloscopio de 100 MHz
- Frecuencímetro (1030 MHz)
- Multímetro
- Transponder
- Juego de Atenuadores de 10, y 30 dB a 100 W de potencia promedio
- Dos Acopladores Direccionales con salidas directa y reflejada atenuadas 20dB
- Dos Detectores de cristal
- Dos Cargas Falsas de 20W a 50  $\Omega$
- Juego de cables y acopladores SMA, N y BNC

#### **4. PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA**

A continuación se describen los procedimientos para evaluar los parámetros de los Sistemas Radar Secundario Monopulso. Cada prueba se describe paso a paso, indicando las acciones que se deben realizar para lograr la medición del parámetro correspondiente.

Algunos procedimientos se describen en más de una forma y utilizando diferente equipo de prueba, esto con el objetivo de presentar diferentes opciones y abrir la posibilidad de efectuar los mantenimientos aún si no se cuenta con todo el instrumental.

En todo momento se debe hacer referencia a la documentación técnica de cada modelo y marca de sistema radar, cuidando siempre de no sobrepasar los límites de operación de los módulos de cada sistema así como del mismo equipo de prueba utilizado.

## 4.1 AUXILIARES

El objetivo de las Pruebas del Sistema de Auxiliares es medir las condiciones de alimentación de energía en las que opera el sistema radar. Al realizar las pruebas de medición de tensiones de AC se deben tomar las debidas precauciones y observar las medidas de seguridad para evitar ante todo, cualquier daño físico a las personas que estén realizando el mantenimiento, así como también a los equipos y como tal al servicio.

### Medidas de Seguridad

Referirse siempre a las recomendaciones de Seguridad mencionadas en cada uno de los Manuales Técnicos entregados por el Fabricante del Sistema y recuerde: NUNCA TRABAJAR SOLO en los Sistemas de Energía.

#### 4.1.1 Energía Comercial

Anotar el valor del voltaje medido entre Fase y Neutro de cada Línea (**Voltaje L1-N. L2-N y L3-N**) correspondiente a la Energía Comercial que llega al UPS (Entrada de AC al UPS).

#### 4.1.2 Energía de UPS

Anotar el valor del voltaje medido entre Fase y Fase de cada Línea (**Voltaje L1-L2. L2-L3 y L1-L3**) correspondiente a la Energía entregada por el UPS (Salida del UPS).

#### 4.1.3 Energía de Planta de Emergencia

Anotar el valor del voltaje medido entre Fase y Neutro de cada Línea (**Voltaje L1-N. L2-N y L3-N**) correspondiente a la Energía de la Planta de Emergencia que llega al UPS (Alimentar la estación con Planta de Emergencia).

#### 4.1.4 Sistema de tierras

Se deberá verificar la eficiencia del sistema de tierras. Los trabajos de verificación tendrán que ser coordinados con el Personal del Departamento de Sistemas de Energía y realizar los trabajos de normalización del sistema de tierras en el caso que se rebase el límite de resistencia a tierra para un electrodo, que de acuerdo a las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 debe ser menor o igual a  $25\Omega$ .

## 4.2 SISTEMA AÉREO

Las pruebas sobre el Sistema Aéreo tienen como meta la supervisión de las condiciones mecánicas de operación de la Antena y del Mecanismo de Rotación. Al realizar estas pruebas, se deben seguir todas las medidas de seguridad indicadas en la Documentación Técnica relativas a cada sistema.

### 4.2.1 Antena

**4.2.1.1 Inspección de Elementos:** Revisar las condiciones físicas de cada columna y su par de reflectores, así como los cables y conectores.

**4.2.1.2 Sellado de Junta Rotativa:** Revisar el sello de la parte superior de la junta rotativa, de acuerdo a la circular 2/2002.

**4.2.1.3 Atenuación de SIGMA, OMEGA y DELTA:** Medir la atenuación de cada línea de transmisión, siguiendo las indicaciones de la circular 2/2002.

**4.2.1.4 Patrón de Radiación:** Medir con un Analizador de Espectro, la energía radiada al espacio por el sistema radar para obtener el patrón de radiación. Referirse al documento "MEDICIÓN DEL PATRÓN DE RADIACIÓN PARA LOS RADARES SECUNDARIOS" que encontrará en el Apéndice A.

### 4.2.2 Mecanismo de Rotación

NOTA: Seleccionar y marcar las Cajas de Reducción de cada columna motora como número 1 y 2. Marcar como número 3 al mecanismo de rotación principal.

**4.2.2.1 Inspección General:** Revisar Cables de RF, conectores, cables de alimentación, etc.

**4.2.2.2 Nivel de Aceite 1:** Revisar el nivel de aceite, en la mirilla, de la Caja de Reducción seleccionada como número 1.

**4.2.2.3 Nivel de Aceite 2:** Revisar el nivel de aceite, en la mirilla, de la Caja de Reducción seleccionada como número 2.

**4.2.2.4 Nivel de Aceite 3:** Revisar el nivel de aceite, en la mirilla, del Mecanismo de Rotación Principal.

### 4.3 INTERROGADOR - RECEPTOR

El objetivo de las pruebas sobre el Interrogador – Receptor es hacer una valoración de las condiciones técnicas de operación tomando en cuenta el valor de los parámetros de entrada y salida de este sistema.

Las Pruebas de: Unidad de RF, Lógica de Pulsos, Potencia, Sensibilidad, Ancho de Banda y Ley TVBC / STC deben ser realizadas sobre la cadena ON-LINE para incluir en la prueba las líneas de transmisión y la antena, por lo tanto, se realizarán en turno nocturno para que **NO SE AFECTE EL SERVICIO RADAR**. Así mismo, se deberá coordinar con la Autoridad Correspondiente la Emisión del NOTAM indicando la duración del mantenimiento preventivo y asegurarse que dicho NOTAM sea cancelado en el tiempo indicado.

#### 4.3.1 Fuentes de D.C. en los Sistemas SIR-M

Las anotaciones deberán hacerse en la hoja 3

En los SIR-M:

- a. **+ 40 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +40 V con una tolerancia de  $\pm 0.5$  VDC
- b. **+ 28 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +28 V con una tolerancia de  $\pm 0.5$  VDC
- c. **+ 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +12 V con una tolerancia de  $\pm 0.5$  VDC
- d. **- 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de -12 V con una tolerancia de  $\pm 0.5$  VDC
- e. **+ 50 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +50 V con una tolerancia de  $\pm 0.5$  VDC
- f. **+ 5 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +5 V con una tolerancia de  $\pm 0.25$  VDC
- g. **+ 24 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +24 V con una tolerancia de  $-2/+5$  VDC
- h. **- 15 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de -15 V con tolerancia de  $-1.4/+1.7$  VDC.

En el ASC:

- a. **+ 27 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +27 V con una tolerancia de  $\pm 2$  VDC en TP2
- b. **+ 5 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +5 V con una tolerancia de  $\pm 0.1$  VDC
- c. **+ 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +12 V con una tolerancia de  $\pm 0.24$  VDC
- d. **- 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de -12 V con una tolerancia de  $\pm 0.24$  VDC

En el RHP:

- a. **+5 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +5 V con una tolerancia de  $\pm 0.1$  VDC
- b. **+ 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +12 V con una tolerancia de  $\pm 0.24$  VDC
- c. **- 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de -12 V con una tolerancia de  $\pm 0.24$  VDC

En el CDS-1000:

- a. **+5 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +5 V con una tolerancia de  $\pm 0.1$  VDC
- b. **-5 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de -5 V con una tolerancia de  $\pm 0.1$  VDC
- c. **+ 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de +12 V con una tolerancia de  $\pm 0.24$  VDC
- d. **- 12 VDC:** Anotar el valor medido de la fuente de -12 V con una tolerancia de  $\pm 0.24$  VDC

### 4.3.2 Unidad de RF

#### 4.3.2.1 ROE:

Equipo de Prueba utilizado:

- Generador de RF
- Acoplador Direccional
- Analizador de Espectros ó Medidor de Potencia
- Carga Falsa de 20 W a 50Ω

#### Introducción:

La prueba se realiza inyectando una señal de onda continua de 1030 Mhz a 0 dBm para los canales SIGMA, OMEGA y DELTA. Los dispositivos bajo prueba son: Las líneas de transmisión y la antena. Una vez que se registran los valores de potencia directa y reflejada, se calcula el valor de la ROE con la fórmula que se proporciona. En el caso de utilizar el Analizador de Espectros de la serie FSP de R&S, los datos se ingresan a un programa de cálculo residente en el analizador, para obtener el valor de la ROE e impedancia del canal bajo prueba. En la figura 1 se muestra un sinóptico para la medición de la Relación de Onda Estacionaria.

#### Procedimiento:

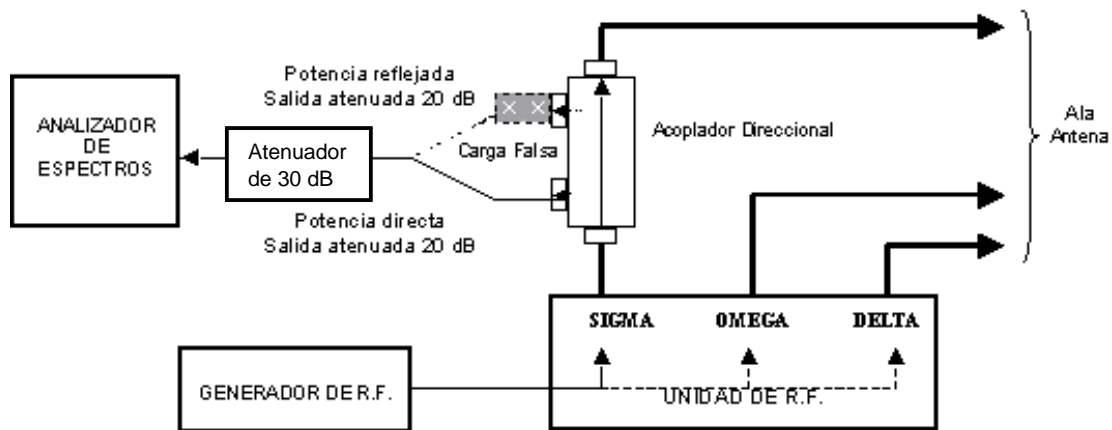


Fig. 1

- 1- Cortar la transmisión del Interrogador.
- 2- Configurar el generador de RF para una salida de CW a 1030 MHz y con un nivel de 0 dBm, manteniendo su salida en OFF.
- 3- Desconectar el cable de la salida SIGMA y conectarlo a la salida del acoplador direccional (terminal marcada como "DISPOSITIVO BAJO PRUEBA").
- 4- Conectar la salida del generador de RF a la entrada del Acoplador Direccional.
- 5- Configurar el Analizador de Espectros para la medición de la ROE. O bien si utiliza un medidor de potencia, calibrarlo para una medición en el rango máximo de 0 dBm.

