# LA LUNA UN POCO MAS CERCA

Tercera parte

Juan Antonio Fernández Montaña EA4CYQ

Este artículo pretende dar continuación a los ya publicados en esta revista en Octubre y Noviembre de 2014.

En esta tercera entrega pretendo describir todas piezas del puzle, que una instalación de EME puede tener instalado entre el conector de la antena y el conector de nuestros equipos. Me voy a concentrar en el "hardware", o sea en la forma de conectar los relés y que tipos de relés podemos utilizar, para poder trabajar con altas potencias y un LNA, sin que nada se estropee (con permiso de Murphy).

Como en los artículos anteriores me centraré en la banda de 144MHz enfocado a EME, pero es perfectamente extrapolable a otras bandas más altas y por supuesto, a una estación para comunicaciones terrestres optimizada.

## 1.- LNA (Low Noise Amplifier)

Conocidos también como "Previos", tienen mucha importancia y son siempre polémicos por la cantidad de características eléctricas que poseen, todas relevantes, así que trataré de ellos más profundamente en un próximo artículo. Por ahora lo único que quisiera dejar claro es que es un elemento muy sensible, y me voy a fijar en dos características:

- Se tiene asumido que para que no se estropee no deben llegarle a sus conectores de entrada y salida, más de 1 Milivatio, o sea como mucho 0.001W.
- Hay que evitar todos los transitorios posibles (espúreas, picos, estáticas), tanto en los conectores de antena como en el conector de alimentación.

No suelen estar preparados para estar a la intemperie, y como ya veremos que tienen que estar lo más cerca posible de la antena, casi siempre hay que instalarlos dentro de cajas estancas.

Se pueden encontrar LNAs con los relés incluidos en un conjunto, pero son pocos los fabricantes que tienen este producto, que soporte 1kW y que conmuten por detección de RF. Al final la opción más económica y duradera es comprar el LNA sin relés y utilizar relés externos y secuenciador para la conmutación.

La alimentación del LNA y los relés desde el cuarto de radio no se suele hacer a través del coaxial de RX o TX, aunque algunos LNAs lo permitan. En EME por las altas potencias y bajas pérdidas en las líneas de RX, siempre se alimentan por una línea aparte. Es importante utilizar

para la alimentación de CC un cable coaxial, aunque sea un RG58 e intentar poner antes del LNA algunas ferritas. Toda precaución ante inducciones, transitorios y RF será bien venida, en las líneas de alimentación de CC a dispositivos situados en la torre.

En la FOTO1, podéis ver una caja de intemperie donde está instalado el relé de aislamiento de las líneas de RX y TX, así como el LNA con las ferritas para ambos dispositivos.



## 2.- AMPLIFICADORES

Como hemos visto en los artículos anteriores, parte de las pérdidas en ir y volver a la Luna se compensan con potencia por ambas partes, de no ser así se necesitarían antenas enormes, como 8 o 16 antenas enfasadas. Para poder trabajar con 2 ó 4 antenas enfasadas necesitaremos al menos 350W. La potencia estándar utilizada y que nos servirá de referencia es de 1kW, aunque hay estaciones que utilizan hasta 2.5kW, por encima de esta potencia la descompensación entre el RX y el TX es tan grande que no tiene sentido su uso.

En amplificadores nos podemos encontrar 3 tecnologías:

Amplificadores a válvulas: Estos han sido los únicos capaces de conseguir altas potencias durante muchos años, los más conocidos utilizan: 2x4CX250B, GS31B, GS35B, 8877, GU-84B, 3CX1500, etc. Todavía se fabrican y están en uso, tanto comerciales como "home made". Son fiables y robustos, siendo casi los únicos inconvenientes su peso, tamaño y el usar Fuentes de Alimentación a tensiones elevadas, 1000V y superiores.

<u>Amplificadores MOSFET</u>: Esta tecnología ya es de estado sólido (SSPA: Solid State Power Amplifier) y utiliza transistores de la serie MRF en paralelo hasta conseguir la potencia deseada, suelen estar alimentados a 48VCC. Estos amplificadores han sido siempre delicados en los ajustes (transistores pareados) y sensibles a sobreexcitaciones o alta SWR, por lo que necesitaban circuitos de protección apropiados. Todavía hay firmas comerciales que los fabrican, sacando nuevos modelos.

Amplificadores LDMOS: Esta es la última tecnología dentro de los SSPA y todavía no ha sido completamente desarrollada, utiliza 48VCC. Está abaratando la construcción de estos amplificadores, caracterizándose por que una pareja de LDMOS es capaz de conseguir 1kW. Son muy robustos y cada vez se desarrollan mejores circuitos de protección (más rápidos). No tiene ninguno de los tres inconvenientes de las válvulas, por lo que todo son ventajas y en contra de lo que piensan algunos, tienen una radiación limpia y son robustos. Solo hay que tener precaución con la F.A. conmutada que instalemos, pues es fácil que creen interferencias en la recepción.

Las tres tecnologías funcionan correctamente, siendo las válvulas y los LDMOS los más utilizados, todo dependerá de la oportunidad y recursos de cada uno.

Estos equipos suelen venir completos, con relés para la conmutación y bypass, así como la Fuente de Alimentación integrada. Aunque ya veremos en los diferentes esquemas de conexión que propongo que se pueden utilizar las Unidades de Potencia sin relés, lo cual abarata la instalación y obtenemos los mismos resultados. Lo único que perdemos es la opción de bypass del amplificador.