- 6- Conectar la salida acoplada de  $-20$  dBm correspondiente a la vía directa a la entrada de un atenuador de 30 dB y la salida de éste hacia el Analizador de Espectros o Medidor de Potencia con los cables RF1 y RF2. Conectar la carga falsa de  $50 \Omega$  a 20 W en la salida acoplada de  $-20$  dB de la vía reflejada.
- 7- Activar la salida del generador y registrar el valor de potencia medido en el instrumento.
- 8- Conectar la salida acoplada reflejada del acoplador direccional y cargar la salida acoplada directa. Registrar el valor de la potencia de reflejo.
- 9- Determinar el Valor de la ROE para SIGMA, utilizando el programa ROE.EXE o bien la fórmula (1) y anotarlo en la forma RM-1-S

$$(1) \quad ROE = \frac{1 + \sqrt{P_{ref} / P_{dir}}}{1 - \sqrt{P_{ref} / P_{dir}}}$$

- 10- Cortar la salida del generador de RF
- 11- Normalizar la vía SIGMA.
- 12- Repetir los pasos 3 a 11 para las vías OMEGA y DELTA respectivamente
- 13- Normalizar el equipo.

#### 4.3.2.2 Frecuencia de TX:

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Espectros o Frecuencímetro
- Cable RF3
- Adaptador SMA M a BNC M

#### Introducción:

La medición de la frecuencia de transmisión se hace tomando la señal del oscilador local, ubicado en la mayoría de los sistemas en el receptor del radar. Se buscará aquel conector que entregue una muestra para prueba. En la figura 2 se muestra un sinóptico de la prueba:

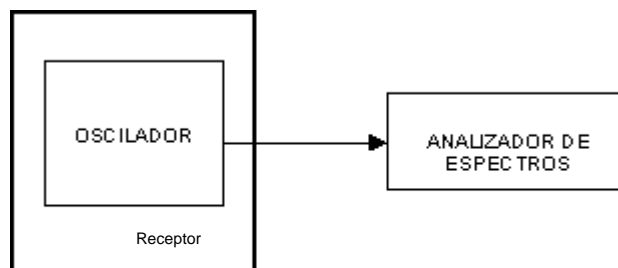


Fig. 2

#### Procedimiento:

- 1- Configurar el Analizador de Espectro para la medición de la frecuencia de transmisión, o bien conectar el frecuencímetro para hacer la medición.
- 2- Medir la frecuencia y anotar el valor.
- 3- Normalizar el Equipo.

### 4.3.3 Lógica de Pulsos

#### 4.3.3.1 PRF:

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Espectros
- Osciloscopio (opcional)
- Cable VD1

#### **Introducción:**

La medición del PRF y PRT se realiza utilizando el Analizador de Espectros en el dominio del tiempo, programándolo como un osciloscopio de 10 MHz. La señal se tomará del conector correspondiente al disparo utilizado por el radar cuando este provea un conector de prueba. En los casos en donde el radar no provea señal de prueba, esta prueba se realizará según lo indicado en el paso 4.3.3.2

#### **Procedimiento:**

- 1- Configurar el Analizador de Espectro o el Osciloscopio para la medición de la recurrencia del radar.
- 2- Asegurarse de que la función de STAGGER se encuentre desactivada durante esta prueba.
- 3- Localizar la señal de Disparo del Interrogador, de acuerdo a la Documentación Técnica de cada Sistema, conectar la señal al instrumento de medición y anotar el período entre cada pulso de disparo.
- 4- Normalizar el STAGGER.

#### 4.3.3.2 Modo 3/A, Modo C, Duración de P1, Duración de P2, Duración de P3, Espacio P1-P2:

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Espectros
- Osciloscopio
- 2 Detectores de Cristal
- 2 Acopladores direccionales
- Un Atenuador de 30 dB
- Un Atenuador de 10 dB
- Cables RF1 y RF2
- Carga falsa de 20 W a 50Ω

#### Introducción:

Este procedimiento incluye la medición de los parámetros de los pulsos de SIGMA y OMEGA. El tiempo entre P1 y P2 se puede medir con el Método de Medición Indirecta explicado más adelante. Se presentan tres procedimientos para hacer la medición de los parámetros de los pulsos, el primero incluye la utilización del acoplador direccional para tomar una muestra de la señal enviada a la antena; en el segundo se utiliza un atenuador de 40 dB que baja el nivel de la señal de SIGMA u OMEGA a un valor adecuado para introducirla al analizador de espectro, el cual está terminado a 50Ω y en el tercero se utilizan 2 acopladores, 2 detectores y un osciloscopio para medir inclusive el tiempo entre P1 y P2. De cualquier modo, se deberá cuidar siempre que el nivel de señal que entra al analizador de espectro o al detector de cristal esté por debajo del límite permitido.

La medición de la recurrencia se puede hacer al medir el tiempo entre los pulsos P1 de dos interrogaciones sucesivas.

El sinóptico de la prueba donde se utiliza el analizador de espectro se muestra en la figura 3:

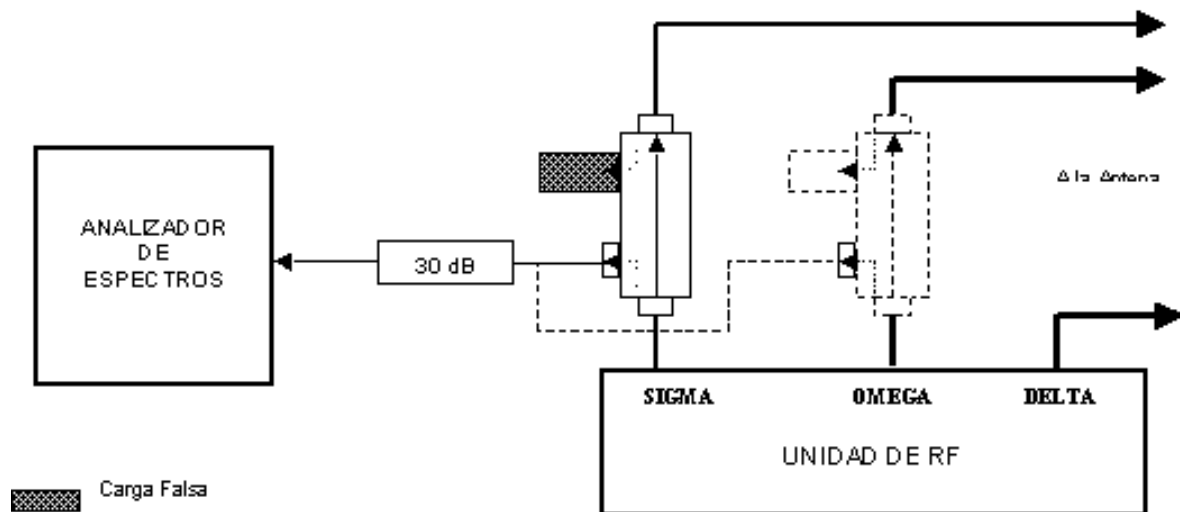


Fig. 3

**Procedimiento utilizando acoplador direccional:**

- 1- Cortar la transmisión del Interrogador.
- 2- Configurar el Analizador de Espectro para la medición de los modos de interrogación.
- 3- Desconectar el cable de la salida SIGMA de la unidad de RF y conectarlo a la salida del acoplador direccional (terminal marcada como "DISPOSITIVO BAJO PRUEBA).
- 4- Conectar la salida SIGMA de la unidad de RF a la entrada del acoplador direccional a través del cable RF1.
- 5- Conectar la salida acoplada directa a la entrada de un atenuador de 30 dB y la salida de este a la entrada del analizador de espectro, utilizando los cables RF1 y RF2.
- 6- Activar la transmisión.
- 7- Ajustar el disparo y el tipo de captura del analizador para obtener en la pantalla una interrogación en modo 3/A y una en modo C. Registrar la separación de los pulsos P1 y P3 en cada modo.
- 8- Configurar el analizador para la medición de la duración de los pulsos P1 y P3.
- 9- Registrar la duración de los pulsos P1 y P3.
- 10- Cortar la transmisión.
- 11- Normalizar el canal SIGMA
- 12- Desconectar el cable de la salida OMEGA de la unidad de RF y conectarlo a la salida del acoplador direccional (terminal marcada como "DISPOSITIVO BAJO PRUEBA).
- 13- Conectar la salida OMEGA de la unidad de RF a la entrada del acoplador direccional a través del cable RF1.
- 14- Activar la transmisión.
- 15- Registrar el tiempo de duración de P2.
- 16- El tiempo de separación de P1 y P2 se obtendrá en una medición indirecta que más adelante se explica.
- 17- Cortar la transmisión y normalizar el canal OMEGA.