## 3.- CABLES COAXIALES Y CONECTORES

En relación a las pérdidas de estos accesorios lo comentaré en el siguiente artículo, aquí solo os quiero hacer referencia a la potencia que soportan y a sus consideraciones mecánicas.

<u>Conectores</u>: Hay que dejar claro que los conectores tipo "PL" no tienen cabida en 144MHz, cuando hablamos de una estación seria de alta potencia, aunque hoy en día se fabrican con una estanqueidad y fiabilidad de conexión similar a los "N". Para la parte de RX son perfectamente validos los conectores más pequeños, que no tienen que soportar potencia, y además tienen bajas pérdidas, como los conectores "SMA", "BNC", etc.

Pero en la rama de TX, sobre todo entre el amplificador y las antenas, el conector "N" es el rey, por estanqueidad, robustez, potencia, fiabilidad, etc. Solo comentaros que tenéis que comprobar sus características, pues he encontrado primeras marcas para cables serios como ½" que no soportan 1kW. Así que hay que ver siempre los data-sheet del fabricante, tanto en sus características como las instrucciones de montaje, pues cada fabricante tiene sus medidas para un correcto ensamblaje.

También comentar que hay que evitar todo tipo de transiciones, sobre todo las acodadas, porque se ha constatado un gran número de fallos y grandes pérdidas incluso en recepción. Sin embargo los conectores acodados son perfectamente utilizables.

<u>Cable Coaxial</u>: En estas bandas nos tenemos que olvidar de las líneas paralelas utilizadas en HF para llegar de las antenas a nuestros equipos. En cuanto a pérdidas, que trataré en el siguiente artículo, hay que echar dinero y elegir siempre el mejor cable que nos podamos permitir.

Entre las antenas y el LNA, que es la parte común de RX y TX, cada 0.1dB es ORO, aquí no podemos escatimar, como ya os demostraré.

En la rama de RX después del previo, cualquier coaxial con bajas pérdidas nos valdrá, aunque es importante elegir cables con "doble malla" para conseguir un mejor aislamiento, mínimo un RG214 (es similar al RG213, pero con doble malla).

En la rama de TX, sobre todo desde el amplificador a la antena hay que evitar cables como el H2000, que andan muy justos en 144MHz con 1kW, el cable más ligero que podemos utilizar es el ECOFLEX 10, LMR400 o similares fabricados en España como el LAZSA 2.7-2.7 3048, que soportan 1.5kW en 144MHz. Lo ideal por robustez mecánica es utilizar cables de ½" hasta 1kW y 7/8" si vas a trabajar con potencias superiores o tienes longitudes considerables. Para atravesar el rotor, aunque se puede hacer con ½", no es aconsejable, pues hay que hacer una espiral de al menos dos vueltas y aun así sufre mucho mecánicamente. Se suele utilizar Ecoflex 15 o similar.

Comentaros también que hay algunos operadores que intentan evitar los conectores allá donde se pueda, para evitar sus pérdidas y puntos calientes. De esta forma suelen soldar directamente el cable coaxial al elemento excitado. Mi opinión personal es que la única forma de garantizar una transición de impedancia correcta es mediante conectores, que además te permiten, en un momento dado, poder desconectar para hacer comprobaciones, sustituciones, etc. sin tener que llevar un soldador de cierta potencia a lo alto de la torre.

## 4.- SPLITTER DE POTENCIA

Si vamos a enfasar varias antenas, nos veremos obligados a utilizar un splitter que soporte la potencia de nuestro amplificador. En el caso de enfasar solo dos antenas, que suele ser lo más utilizado en las expediciones, nos lo podemos ahorrar y hacer el enfase con dos cables de 75 ohmios de bajas pérdidas en múltiplos pares eléctricos y unirlos con una transición tipo "T".

Lo habitual es utilizar el clásico splitter de potencia, los hay cortos (con los conectores de antena en un extremo y el de salida en el otro), y largos (con 2 conectores de antena a cada lado y el de salida central). La elección viene condicionada por una cuestión mecánica en el montaje, para reducir la longitud de los coaxiales entre el splitter y las antenas.

Este tipo de splitter se puede encontrar en muchas casas comerciales, y al ser una cuestión mecánica es fácil de construir con esquemas que podemos encontrar en internet. Hay incluso programas de cálculo, según la impedancia que queremos adaptar podremos elegir los diámetros o secciones de los tubos a utilizar, así como sus longitudes.

Si vamos a trabajar con potencias superiores a 1kW, es importante considerar que el conector de salida, que es el que soporta toda la potencia, sea de 7/8" en lugar de "N".

La elección vendrá condicionada por nuestras preferencias mecánicas, pues los hay más robustos y con mejores acabados, ya que las pérdidas no difieren mucho.

## 5.- SPLITTER DE RX

En una instalación de EME se suele aprovechar el propio receptor que tiene el transmisor, el cual se conecta a una instancia del WSJT. Si nuestro receptor tiene salida de F.I. en 10MHz podremos instalar un SDR y conectarlo a una instancia del MAP65. MAP65 es un software que nos permite decodificar de forma simultánea todas las estaciones de EME, que somos capaces de recibir dentro del espectro asignado para este tipo de comunicaciones. En estas condiciones no nos hace falta el splitter de RX.