**Procedimiento utilizando un atenuador de 40 dB:**

1. Cortar la transmisión del Interrogador.
2. Configurar el Analizador de Espectro para la medición de los modos de interrogación.
3. Desconectar el cable de la salida SIGMA de la unidad de RF.
4. Conectar en serie los atenuadores de 30 y 10 dB para formar uno de 40 dB.
5. Conectar la salida SIGMA de la unidad de RF a la entrada del atenuador de 40 dB utilizando el cable RF1
6. Conectar la salida del atenuador de 40 dB a la entrada del analizador de espectro, utilizando el cable RF2.
7. Activar la transmisión.
8. Ajustar el disparo y el tipo de captura del analizador para obtener en la pantalla una interrogación en modo 3/A y una en modo C. Registrar la separación de los pulsos P1 y P3 en cada modo.
9. Configurar el analizador para la medición de la duración de los pulsos P1 y P3.
10. Registrar la duración de los pulsos P1 y P3.
11. Cortar la transmisión.
12. Normalizar el canal SIGMA
13. Desconectar el cable de la salida OMEGA de la unidad de RF
14. Conectar la salida OMEGA de la unidad de RF a la entrada del atenuador de 40 dB utilizando el cable RF1.
15. Activar la transmisión.
16. Registrar el tiempo de duración de P2.
17. Cortar la transmisión y normalizar el canal OMEGA.

**Procedimiento utilizando el osciloscopio y los detectores de cristal:**

1. Cortar la Transmisión del Interrogador.
2. Hacer un arreglo como se ve en la figura 4. La atenuación de entrada al detector debe ser tal que el nivel de señal que se introducirá al dispositivo esté por debajo del límite de nivel permitido. En nuestro caso se utilizó la salida acoplada de 30 dB del acoplador direccional más 10 dB del atenuador externo.

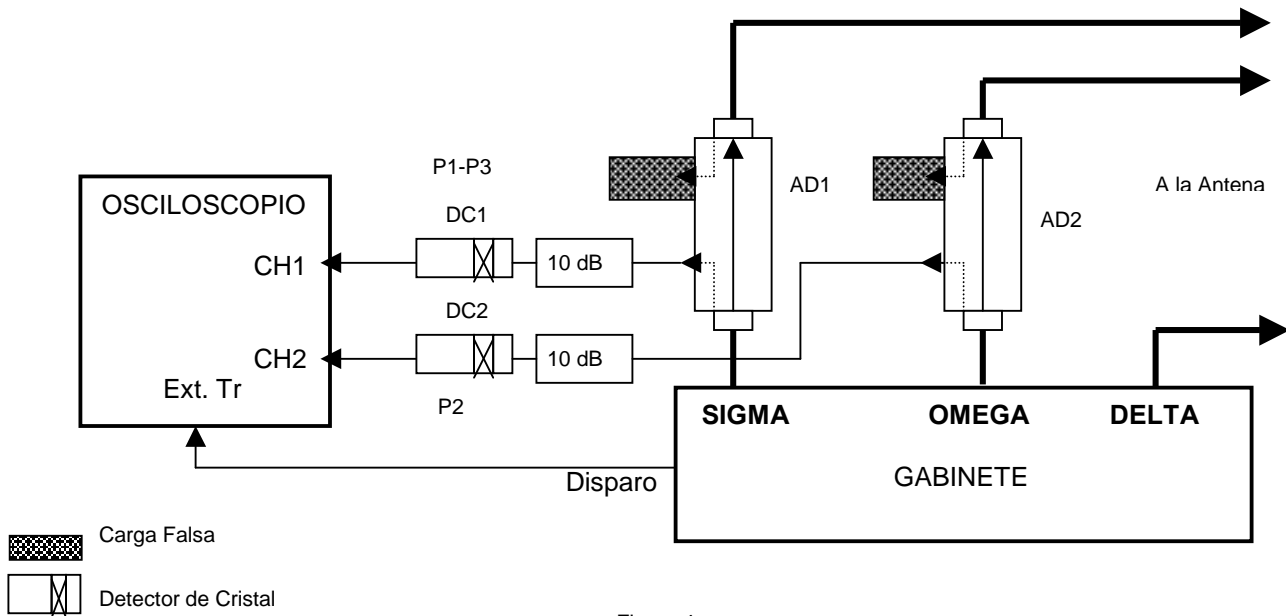


Figura 4

3. Seleccionar el Equipo 1 como ON-LINE, activar la transmisión y desactivar el STAGGER.
4. Medir el tiempo entre los puntos medios del flanco de subida de P1 y P3 para el modo 3/A y anótelo.
5. Medir el tiempo entre los puntos medios del flanco de subida de P1 y P3 para el modo C y anótelo.
6. Medir la duración de P1 y anótela
7. Medir la duración de P2 y anótela.
8. Medir la duración de P3 y anótela
9. Medir el tiempo entre los puntos medios del flanco de subida de P1 y P2.
10. Seleccionar el Equipo 2 como ON-LINE y repita los pasos del 4 al 9.
11. Cortar la transmisión.
12. Normalizar el Equipo.

**Procedimiento utilizando el Método de Medición Indirecta:**

1. Instalar el arreglo que consiste de la antena direccional de alta ganancia para la banda que cubre las frecuencias de las interrogaciones de radar de 1030MHz y el analizador de espectro. El arreglo se instala en la torre de control o en cualquier otro punto cuya posición permita captar suficiente energía radiada y de preferencia en trayectoria de línea de vista y libre de obstáculos e interferencias y a un ángulo de elevación con respecto de la antena radar de aproximadamente 0° tal y como se muestra en el diagrama de la figura.

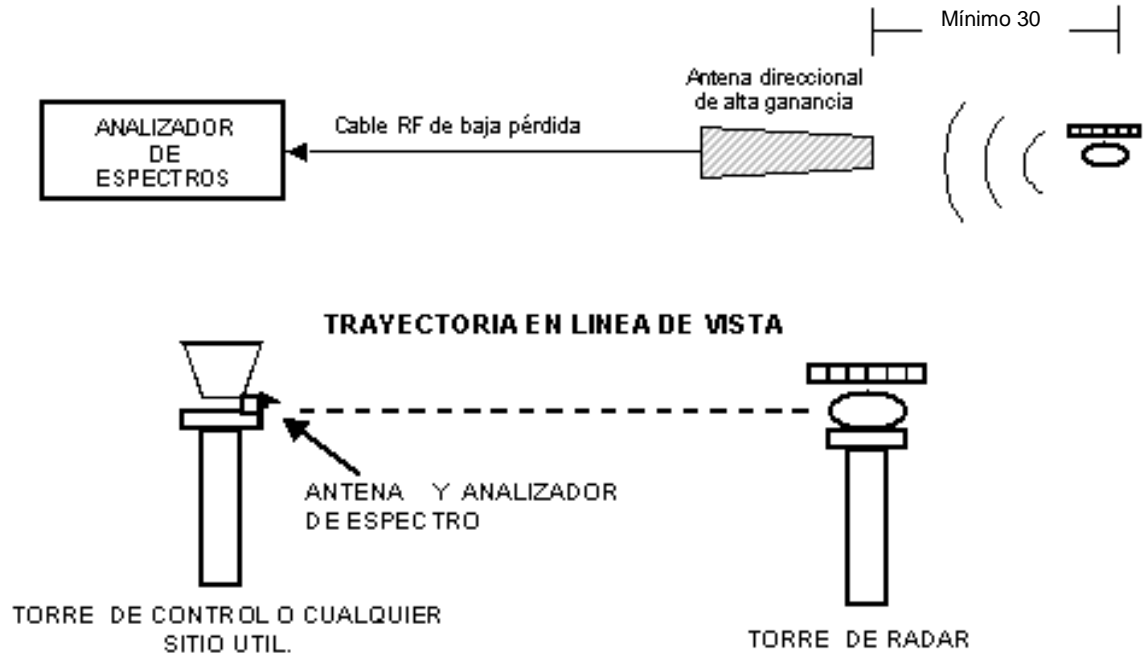


Fig. 5

2. Configurar el analizador para la medición de los modos de interrogación y la duración de los pulsos P1, P2 y P3.
3. Con el control de disparo por video del analizador de espectro, capturar una interrogación de modo A y medir la separación entre los pulsos P1 y P3. Capturar una interrogación de modo C y medir la separación entre los pulsos P1 y P3.
4. Medir la separación entre los pulsos P1 y P2.
5. Medir la duración de los pulsos P1, P2 y P3.
6. Medir el periodo entre dos interrogaciones sucesivas para determinar el PRT.

#### 4.3.4 Potencia

##### 4.3.4.1 CANAL SIGMA Y OMEGA CON 0 dB DE ATENUACIÓN:

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Espectros o Medidor de Potencia
- Acoplador direccional
- Un Atenuador de 30 dB
- Un Atenuador de 10 dB
- Cables RF1 y RF2
- Carga falsa de 20 W a 50Ω

##### Introducción:

Este procedimiento describe la medición de la potencia pico de los pulsos de SIGMA y OMEGA por separado. Se presentan dos procedimientos para hacer la medición la potencia de los pulsos, el primero incluye la utilización del acoplador direccional para tomar una muestra de la señal emitida a la antena; en el segundo se utiliza un atenuador de 40 dB que baja el nivel de la señal de SIGMA u OMEGA a un valor adecuado para introducirla al analizador de espectro, el cual está terminado a 50Ω. De cualquier modo, se deberá cuidar siempre que el nivel de señal que entra al analizador de espectro o al medidor de potencia, esté por abajo del límite permitido. En la figura 6 se muestra un sinóptico de la prueba. La señal atenuada se puede medir con el analizador de espectro o con un medidor de potencia promedio.

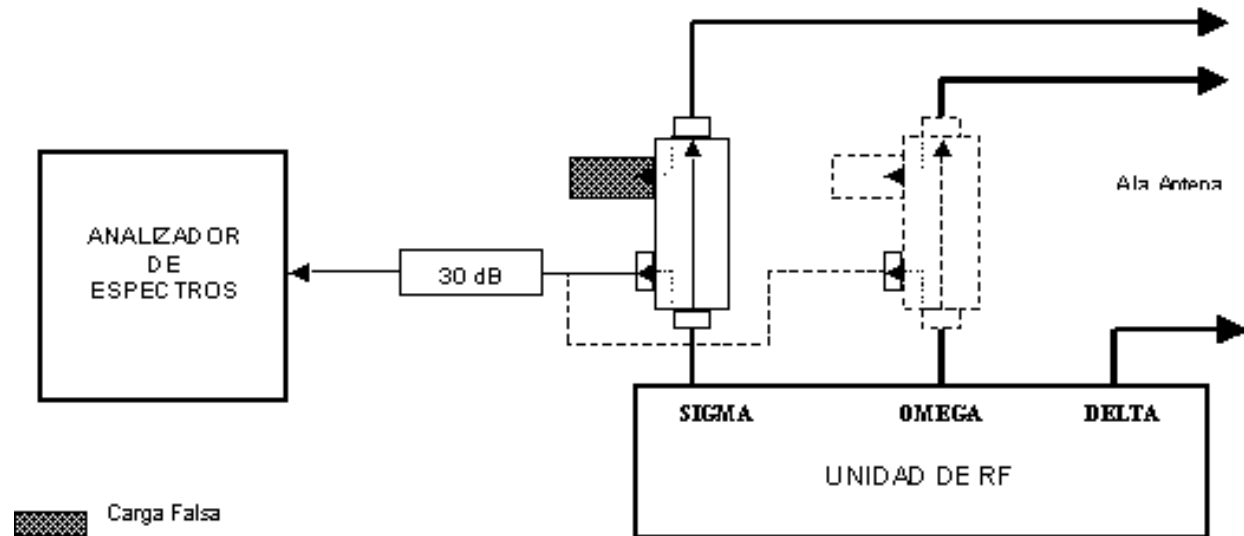


Fig. 6

**Procedimiento utilizando el acoplador direccional:**

1. Cortar la transmisión del Interrogador.
2. Configurar el Analizador de Espectro o Medidor de Potencia para la medición de la potencia.
3. Desconectar el cable de la salida SIGMA de la unidad de RF y conectarlo a la salida del acoplador direccional (terminal marcada como "DISPOSITIVO BAJO PRUEBA").
4. Conectar la salida SIGMA de la unidad de RF a la entrada del acoplador direccional a través del cable RF1.
5. Conectar la salida acoplada directa a la entrada de un atenuador de 30 dB y la salida de este a la entrada del analizador de espectro o bien al sensor del medidor de potencia, utilizando los cables RF1 y RF2.
6. Activar la transmisión.
7. Registrar el valor de la potencia pico para el canal SIGMA con 0 dB de atenuación programada.
8. Comprobar las atenuaciones provistas por el sistema para el canal SIGMA.
9. Cortar la transmisión.
10. Normalizar el canal SIGMA
11. Desconectar el cable de la salida OMEGA de la unidad de RF y conectarlo a la salida del acoplador direccional (terminal marcada como "DISPOSITIVO BAJO PRUEBA").
12. Conectar la salida OMEGA de la unidad de RF a la entrada del acoplador direccional a través del cable RF1.
13. Activar la transmisión.
14. Registrar la potencia pico para OMEGA con 0 dB de atenuación programada.
15. Comprobar las atenuaciones provistas por el sistema para el canal OMEGA.
16. Cortar la transmisión y normalizar el canal OMEGA.

**Procedimiento utilizando un atenuador de 40 dB:**

1. Cortar la transmisión del Interrogador.
2. Configurar el Analizador de Espectro o el Medidor de Potencia para la medición de la potencia.
3. Desconectar el cable de la salida SIGMA de la unidad de RF.
4. Conectar en serie los atenuadores de 30 y 10 dB para formar uno de 40 dB.
5. Conectar la salida SIGMA de la unidad de RF a la entrada del atenuador de 40 dB utilizando el cable RF1
6. Conectar la salida del atenuador de 40 dB a la entrada del analizador de espectro, utilizando el cable RF2.
7. Activar la transmisión.
8. Registrar el valor de la potencia pico para el canal SIGMA con 0 dB de atenuación programada.
9. Comprobar las atenuaciones provistas por el sistema para el canal SIGMA.
10. Cortar la transmisión.
11. Normalizar el canal SIGMA
12. Desconectar el cable de la salida OMEGA de la unidad de RF
13. Conectar la salida OMEGA de la unidad de RF a la entrada del atenuador de 40 dB utilizando el cable RF1.
14. Activar la transmisión.
15. Registrar el valor de la potencia de OMEGA con 0 dB de atenuación programada.
16. Comprobar las atenuaciones provistas por el sistema para el canal OMEGA.
17. Cortar la transmisión y normalizar el canal OMEGA.

**Procedimiento utilizando el Método de Medición Indirecta:**

1. Hacer el arreglo mostrado en la figura 5.
2. Configurar el analizador para la medición de potencia de los pulsos P1, P2 y P3
3. Medir la potencia pico de los pulsos P1, P2, y P3.

### 4.3.5 Sensibilidad, Selectividad y Eficiencia de la Ley STC o TVBC

#### 4.3.5.1 CANALES SIGMA, OMEGA y DELTA:

Equipo de Prueba utilizado:

- Generador de RF en Banda L con Generador y Modulador de Pulsos integrados.
- Analizador de Espectros
- Generador de Respuestas SSR (opcional)
- Osciloscopio (opcional)
- Cables RF1, VD1, VD2, VD3, VD4
- Conector T - BNC

#### Introducción:

El objetivo de esta prueba es medir el nivel mínimo de señal de RF en el cual el receptor es capaz de detectar los pulsos de video, determinar el ancho de banda de trabajo del receptor, así como también determinar la eficiencia de la Ley TVBC aplicada y comprobar la operación del extractor de video. En la figura 7 se observa el arreglo para hacer las pruebas.

Para alcanzar el objetivo, la prueba se divide en 3 fases:

**1ª Fase:** Inyectar un pulso de RF a 1090 MHz en las vías SIGMA, OMEGA o DELTA marcando el nivel de RF en la entrada de cada canal cuando el pulso de video detectado rebasa justo el nivel de ruido.

**2ª Fase:** Hacer un barrido en frecuencia de la señal de RF inyectada en cada canal para determinar el ancho de banda donde los pulsos detectados por el receptor disminuyen no más de 3 dB.

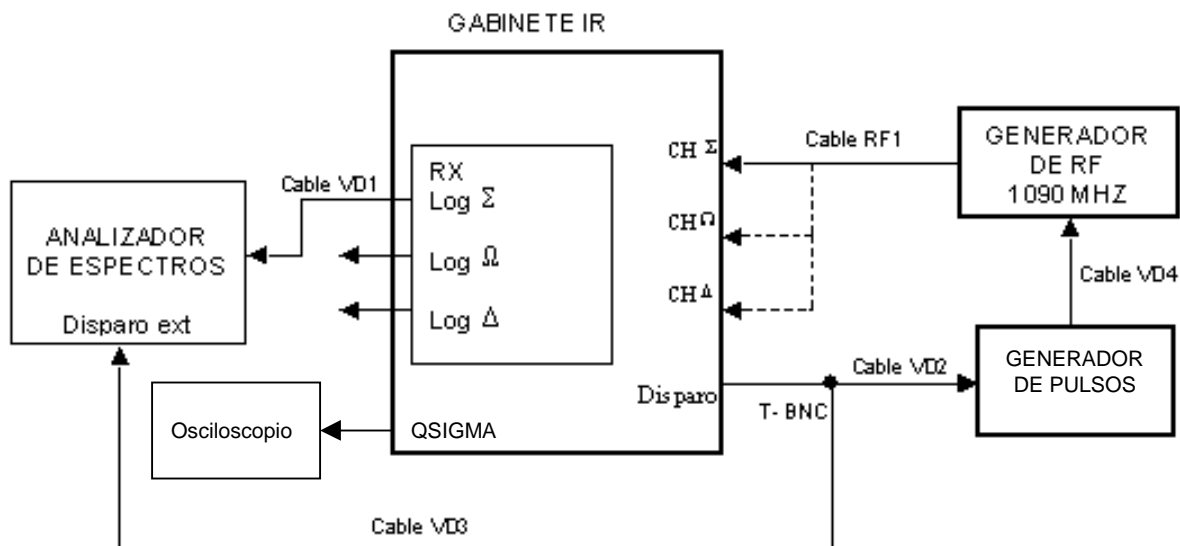


Fig.7

**3ª Fase:** Inyectar un pulso de RF a 1090 MHz en la vía SIGMA, detectar el umbral del pulso cuantificado (QSIGMA). Desplazar la curva STC o TVBC 5 dB y registrar el incremento en el nivel de RF necesario para recuperar el pulso cuantificado.

**Procedimiento de la 1ª Fase:**

1. **CORTAR LA TRANSMISIÓN DEL RADAR Y ASEGÚRESE DE NO ACTIVARLA YA QUE ESTO DAÑARÍA IRREMEDIABLEMENTE AL GENERADOR DE RF.**
2. Encender el generador de RF y cortar su salida. Ajustar los parámetros para obtener una frecuencia de señal de 1090 MHz, con un nivel de  $-60$  dBm. Configurar el generador de pulso (interno o externo), con un ancho de pulso de  $0.45 \mu\text{s}$  y un retardo de  $30 \mu\text{s}$ . El generador deberá ser configurado para activarse con el disparo del radar (disparo externo), es decir, el periodo será controlado por el radar.
3. Desconectar el cable de la vía SIGMA de la salida correspondiente en el gabinete y conectar ahí la salida del generador de RF utilizando el cable RF1.
4. Llevar la señal de disparo del radar con el cable VD2 a la entrada del Generador de Pulso y a la entrada de disparo externo del analizador de espectros simultáneamente, utilizando el conector T- BNC. Si el generador de pulso es externo, conectar su salida a la entrada de disparo externo del generador de RF con el cable VD4.
5. Conectar la salida de video logarítmico del canal SIGMA del receptor al Analizador de Espectros con el cable VD1. Se puede utilizar un osciloscopio para visualizar los pulsos, disparándolo externamente.
6. Configurar el Analizador de espectros o el osciloscopio para medir la sensibilidad del radar.
7. Activar la salida del generador de RF.
8. En la pantalla del Analizador u Osciloscopio deberá aparecer el pulso de video detectado por el receptor para el canal correspondiente. Si es necesario ajuste la configuración para ver perfectamente la señal.
9. Disminuya el nivel de la señal de RF inyectada a la entrada del receptor hasta que el nivel del pulso de video detectado rebase justo el nivel de la señal de ruido. El valor de RF mostrado en la pantalla del generador de RF será el valor de la sensibilidad del receptor para el canal SIGMA.
10. Continuar con la segunda fase para medir la selectividad del canal SIGMA y luego repetir ambas fases para los canales OMEGA y DELTA.