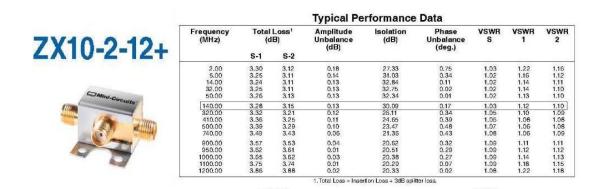
Pero en el caso de que necesitemos conectar un receptor clásico (con una instancia de WSJT) y un SDR (con una instancia de MAP65), entonces necesitaremos un splitter de RX.

Normalmente se procede a la modificación de nuestro transceptor para separar la RX de la TX en la banda que vamos a trabajar. Suele ser una modificación sencilla que podemos encontrar en internet, y con esto ya tenemos nuestro receptor clásico. En cuando al SDR hay muchos en el mercado, pero quizás el más difundido en EME por su bajo coste, gran margen de frecuencias, filtros específicos y grandes prestaciones, es el FCDPP (Funcube Dongle Pro Plus).

Un splitter de RX, con una entrada y dos salidas siempre presenta unas pérdidas de >3dB para cada una de las salidas. En el caso de ser de 3 salidas, presentará unas pérdidas de >6dB para cada una de las salidas. Los más utilizados son los de 2 salidas. Seguro que alguno está pensando que es una contradicción mirar cada 0.1dB y ahora perder >3dB de una atacada. Ya demostraré en el siguiente artículo que las pérdidas de RX después del LNA no son realmente significativas dentro de unos límites que marcaré.

Aparte de las pérdidas, hay otros datos relevantes de los splitters, uno de ellos es el aislamiento entre los puertos, que no es muy crítico, y otro el ancho de banda para el cual están diseñados, hay cientos de modelos. Algunos splitters de RX soportan cierta potencia (2W, 4W, etc.), para nuestra aplicación que es pura de RX, este dato no es significativo.

Por último indicaros que los splitter pasivos más utilizados suelen ser de minicircuits, puesto que están muy difundidos y es fácil encontrarlos de segunda mano. Yo utilizo los modelos ZFSC-2-1 (5 a 500 MHz) y el ZX10-2-12+ (2 a 1200 MHz). En la TABLA - 1 podéis ver las características de un splitter de RX, en este caso del ZX10-2-12+, en el cual he remarcado la línea relacionada con la banda de 140MHz.



## 6.- FILTROS DE RF O CAVIDADES

Esta pieza del hardware no es realmente imprescindible si vuestra estación está en un lugar libre de contaminación de RF...hi, hi, hi. ¿Quien vive en medio de una selva africana o del amazonas?. Estamos condenados a vivir en un mundo cada vez más contaminado de RF, así que tarde o temprano un filtro nos vendrá bien.

Como os comentaré en el siguiente artículo, nos vemos obligados a utilizar un LNA por dos razones fundamentales, para eliminar las pérdidas del cable de bajada y para mejorar el NF de nuestro receptor, que suele estar sobre 3 en los receptores comerciales. Pero como desventaja, tendremos que nuestro LNA amplifica TODO lo que está en su pasabanda, y por desgracia no es posible poner dentro de la caja de un LNA un filtro estrecho de 144MHz.

Casi todos los LNAs intentan poner algún filtro a la entrada de antena, aunque sea mínimo, pero este también influye en la figura de NF final.

La solución es instalar un filtro lo más estrecho posible a la salida del LNA, donde ya veremos que las pérdidas no son tan críticas. Yo tengo instalado una cavidad resonante de un repetidor de VHF ajustada a 144.200 MHz, la podéis ver en la FOTO 2. Aun así introduce unas pérdidas de unos 2dB. También le instalé unos relés de bypass para comprobar su efectividad.



Si alguno me preguntáis si es efectiva, os tengo que decir que en EME cada detalle que sume hay que tenerlo en cuenta. Aunque sume 0.05dB, es importante en la capacidad de decodificar una señal que ya nos llega 10dB por debajo del ruido.

## 7.- PROTECTOR DE RF A LA SALIDA DEL LNA

Si la instalación está bien hecha y tenemos separadas las líneas de RX y TX, este elemento no será necesario. Pero si no las tenemos separadas y trabajamos con grandes potencias, ante un fallo del secuenciador o del relé que hay antes del LNA pudiera ser que inyectemos al LNA RF. Si esto ocurre seguramente el LNA eche humo.

Para poder cubrir este fallo algunos proveedores disponen de un protector de RF, como el que podéis ver en la FOTO 3, En este caso es un circuito pasivo de muy pocas pérdidas de inserción, sobre 0.1dB y que absorberá 30W en FM o 50W en SSB. El equipo verá una ROE muy alta y se protegerá. Además este dispositivo permite el paso al DC de alimentación a través de él, en el caso de que alimentemos nuestro previo a través del coaxial, cosa que no suele hacerse en las instalaciones serias de EME.



## 8.- SECUENCIADOR

Es un elemento imprescindible cuando se trabaja con altas potencias. Es una placa electrónica con los siguientes conectores:

- Entrada de alimentación (generalmente 12V).
- Entrada de PTT (-) o masa (Es la que activa la secuencia en ambos sentidos).
- 3 o 4 salidas de contactos de relés, libres de potencial.

Lo normal es que tenga 3 salidas (PTT Emisora, PTT Ampli, (+) LNA), algunos tienen una cuarta salida para el manejo de transverters.

Lo más importante es que no puede haber nada que ponga en transmisión al equipo que no sea la salida de "PTT Emisora" del secuenciador. Si la propia emisora tiene un botón en el frontal que la pone en transmisión, hay que anularlo. Por lo tanto todos los interruptores, pedales, salidas digitales de PC, interfaces, micrófonos, etc. que tengan como misión poner en transmisión el conjunto, tienen que ir conectadas a la entrada de "PTT" del secuenciador.

Su nombre explica su funcionamiento, los relés de salida cambiarán de estado trabajo/reposo o viceversa secuencialmente, uno detrás de otro. Además entre los cambios de estados de los relés de salida siempre habrá una temporización, que suele ser entre 100 y 300 milisegundos.

Esto permitirá que los relés de RF tengan el suficiente tiempo para su propio cambio de estado.

En la TABLA - 2, se puede ver cómo actúa el secuenciador en el cambio de estados, pues en la transición es en donde está su función. Por lo tanto se representan el estado actual y el estado final, como cambian los valores de sus salidas y en que secuencia lo hace. Lo he representado con una temporización entre salidas de 100msg, pero este tiempo suele ser programable.

Es muy importante que en el diseño, ante una falta de la alimentación, nada quede energizado, aunque el PTT esté puesto a masa. También es importante que en TX, el relé del LNA esté desenergizado, pues si se diseña energizado, ante un fallo del relé, podría entrarle RF.

Hay diferentes fabricantes, esquemas, etc. los más antiguos normalmente se basaban en constantes de tiempo marcadas por condensadores, los más seguros suelen ser aquellos en que los propios relés tienen unos contactos que hasta que no se hacen no dan paso a la siguiente salida en la secuencia. Pero hay infinidad de diseños con constantes de tiempo marcadas por el conocido NE555, o por relojes internos de los tan laureados PICs.

## **SECUENCIADOR**

#### TRANSICIÓN DE RX A TX



#### TRANSICIÓN DE TX A RX



Todos han de tener en cuenta siempre un diseño inmune a la RF, con choque del tipo L200 y condensadores apropiados en todas las entradas. Hay que tener en cuenta que si falla, nos jugamos el LNA, el amplificador, o en el menor de los casos los contactos de los relés de RF.

## 9.- PUESTA A TIERRA

Aunque en los esquemas, por simplicidad, siempre se suele obviar, el tema de las Puestas a Tierra (PAT), es uno de los más importantes de una instalación y no quería pasar por alto sin hacer algún comentario.

Permitirme intentar explicaros como veo yo un rayo. Un rayo es una radiación de mucha energía y en un espectro de RF (ancho de banda), muy grande. Cuando cae cerca, es como si nos hubieran instalado una antena de muchos kW de potencia pero que emite en un ancho de banda enorme, durante un instante. Lo que se produce es un campo electromagnético de grandes magnitudes que intenta inducirse en todas las partes metálicas que encuentra a su paso. En un radio de unos 300m se pueden inducir cientos e incluso miles de voltios.

Una vez entendido como funciona, la única forma de protegerse ante un rayo cercano es tener todas las partes metálicas de nuestro sistema radiante conectadas entre sí con un cable de cobre, de al menos 50mm2 y bajar con este cable hasta la mejor PAT que podamos conseguir. En una vivienda unifamiliar, si está bien hecha, tendrá un anillo de cobre de 50mm2 con picas alrededor de la casa y unida a toda la estructura. Es importante cuando hagáis una casa tener en cuenta este detalle.



Es muy interesante que los cables coaxiales, antes de entrar al cuarto de radio, también estén conectados a la misma tierra, como se puede ver en la FOTO 4. Y si se puede añadir algún descargador como en la FOTO 5, pues mejor. Así están diseñadas las antenas de telefonía y aguantan estoicamente. Yo tengo algunos detalles adicionales, como trenzas de cobre bypaseando los rotores y rodamientos, para que un posible rayo no los atraviese y me entre por los cables de control o deteriore las partes móviles.



En Junio de 2015 cayeron 5 rayos seguidos a 100m de mis antenas (tengo el video, por si a alguien le interesa). A mi vecino, pared por medio, que tiene un solo mástil y una antena de TV, le reventaron 3 televisores, TDTs, radiorelojes, etc. A mí no se me averió nada. El vecino todavía no se explica, como con el sistema radiante que tengo instalado, no me saliera la casa ardiendo. Solo me dispararon los diferenciales de algunas líneas. ¿Suerte?, digo yo que algo influiría la PAT. Espero que nunca me caiga un rayo directo, pero si lo hace ahí sí que espero que la suerte me acompañe.

## 10.- RELÉS DE RF

Esta es una parte importante de nuestra estación de EME, que nos permitirá hacer la transición RX/TX y viceversa, sin que nada se deteriore.

Un relé de RF, de entre todas sus características, hay cuatro en las tenemos que concentrar más atención:

- Potencia que soporta
- Aislamiento entre conectores
- Pérdidas de inserción
- Tiempo de conmutación

Para entender mejor estos parámetros, en la TABLA - 3 están los datos reales de los 3 relés comerciales más utilizados, son del fabricante Tohtsu. Entendiendo sus características las podremos extrapolar a cualquier otro relé de RF que encontréis en el mercado. He elegido 3 relés conmutados de 12V, con conectores N en todos los puertos y sus características relacionadas con la banda de 150MHz, estas varían según la frecuencia. El CX-520D pone a masa el conector que queda abierto. Los otros dos son conmutadores normales. Podéis ver los esquemas en la FOTO 6.