**Procedimiento de la 2ª Fase:**

1. Ajustar la salida del generador de RF para un nivel de  $-60$  dB.
2. Observar la señal de video detectada en el analizador de espectro o en el osciloscopio.
3. Disminuir el nivel de la salida del generador de RF en 3 dB y marcar el valor máximo del pulso de video observado, trazando una línea de referencia.
4. Aumentar el nivel de la señal de RF inyectada en 3 dB.
5. Hacer un barrido en frecuencia de la señal del generador de RF, partiendo de la frecuencia de 1090 MHz hacia ARRIBA hasta que el pulso de video alcance el nivel marcado en el punto 3. El valor indicado de frecuencia es el límite SUPERIOR del ancho de banda del canal.
6. Hacer un barrido en frecuencia de la señal del generador de RF, partiendo de la frecuencia de 1090 MHz hacia ABAJO hasta que el pulso de video alcance el nivel marcado en el punto 3. El valor indicado de frecuencia es el límite INFERIOR del ancho de banda del canal.
7. Continuar con la medición de la sensibilidad de los demás canales o bien pasar a la 3ª Fase.

**Procedimiento de la 3ª Fase:**

1. Asegurarse de tener conectada la salida del generador de RF al canal SIGMA.
2. Ajustar la salida del generador a un nivel de  $-60$  dB.
3. Observar la señal de video cuantificado (pulso QSIGMA) en el osciloscopio
4. Disminuir el nivel de la señal de RF hasta que el pulso desaparezca en el osciloscopio, regrese al nivel donde el pulso aparece nuevamente.
5. Aumentar el nivel de referencia de la curva TVBC en 5 dB.
6. Aumentar el nivel de la señal de RF del generador en 5 dB y compruebe la eficiencia de la Ley TVBC al aparecer el pulso cuantificado en el osciloscopio.
7. Terminada la prueba normalizar el sistema.

#### 4.3.6 RSLs

##### 4.3.6.1 No. Respuestas sin RSLs y No. Respuestas con RSLs:

Equipo de Prueba utilizado:

- Dispositivo utilizado para el Control Local de parámetros.
  - Monitor Radar
- 1- Desactivar el control de Supresión de Lóbulos Secundarios a la Recepción (RSLs).
  - 2- Realizar el procedimiento correspondiente en cada Sistema para contar el número de respuestas recibidas de un transponder, el número debe ser de 16 a 18 respuestas.
  - 3- Repetir el procedimiento activando el control RSLs del Receptor y anotar el número de respuestas. El valor debe ser de 9 a 11.

#### **4.4 EXTRACTOR**

El propósito de las pruebas del Extractor es evaluar la calidad de plots producidos por esta función del sistema radar.

##### **4.4.1 Off Line**

###### **4.4.1.1 Resultado:**

Equipo de Prueba utilizado:

- Dispositivo utilizado para el Control Local de parámetros.

1- Realizar la Prueba OFF LINE proporcionada por el sistema radar o ejecute el control provisto para realizar las pruebas de cada tarjeta del extractor.

2- Anotar el resultado.

##### **4.4.2 Plot de Prueba**

###### **4.4.2.1 Modo 3/A, Modo C, Azimut y Rango:**

Equipo de Prueba utilizado:

- Monitor de Visualización de Imagen Radar
- Dispositivo utilizado para el Control Local de parámetros.

1- Localizar el plot de prueba en la pantalla y anotar los valores de

- Modo 3/a
- Modo C
- Azimut
- Rango

2- En caso de no tener monitor de visualización, ejecutar el procedimiento provisto para listar los plots en proceso y localizar las respuestas del plot de prueba. Anotar sus valores.

##### **4.4.3 Transponder de Prueba**

###### **4.4.3.1 Modo 3/A, Modo C, Azimut y Rango:**

Equipo de Prueba utilizado:

- Monitor de Visualización de Imagen Radar
- Dispositivo utilizado para el Control Local de parámetros.

1- Localizar el plot del Transponder de Prueba en la pantalla y anotar sus valores de: Modo 3/A, Modo C, Azimut y Rango.

2- En caso de no tener monitor de visualización, ejecutar el procedimiento provisto para enlistar los plots en proceso y localizar las respuestas del plot de prueba. Anotar sus valores.

## 4.5 PROCESADOR

El Objetivo de las pruebas sobre el Procesador es conocer las estadísticas de procesamiento así como la calidad de los tracks enviados a los centros de explotación a través de los *front processors*.

### 4.5.1 Estadísticas

#### 4.5.1.1 Número de Plots Entrando, No. de Tracks, No de Tracks saliendo y Carga del CPU:

Equipo de Prueba utilizado:

- Terminal Local
- Sistema de Monitoreo y Control Remoto

1- Correr la prueba Estadística o de Medición sobre el Procesador y anotar los valores de:

- Número de Plots entrando: Cantidad de plots recibida por el procesador y que son candidatos para el *tracking*.
- Número de Tracks: Número de tracks procesador (creados y actualizados)
- Número de Tracks saliendo: Número de Tracks candidatos a salir de la función de *tracking* (posibles *cancell track*).
- Carga del CPU: Porcentaje de carga de trabajo del Procesador.

### 4.5.2 Mensajes de Radar L1 y L2

*Para realizar estas pruebas Refiérase a la Norma de Enlaces de Datos Radar emitida por la Dirección de Sistemas Digitales Aeronáuticos (DISDA). Las Pruebas realizadas en la Línea 1 (L1) también deberán hacerse en la Línea 2 (L2).*

#### 4.5.2.1 NOR 1 (Sincronía en la línea L1):

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Protocolos.

1- Ejecutar la prueba de sincronía de datos en la línea 1 y anotar la cantidad de mensajes afectados.

#### 4.5.2.2 NOR 2 (Nortes en la línea L1):

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Protocolos.

1- Ejecutar la prueba de cuenta de nortes sobre la línea de datos número 1 y anotar el número de mensajes nortes perdidos durante 5 minutos.

#### 4.5.2.3 NOR 3 (Sectores en la línea L1):

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Protocolos.
- 1- Ejecutar la prueba de monitoreo de secuencia de sectores en la línea 1 y anotar la cantidad de sectores perdidos durante 5 minutos.

#### 4.5.2.4 NOR 4 y 5 (Tracks en la línea L1):

Equipo de Prueba utilizado:

- Analizador de Protocolos.
- 1- Ejecutar la prueba de existencia de tracks en un sector seleccionado (sector crítico) en la línea 1.
- 2- Ejecutar la prueba de seguimiento de un track en la línea 1.
- 3- Anote el resultado.

## **4.6 SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO**

El propósito de las pruebas sobre el Sistema de Monitoreo y Control Remoto es verificar la coherencia de la información mostrada por el sistema al usuario con respecto al equipo supervisado.

### **4.6.1 Coherencia**

#### **4.6.1.1 Estado de Equipos:**

- 1- Generar una petición de datos al sistema radar para actualizar las pantallas del equipo de monitoreo y verificar la coherencia de la información desplegada.

#### **4.6.1.2 Configuraciones:**

- 1- Generar, desde el equipo remoto, cambio de equipo de Canal IR ON-LINE y/o cambio de Procesador ON-LINE. Verificar que esto ocurra coherentemente.

#### **4.6.1.3 Alarmas:**

- 1- De acuerdo al sistema propio, utilizar las herramientas proporcionadas para simular una alarma.
- 2- Verificar la aparición de la alarma en el sistema de monitoreo.

### **4.6.2 Mediciones**

#### **4.6.2.1 Extractor y Procesador:**

- 1- Realizar mediciones estadísticas con el sistema de monitoreo. Anote los resultados de número de plots, tracks y carga de trabajo y compare los resultados con el monitor de visualización de tracks (CDS, IRIS, SAVIR).

### **4.6.3 Reportes**

#### **4.6.3.1 Reporte Diario, Respaldo, Parámetros, Fallas:**

- 1- Según el sistema propio, verificar la operación de las herramientas que generan el:
  - Reporte Diario
  - Respaldo
  - Reporte de Parámetros
  - Reporte de Fallas.

## **4.7 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN**

El objetivo de estas pruebas es verificar la coherencia de la información gráfica entregada por el monitor de visualización.

### **4.7.1 Vídeo Crudo**

- 1- Verificar la presencia del vídeo crudo. Se puede quitar y poner el cable de vídeo para comprobar la operación del monitor. Si es posible utilizar un transponder de prueba, ajustar el código a 0000 y verificar la presencia de los pulsos de marco; ajustar el código a 7777 y verificar la presencia de todos los pulsos.

### **4.7.2 Plot de Prueba**

#### **4.7.2.1 Modo 3/A, Modo C, Rango y Azimut:**

- 1- Verificar la información del plot de prueba. Se pueden cambiar los parámetros del plot de prueba y comprobar que el monitor reporte los cambios. Anotar los resultados y las observaciones.

### **4.7.3 Track de Prueba**

#### **4.7.3.1 Modo 3/A, Modo C, Rango, Azimut:**

- 1- Verificar la información del track de prueba. Se pueden cambiar los parámetros del plot de prueba y comprobar que el monitor reporte los cambios. Anotar los resultados y las observaciones.