### TABLA 3

RELÉ	POTENCIA	<u>PÉRDIDAS</u>	AISLAMIENTO	TIEMPO DE CONMUT.
CX-520D	300W	0.15dB	60dB	20ms
CX-600N	1000W	0.1dB	48dB	20ms
CZX-3500	1000W	0.1dB	65dB	20ms

El tiempo de conmutación, en los tres relés, es de 20ms en el caso más desfavorable, que suele ser en la energización, al tener que vencer el muelle. El paso de energizado a reposo suele ser inferior, del orden de 15ms.

Las pérdidas de inserción también son similares, entre 0.1dB y 0.15dB. Por lo tanto, en este caso, no será una característica crítica en su elección.

En cuanto a la potencia que soportan sus contactos en posición de cerrado, si es un dato relevante en un sistema de alta potencia, dos de ellos soportan 1000W y el tercero 300W. Aunque parezca obvio tengo que advertir que los relés de RF no están diseñador para abrir o cerrar sus contactos "en caliente", o sea con potencia aplicada en ellos. La conmutación se ha hacer "en frío", de no ser así sus contactos se dañarán, perdiendo sus características.

En referencia al aislamiento nos tenemos que detener un poco más, para entender la cifra que nos muestra. Aunque a veces nos cuesta asimilar, el dB siempre es una relación entre dos magnitudes.

Nuestro compañero EA3GCV en un artículo publicado en Mayo de 2015 en esta revista, me allanó mucho la forma de interpretar los dBs. De la tabla de EA3GCV he extraído tres valores típicos:

- 65dB: equivalen a una relación de potencia de 3.162.277,66
- 60dB: equivalen a una relación de potencia de 1.000.000
- 57dB: equivalen a una relación de potencia de 501.187,23
- 48 dB: equivalen a una relación de potencia de 63.095,73

Cuando un relé se utiliza para separar la línea de RX de la línea de TX, o si se utiliza para proteger un LNA, como veremos en esquemas posteriores, el aislamiento es un dato relevante. Está asumido que un LNA soportará 1mW en sus conectores sin quemarse, lo cual nos va a condicionar la elección del relé, como razono a continuación.

Si en un relé conmutador, en un conector tengo 1000W y el relé tiene un aislamiento de 60dB, en el otro conector aparecerá 1.000.000 de veces menos potencia, o sea, en el otro puerto aparecerá 1000/1.000.000= 0,001W, o lo que es lo mismo 1mW. Por lo tanto este relé lo podré utilizar para aislar mi LNA si utilizo 1000W y no se deteriorará, porque le llegará como mucho 1mW. Este es el caso del relé CZX-3500, que tiene un aislamiento todavía superior, de 65dB, o sea 0.001W x 3.162.277,66= 3162.27W

Fijaros que el CX-520D tiene un aislamiento de 60dB, y nos podría valer para esta función, pero cuidado, el fabricante nos dice que solo soporta 300W. Por lo tanto no lo podremos instalar a la salida del amplificador, a no ser que este sea solo de 300W.

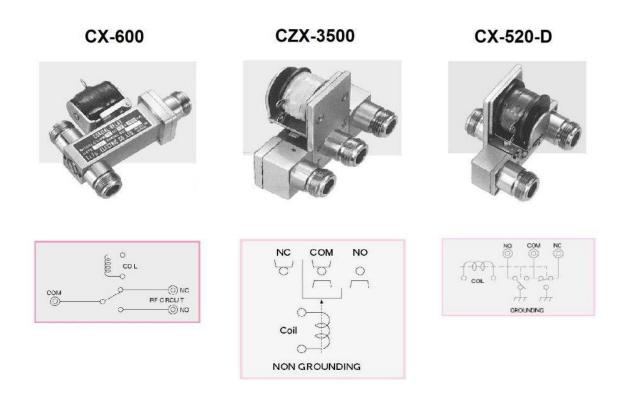
El CX-600, con un aislamiento de tan solo de 48dB, nos protegerá nuestro LNA solo cuando en el otro conector se encuentre con 0.001W x 63.095,73 = 63W. Sin embargo este relé soporta en sus contactos cerrados una potencia de 1000W. Este relé no lo debemos utilizar para aislamiento de un LNA, a no ser que trabajemos con potencias muy reducidas, a la entrada del amplificador.

Esto ahora nos parece un poco lioso, pero con los esquemas que os muestro a continuación entenderéis donde podemos encajar estas valiosas piezas, teniendo en cuenta las características que hemos descrito.

Comentar también que un relé de RF como cualquier otro, es mecánicamente una bobina que hace la función de electroimán, atrayendo su núcleo cuando está energizada. Cuando una bobina que está energizada, se desenergiza, se produce en bornes de ella una tensión de polarización opuesta a la que la alimentaba, con la intención de que la corriente que la atraviesa no desaparezca. Este efecto lo vemos en la realidad cuando en los contactos del interruptor que la abre se produce un pequeño arco o chispa. Este transitorio es muy importante, tanto que puede llegar a dañar u ocasionar el malfuncionamiento de la electrónica cercana, como el LNA, secuenciador, interferencias en los circuitos de audio, etc.

Para disminuir este efecto es importante que siempre conectemos un diodo en los mismos bornes de la bobina, polarizado inversamente con respecto a la tensión de alimentación (se

denomina "diodo volante"). Cualquier diodo rectificador de baja intensidad será válido. El fundamento es que la tensión de polarización inversa que aparece en los bornes de la bobina, cuando llega a la tensión umbral del diodo (que suele estar entre 0.4V y 0,6V), se cortocircuita a través de este, desapareciendo el arco o chispa en los contactos del interruptor, pulsador o relé que lo alimenta, evitando daños mayores en la electrónica circundante.



# 11.- ESQUEMAS DE CONEXIÓN ENTRE LA ANTENA Y LOS EQUIPOS

Ahora es cuando tenemos que montar el puzle, con todos los elementos que he descrito anteriormente. Como ya explicaré en un artículo posterior, el LNA debe ir lo más próximo a las antenas. Si es una sola antena, a ser posible, en el mismo elemento excitado. Y si son 2 o 4 antenas enfasadas, lo más próximo posible al splitter del enfase.

También comentar que el (+) de salida del secuenciador que alimenta al LNA, tiene que alimentar simultáneamente (en paralelo) a los relés que aíslen el LNA en sus dos extremos.

Todos los esquemas están representados en reposo, o sea sin alimentación en el secuenciador y relés. En este estado el conjunto queda con el LNA aislado en posición de TX. Este detalle es

importante, pues si a cualquier relé se le avería la bobina o el cable de alimentación, nunca quedará conectado hacia el LNA, y el LNA no se quemará.

Voy a dividir los esquemas de conexión en 3 tipos:

#### 11.1.- RECEPTOR Y TRANSMISOR NO SEPARADOS

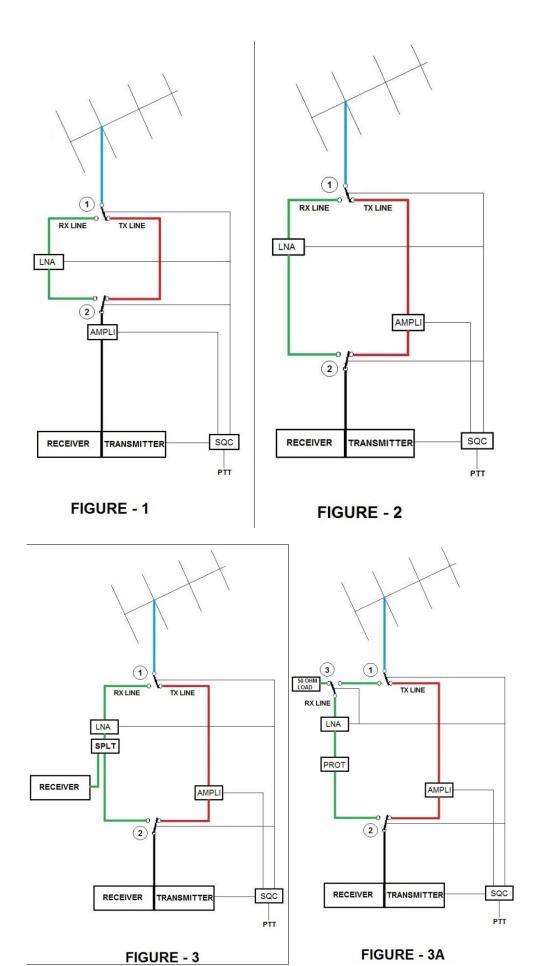
Esta es la casuística más común, es nuestra emisora tal y como viene de fábrica, es la más cómoda pero no la más segura. Como comentaré en el apartado 11.2.

- <u>ESQUEMA 1</u>: Es el montaje más sencillo, cuando nuestro LNA ya viene con sus propios relés. El fabricante ya nos habrá advertido que el VOX interno soportará una potencia y que con secuenciador soportará otra superior. Como aquí hablamos de altas potencias, tendremos que conectar el secuenciador.

Si lo que tenemos es un LNA sin relés y se los queremos instalar nosotros mismos, entonces tenemos que escoger ambos relés con el aislamiento suficiente para la potencia de trabajo. Los dos relés soportan el total de la potencia. Si instalo dos CX-600N, aunque sus contactos soportan 1000W, solo nos protegerá si nuestro amplificador es menor de 62W. El CX-520D aunque nos aísla hasta 1000W, sus contactos solo soportan 300W, si esta es la potencia de nuestro AMPLI, será una buena elección. Pero si nuestro AMPLI es de 1000W, no nos queda otra opción que utilizar una pareja de CZX-3500.

- <u>ESQUEMA 2</u>: En este caso nuestro LNA es sin relés. Si hacemos la instalación de este esquema, el relé 1 soporta la plena potencia del amplificador (CZX-3500). El relé 2 solo soporta y tiene que aislar la potencia que aplicamos a la entrada del amplificador (CX-520D). El único inconveniente es que tenemos que traer un segundo coaxial desde el LNA hasta la entrada del AMPLI., este coaxial es solo para RX, ya comentaré que características tiene que tener.
- <u>ESQUEMA 3</u>: En el caso de que pretendamos instalar un receptor SDR, para poder decodificar simultáneamente todas las estaciones que seamos capaces de recibir en JT65, nos valdrá la configuración de relés del esquema anterior, pero tenemos que instalar un splitter de recepción en la línea de RX.
- <u>ESQUEMA 3A</u>: Esta opción permite trabajar con grandes potencias o en el caso de que pretendamos sobreproteger el LNA. En la entrada de la antena, donde tenemos toda la potencia del AMPLI, se instala un segundo relé que lleva al LNA sobre una carga de 500hm, como al LNA se le quita la alimentación, también se puede llevar a un corto con masa. En este caso hay que sumar el aislamiento de los dos relés, y este segundo relé no soporta prácticamente ninguna potencia.