### **4.7.4 Transponder de Prueba**

#### **4.7.4.1 Modo 3/A, Modo C, Rango y Acimut:**

- 1- Verificar la información del track entregada por el monitor para el transponder de prueba. Se pueden cambiar los parámetros del transponder de prueba y comprobar que el monitor reporte los cambios. Anotar los resultados y las observaciones.

#### 4.8 REPORTE DE LRU CON FALLA

El objetivo de la tabla “Reporte de LRU con Falla” es mostrar qué módulos del radar tienen falla y no permiten ejecutar el mantenimiento preventivo, así como conocer cuando inició la falla y dónde se encuentra el módulo dañado.

**SISTEMA:** Indica a qué sistema pertenece el Equipo que tiene la LRU con falla.

**EQUIPO:** Nombre del equipo que tiene la LRU con falla.

**LRU:** Nombre de la Unidad Reemplazable en Línea (Mínima Unidad Reemplazable) con falla. En algunos casos se podrá anotar el código de la Unidad reportada por la terminal local.

**INICIO DE FALLA:** Fecha y Hora del Inicio de falla.

**UBICACIÓN:** Indica dónde se encuentra la LRU con falla (Ej. En el sistema, en reparación, en reserva, etc.)

**OBSERVACIONES:** Indicaciones detalladas del estado de la LRU.

## **APÉNDICE A**

# **MEDICIONES DEL PATRON DE RADIACION PARA LOS RADARES SECUNDARIOS**

**1. CONFIGURACION DE LOS PARAMETROS DEL ANALIZADOR DE ESPECTRO PARA OBTENER LOS PATRONES DE RADIACION.**

Para el patrón de radiación se implementa como detector de campo, un arreglo compuesto de un Analizador de espectro marca HP modelo 8592B configurado en el dominio del tiempo y conectado a una antena direccional de alta ganancia para la banda que cubre las frecuencias de las interrogaciones de radar de 1030MHz. El arreglo se instala en la torre de control o en cualquier otro punto cuya posición permita captar suficiente energía radiada y de preferencia en trayectoria de línea de vista y libre de obstáculos e interferencias y a un ángulo de elevación con respecto de la antena radar de aproximadamente 0° tal y como se muestra en el diagrama de la figura 8. La base de tiempo del analizador se ajusta a un barrido de 4 segundos para que cada giro de antena radar equivalente a 360° sea representado por cada barrido horizontal completo sobre la gráticula del analizador de espectro. La configuración o SETUP de los parámetros del analizador se reproduce a continuación:

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| • FRECUENCIA CENTRAL:            | <b>FC = 1030 MHz.</b> |
| • RESOLUCION DEL ANCHO DE BANDA: | <b>RBW = 3MHz.</b>    |
| • ANCHO DE BANDA DE video:       | <b>VBW = 1MHz</b>     |
| • SPAN:                          | <b>SP = 0 Hz.</b>     |
| • BARRIDO:                       | <b>SWP = 4 SEG.</b>   |
| • NIVEL DE REFERENCIA:           | <b>REF = 0 dBm.</b>   |
| • ATENUACION, Atten:             | <b>ATT = Mínima</b>   |
| • ESCALA:                        | <b>dB/div = 10 dB</b> |

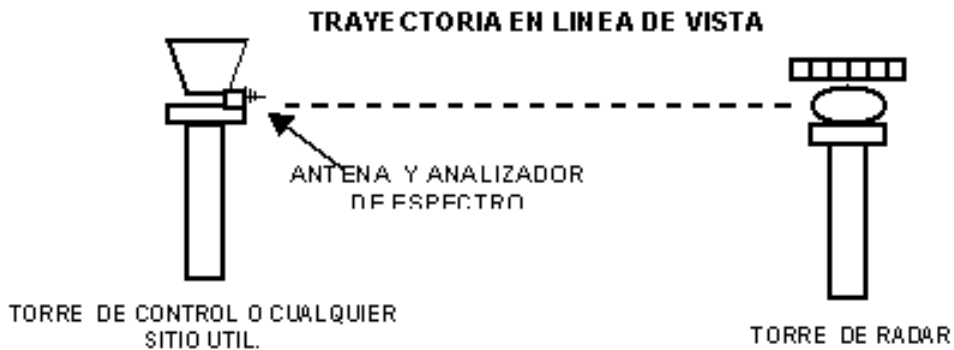


Fig.8

## 2. MÉTODO PARA OBTENER LOS PATRONES DE RADIACIÓN

### Procedimiento:

1. Con el analizador de espectro se registra el patrón de radiación de la antena secundaria operando de manera normal. El resultado se muestra como la superposición de los patrones de radiación  $\Sigma$  y  $\Omega$  simultáneamente. En la figura 8 se muestra un ejemplo del patrón de radiación típico de un radar secundario. En caso de encontrarse anomalías (como se muestra en los patrones de radiación de las figuras 9 a 16) se deberá llevar a cabo el procedimiento para la obtención de los patrones de radiación  $\Sigma$  y  $\Omega$  separados como se indica a continuación:
2. Se apagan ambos equipos y se conecta una carga falsa a la vía  $\Omega$  a la salida del relevador de RF del canal B en lugar del cable de antena. (se puede ocupar la carga falsa de  $\Sigma$  para el TX B que estará apagado durante la prueba)
3. Se transmite solo el patrón de radiación de  $\Sigma$  con el equipo A prendido.
4. Se registra el patrón de radiación  $\Sigma$ .
5. Se apaga el equipo A y se conecta la carga falsa a la vía  $\Sigma$  en la salida del relevador de RF en lugar del cable de antena, y el cable de antena de  $\Omega$  se normaliza.
6. Se transmite solo el patrón de radiación  $\Omega$  con el equipo A prendido.
7. Se registra el patrón de radiación  $\Omega$ .
8. Se repite el mismo procedimiento para el equipo B.
9. Se normaliza la transmisión del radar.

### 3. MUESTRAS DE LOS PATRONES DE RADIACIÓN

La figura 9 muestra la forma del patrón de radiación con las componentes de SIGMA y OMEGA de una estación de radar secundario. Se observa perfectamente la forma del lóbulo principal con una amplitud de  $-1$  dBm. También se observa la simetría del patrón y la relación de amplitud entre el lóbulo principal y la energía distribuida en los  $360^\circ$ .

La potencia de transmisión del radar que genera este patrón es de  $+63$  dBm, medidos con el método directo. La muestra del patrón se hizo a una distancia de  $1$  km y se puede considerar, que según las condiciones de la medición indirecta, que la distancia entre el radar y el equipo de prueba más la ganancia de la antena receptora y la atenuación de entrada del analizador proporcionan una atenuación total fija de  $64$  dB. Cualquier variación de la potencia medida en el analizador o deformación del patrón, serán una indicación segura de que hay problemas en el sistema de radar.



Fig.9 PATRON DE RADIACION PARA LA TRANSMISION “ $\Sigma$ ” Y “ $\Omega$ ”.

En la figura 10 se observa un patrón de radiación con problemas. Se observa que la radiación en la parte posterior de la antena muestra un nivel considerablemente alto. Mientras que el lóbulo principal tiene un nivel de  $-29$  dBm, el lóbulo a  $180^\circ$  tiene  $-42.1$  dBm, sólo  $13$  dB abajo. Esto indica un problema ya que la diferencia, según la figura 9, debe ser por lo menos de  $17$  dB.

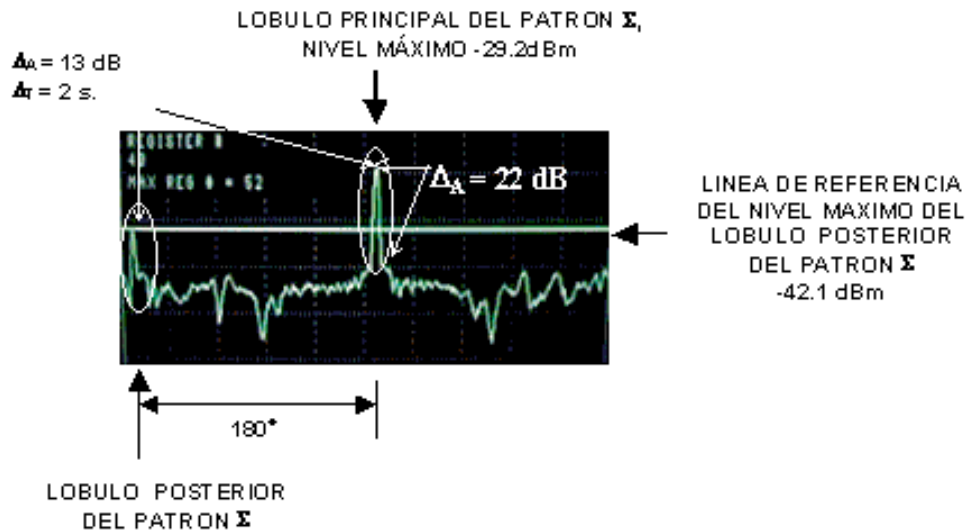


Fig.10 PATRÓN DE RADIACIÓN CON PROBLEMAS EN LA TRANSMISIÓN SIGMA Y OMEGA

En la figura 11 se muestra el patrón de radiación con la señal del canal omega. Se observa el perfil del patrón y se puede referenciar al nivel de amplitud del lóbulo posterior radiado a 180° del lóbulo principal, que se muestra en la figura 10. Se determina que la energía radiada a 180° del lóbulo principal de SIGMA pertenece también a SIGMA y dado que el patrón omega es menor que éste lóbulo “lateral”, el radar presenta problemas de tracks reflejados a 180° de su posición real.

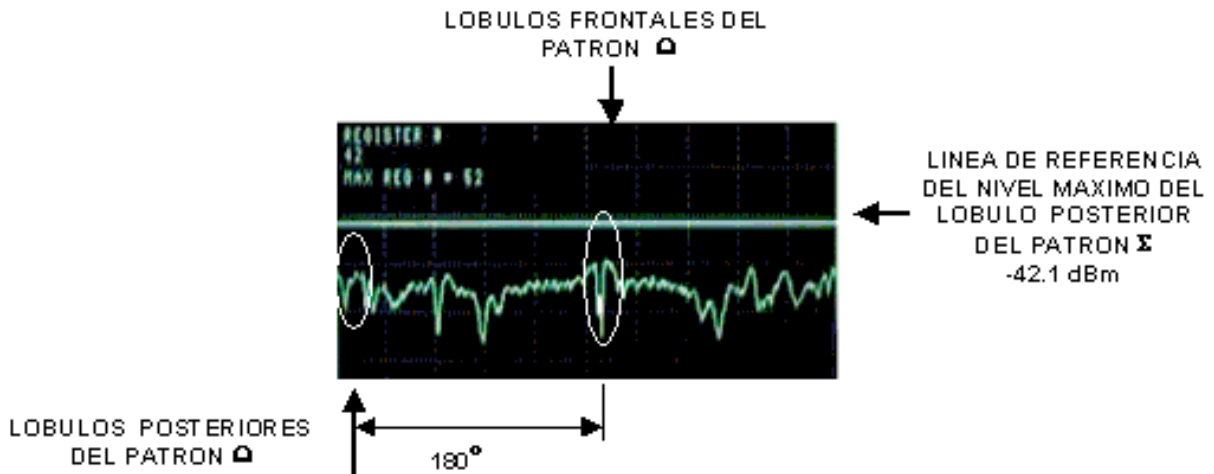


Fig.11 PATRÓN DE RADIACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE OMEGA

En la figura 12 se observa el patrón de radiación y se determina que a 180° del lóbulo principal, la antena está radiando energía que provoca el procesamiento de falsos plots. El lóbulo radiado en la parte posterior del lóbulo principal tiene una amplitud mayor al lóbulo de control, lo que provoca que lleguen respuestas “válidas” al extractor de video en una dirección equivocada para el transponder que generó tales respuestas.

En éste caso, la causa del problema fue el malfuncionamiento de los reflectores de las columnas de la parte central de la antena que permitieron radiar la energía hacia atrás en lugar de hacia delante.

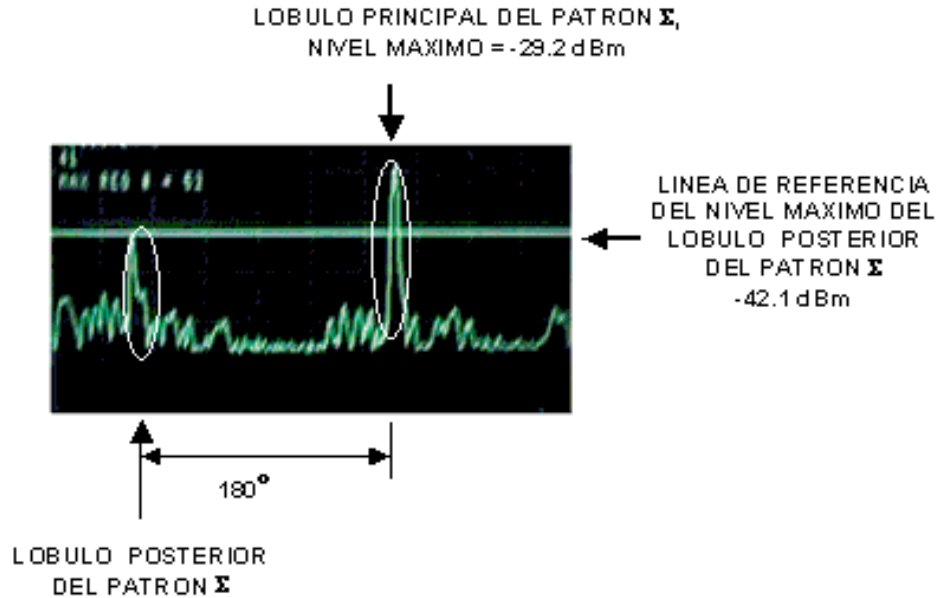


Fig.12 PATRÓN DE RADIACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE SIGMA

En la figura 13 se observa la radiación de un patrón de radiación que también tiene problemas. Sin embargo la presentación no muestra ninguna anomalía, aparentemente. Es necesario separar la radiación de los canales SIGMA y OMEGA para hacer un mejor análisis. En la figura 14 se observan los patrones  $\Sigma$  y  $\Omega$  por separado, y en la figura 15 se muestran ambos patrones sobrepuestos en un mismo plano.

Una vez que los patrones se empalman y de acuerdo a los colores que el instrumento de medición imprime a cada trazo, es posible ver como algunos lóbulos laterales de SIGMA rebasan el nivel de OMEGA,

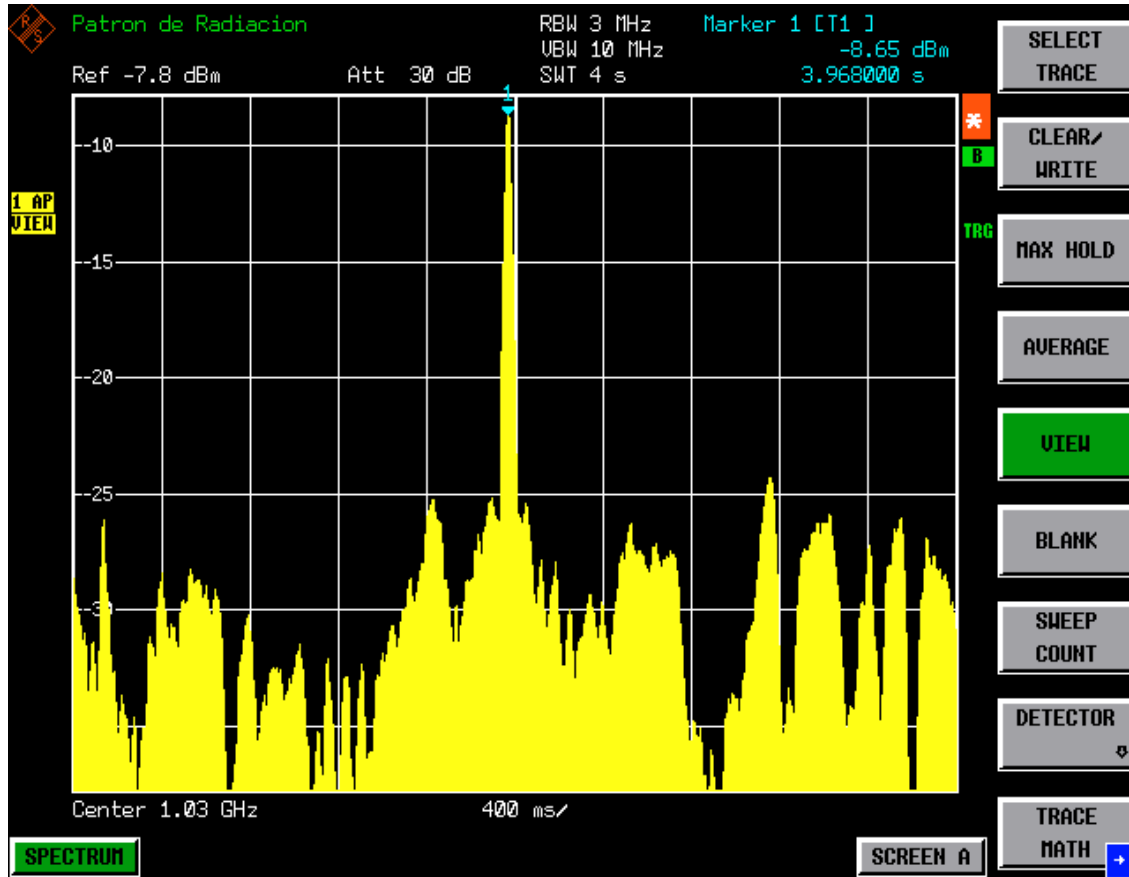


Figura 13. PATRÓN DE RADIACIÓN SIN PROBLEMA APARENTE

ocasionando que los aviones contesten indebidamente a las interrogaciones hechas por estos lóbulos, provocando el procesamiento de plots falsos.

En la figura 16 se observa el trazo de un patrón OMEGA de una radiación normal, empalmado con los patrones de la figura 15. De la comparación podemos determinar la deformación que presenta el patrón OMEGA, de hecho, en la zona de afectación, la señal de OMEGA se cancela y se acumula a la derecha y la señal de SIGMA se expande, incrementando el valor de los lóbulos laterales.