Lo mismo se podía hacer a la salida del LNA, pero en este caso he optado por instalar una protección que absorbe cierta potencia, en caso de que falle el relé instalado entre el equipo y el LNA.

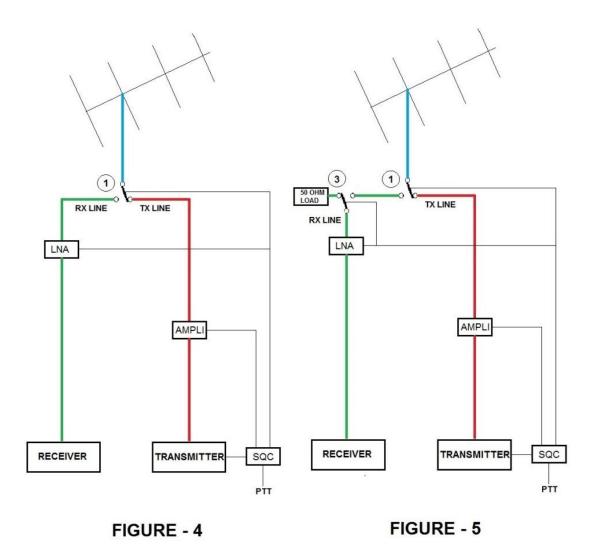


#### 11.2.- RECEPTOR Y TRANSMISOR SEPARADOS

Esta es la opción más usada entre los que trabajamos EME, pues garantiza que no le va a llegar RF al LNA por su salida, a la vez que se reducen pérdidas desde el LNA al receptor, al eliminar un relé. Además se abarata la instalación.

Este receptor separado puede ser el del propio transceptor que estamos usando, al que le hemos hecho una modificación separando el RX y el TX, instalando un segundo conector de RX detrás del equipo. Esta modificación no suele ser complicada y existe para la mayoría de los equipos más o menos serios de SSB. Hay algunas estaciones que prefieren no hacer esta modificación e instalan cualquier transceptor que lo utilizan solo como receptor, quitándole el micrófono y bloqueando cualquier posibilidad de transmisión. Por último algunos optan por instalar un SDR.

El único relé que separa la RX y TX debe soportar toda la potencia y tener suficiente aislamiento, por lo tanto en todos los casos será el CZX-3500.



<u>ESQUEMA 4</u>: Como podéis ver es la opción más simple y eficiente de todas las que hemos visto, eliminando relés y por lo tanto problemas añadidos.

<u>ESQUEMA 5</u>: Es la opción anterior a la que se le ha añadido un segundo relé detrás del relé principal de aislamiento de las líneas de RX y TX, para poder trabajar con potencias más grandes.

<u>ESQUEMA 6</u>: Este es el esquema que tengo actualmente en mi instalación de EME, como veis he añadido un filtro entre el LNA y el splitter. El filtro es una cavidad resonante de un repetidor de VHF ajustado a 145.200MHz (FOTO2), que me evita interferencias tanto de la FM (88-108MHz), como de las comerciales por encima de 146MHz.

Detrás del splitter tengo instalados 3 receptores, un IC-PCR1000, la TS-790E y un SDR, el FCDPP. Cada receptor clásico lo tengo sobre una instancia de JT65 y el SDR sobre una instancia de MAP65. Mi experiencia me ha demostrado que según el tipo de ruido, unas veces espacial, otras veces local o simplemente por temperatura, en ocasiones se comporta mejor un receptor que otro. Y cuando estamos hablando de sacar una decodificación por debajo del ruido, al final es conseguir el contacto o no conseguirlo. Alguno me podrá criticar, pero no cambio esta estructura por las grandes satisfacciones que me ha proporcionado.

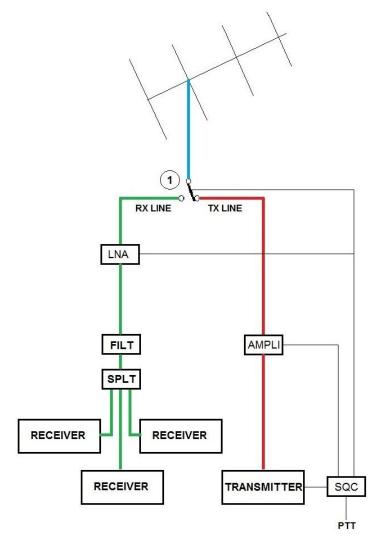


FIGURE - 6

#### 11.3.- SISTEMA XPOL

No quería dejar de pasar la ocasión de mostrar los esquemas de conexión, en caso de que algún afortunado pueda instalar antenas de doble polaridad, conocidas como XPOL. Tratándose de comunicaciones espaciales da muchas satisfacciones, al poder eliminar el fading producido por el efecto Faraday y no tener que esperar para conseguir un contacto.

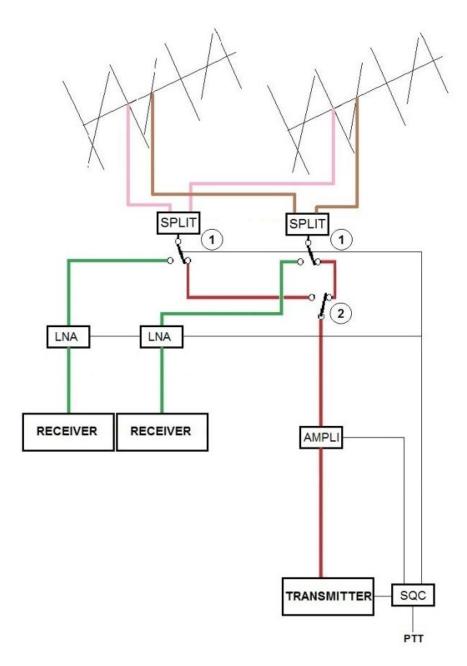


FIGURE - 9

<u>ESQUEMA 9</u>: El montaje realmente efectivo de las XPOL es con dos receptores simultáneos en fase, tipo IQ+, lo que permite mediante el MAP65 recibir cualquier polarización en vivo, incluso saber con qué grados reales están llegando las señales a nuestras antenas. Esta es la última tecnología existente hoy en día, para RX en una estación de EME.

Si no tenemos un IQ+, podríamos instalar dos receptores normales, lo suyo es que al menos sean SDR. Conozco alguna estación que ha instalados 2 unidades del FCDPP, de esta forma recibiremos simultáneamente las dos polaridades, pero el programa no nos informará del ángulo con el que recibimos la señal.

Como podéis ver en el esquema todo se complica, he representado dos antenas para que se vea la necesidad de dos splitters de potencia, uno por cada polaridad.

Cada splitter de potencia tiene un relé de alto aislamiento tipo CZX3500 para separar las líneas de RX y TX. Cada línea de RX va a un LNA, que han de ser idénticos y de gran ganancia, pues el IQ+ necesita a su entrada sobre 25dB para un correcto funcionamiento. La línea de TX va a un relé de alta potencia y bajo aislamiento tipo CX-600, mediante el cual se selecciona la polaridad con la que se pretende transmitir, que no siempre coincide con la que se recibe (en EME nada es fácil). Alguna estación de EME ha sustituido este último relé por un enfase que permite transmitir con polaridad circular, como ventaja es que Faraday no nos afectará y la pérdida de 3dB con las estaciones de polaridad lineal se puede compensar con potencia del AMPLI.

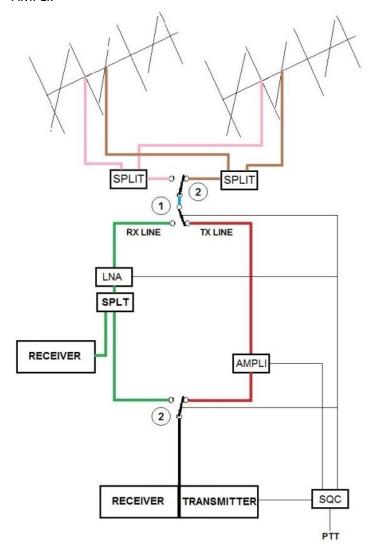


FIGURE - 7

<u>ESQUEMA 7</u>: En el caso de que no podamos disponer de un receptor IQ+, dos relés de alto aislamiento y dos LNAs, también podremos disfrutar de la doble polaridad pero NO simultáneamente. Podremos recibir un periodo con una polaridad y el siguiente con la contraria, de esta forma sabremos en cual nos llega la mejor señal, esto lo haremos con el relé 2, que será de alta potencia y bajo aislamiento tipo CX-600. De igual forma, mediante este relé, elegiremos la polaridad de transmisión que nos convenga.

A la salida de este relé instalaremos un relé de alto aislamiento, tipo CZX-3500 para separar las líneas de RX y TX, así utilizaremos nuestra estación como hemos visto en los esquemas 1, 2, 3 y 3A.

<u>ESQUEMA 8</u>: Este esquema es una variante del esquema anterior, en el cual incluimos un splitter de potencia menos y un relé de alta potencia más. No tendremos ninguna ventaja ni desventaja adicional, se trata de que nos guste más mecánicamente un montaje u otro.

En este caso, el relé se instala lo más cerca posible de los excitados de cada polaridad, en el propio boom de cada antena, un relé de alta potencia y bajo aislamiento tipo CX-600. Mediante este relé elegiremos en ambas antenas la polaridad que nos interese y llevamos la señal a un único splitter, de aquí podremos elegir cualquier esquema del 1 al 6 que hemos comentado anteriormente.

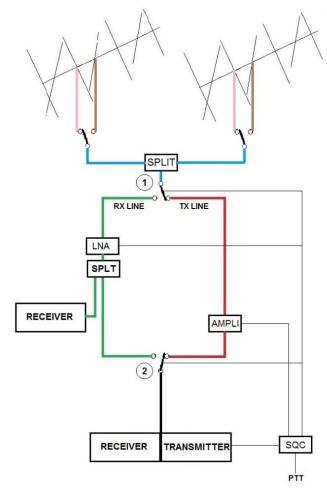


FIGURE - 8

He intentado hacer los esquemas lo más sencillos posibles en su exposición, con colores y pocos añadidos, para que podáis elegir el que más os interese en vuestra instalación.

Es mi deseo haber sido capaz de cumplir los objetivos que me marqué al inicio del artículo y que aquellos que tengan en mente instalar algún día una estación de EME en 144MHz, sientan "La Luna un poco más cerca".

Juan Antonio Fernández Montaña EA4CYQ

Publicado en la revista de la Unión de Radioaficionados Españoles en Noviembre de 2015.