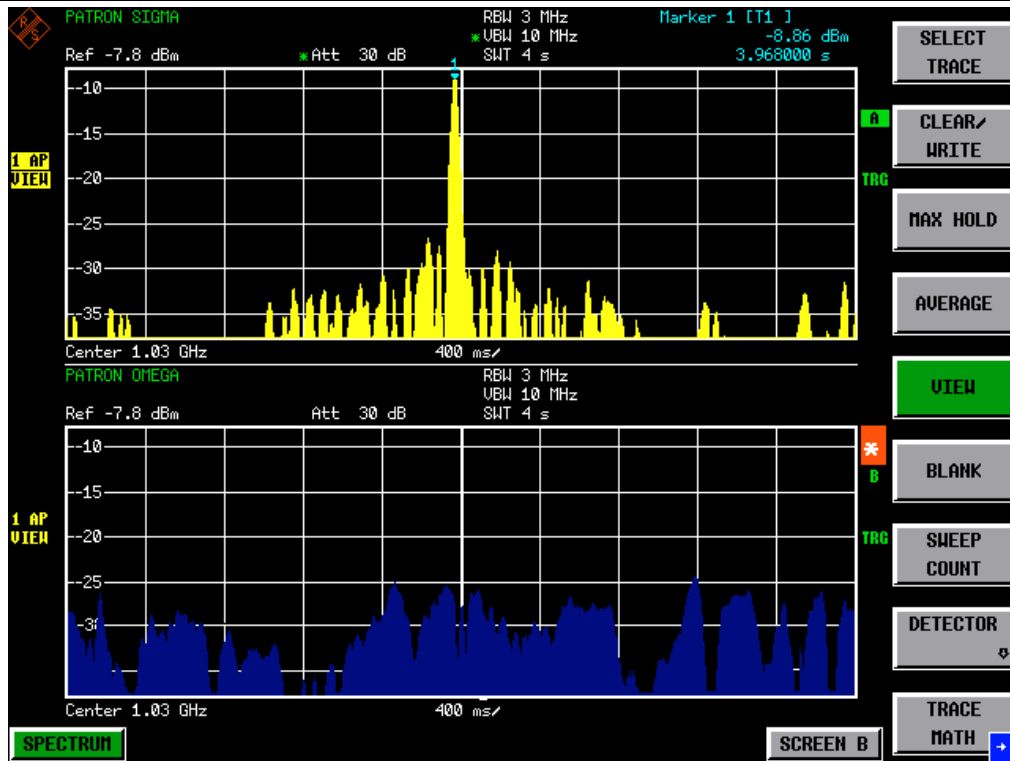


Figura 14. PATRONES DE SIGMA Y OMEGA POR SEPARADO

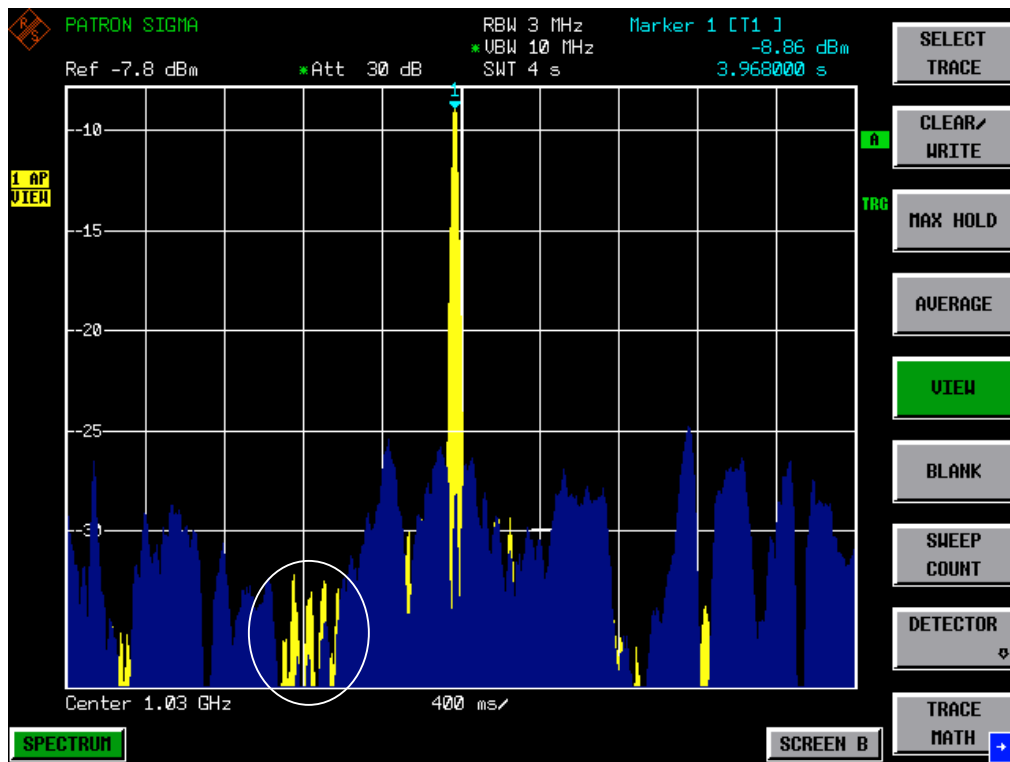


Figura 15. PATRONES DE SIGMA Y OMEGA

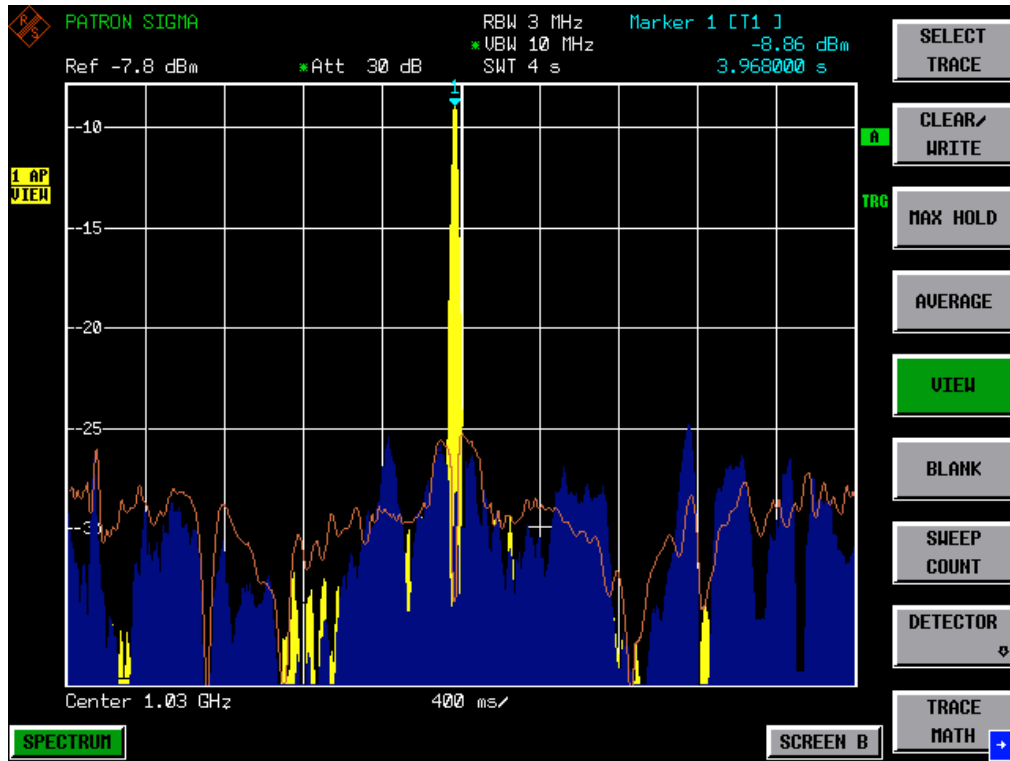


Figura 16. UN PATRÓN OMEGA NORMAL SOBRE LOS PATRONES SIGMA Y OMEGA CON PROBLEMAS

## **APÉNDICE B**

# **SECUENCIA DE PRUEBAS DE RF**

Cuando se realizan las pruebas del mantenimiento semestral correspondientes a la parte de Radiofrecuencia de los diferentes equipos de un radar secundario, es recomendable que se apliquen de manera seriada para evitar al máximo la manipulación de las conexiones entre el equipo de prueba y el radar, además de que se optimiza el tiempo autorizado para hacer las pruebas.

Esta secuencia se ha obtenido de la aplicación en la práctica de los mantenimientos y es una aportación del Ing. Ricardo González Reynoso de la Estación Radar LGS.

## **MEDICION DE POTENCIA Y ROE**

La medición de la ROE se recomienda que se realice utilizando un generador de RF para inyectar señal a las líneas de transmisión y la antena, sin embargo en los casos en que no se cuente con un generador, la prueba se puede hacer utilizando la misma señal de interrogación generada por el sistema radar. La secuencia mostrada a continuación utiliza este criterio.

1. Medición de potencia incidente en la vía SIGMA:

- a) Canal A
- b) Canal B

2. Medición de la potencia reflejada de SIGMA en un sólo canal:

De preferencia en el que se tenga mayor potencia incidente. Con lo anterior cubrimos potencias incidentes y cálculo de la ROE en la vía SIGMA.

3. Medición de potencia incidente en la vía OMEGA:

Si contamos con un segundo acoplador direccional del cual podamos extraer la muestra incidente y reflejada dejamos el primer acoplador en el canal sigma para lecturas posteriores de la lógica de pulsos. (no olvidar cargar las muestras a 50 ohms)

- a) Canal A
- b) Canal B

4. Medición de potencia reflejada en la vía OMEGA en un sólo canal (mismo criterio que en el punto 2)

5. Medición de potencia incidente en la vía DELTA:

- a) Canal A
- b) Canal B

6. Medición de potencia reflejada en la vía OMEGA en un sólo canal (mismo criterio que en el punto 2)

**LOGICA DE PULSOS, SENSIBILIDAD, SELECTIVIDAD Y LEY STC ó TVBC:**

7. Medición de la lógica de pulsos
  - a) canal A
  - b) canal B
8. Medición de sensibilidad del canal Sigma en RX "A", enseguida medición del ancho de banda de Sigma en RX "A".
9. Cambio de equipo. Medición de sensibilidad del canal Sigma en RX "B", enseguida medición del ancho de banda de Sigma en RX "B"
10. Comprobar la ley STC ó TBVC en Sigma del RX "B"
11. Cambio de equipo y comprobar la ley STC ó TBVC en Sigma del RX "A"
12. Medición de sensibilidad del canal Omega en RX "A", enseguida medición del ancho de banda de Omega en RX "A"
13. Cambio de Equipo. Medición de sensibilidad del canal Omega en RX "B", enseguida medición del ancho de banda de Omega en RX "B"
14. Medición de sensibilidad del canal Diferencia en RX "B", enseguida medición del ancho de banda de Diferencia en RX "B"
15. Cambio de Equipo. Medición de sensibilidad del canal Diferencia en RX "A", enseguida medición del ancho de banda de Diferencia en RX "A"
16. Continuar con la revisión de cada canal de la frecuencia de interrogación, así como la prueba RSLS.

## APÉNDICE C

# FORMATOS DE REGISTRO