

LA LUNA UN POCO MÁS CERCA

2ª Parte

EA4CYQ

Juan Antonio Fernández Montaña

Siento haberos dejado un poco desanimados en el artículo anterior, pues solo os he mostrado los problemas que debemos superar para hacer EME, intento relacionarlos:

- Pérdidas en el camino, recordemos en 144 MHz son 252.1 dB.
- Efecto Doppler, que nos desplaza la frecuencia en la cual recibimos la señal que se ha emitido.
- Libration, que nos distorsiona la señal al ser rebotada en la superficie rugosa de la Luna, que además es esférica.
- Rotación espacial sumado al Efecto Faraday, que nos cambia aleatoriamente la polarización de la señal.
- Ruido Espacial y Ruido Terrestre, bajo los cuales se esconden las señales que recibimos.

En este segundo artículo, intentaré desarrollar las soluciones que los radioaficionados han adoptado para superar este inmenso reto.

LAS PÉRDIDAS DEL CAMINO

Está claro que esto solo se puede superar con ganancia en las antenas, minimizando las pérdidas hasta el receptor y con Watios del amplificador. Pero ¿cuál es el límite?. Cuando se empezó en EME, el límite de decodificación de las señales recibidas estaba en la capacidad de discernir la señal entre el ruido por el oído humano. El método más eficaz era la CW, posteriormente se aplicaban filtros en el audio para poder sacar los puntos y las rayas, pero ahí estaba la frontera. En estas condiciones las mínimas antenas y potencia para que una estación pueda escuchar su propio eco, en condiciones mas o menos aceptables son:

Banda (MHz)	Antena	Ganancia (dBi)	Apertura lóbulo Principal (º)	Potencia (W)
50	4x12m	19.7	18.8	1200
144	4x6m	21.0	15.4	500
432	4x6m	25.0	10.5	250
1296	3m	29.5	5.5	160
2304	3m	34.5	3.1	60
5760	2m	39.2	1.8	60
10368	2m	44.3	1.0	25

Incluido 1296 MHz en adelante, la antena se refiere al diámetro de parabólicas. Esta tabla publicada en el Handbook nos va a servir de base para hacer muchas interpretaciones, que intentaré aclarar.

Hoy en día aparte de la CW, se utiliza un protocolo de comunicación mediante PC que se llama WSJT, diseñado por nuestro compañero premio Nobel de Física Joe Taylor K1JT. La conexión de la emisora con el PC es mediante tarjeta de sonido, igual que PSK31, OPERA, etc. WSJT ha revolucionado el mundo de EME haciéndolo accesible a instalaciones realmente pequeñas, pues permite decodificar señales 6-7 dB por debajo de lo audible por el oído humano. Alguien os dirá que incluso llega hasta 10 dB o más, pero las condiciones han de ser excepcionales y yo intento transmitir una realidad.

Traducido a la vida real, en 144 MHz y en CW hacen falta 4x6 m/500 W, para poder escucharse entre dos estaciones iguales, o lo que es lo mismo, escuchar tu eco. Pero con WSJT, una estación de 4x6 m/500 W será capaz de hacer contactos con estaciones 6 dB más chicas, o sea, con estaciones 4x6 m/125 W.

Maticemos, 4x6 m es equivalente a 2x12 m, al final lo que cuenta es la longitud del boom total, ya lo dividamos en 2 antenas o en 4. Teóricamente 2x12 m funcionará algo mejor que 4x6 m, pues al tener menos enfasamientos tendremos menos pérdidas.

Otra matización, alguien me podría decir, pues 6 dB equivalen a reducir 4x6 m a 1x6 m (recordemos que cada 3 dB es equivalente a duplicar/dividir potencia o longitud de boom), transmitiendo ambas con la misma potencia, correcto!. Teóricamente sí, pero en realidad no, me explico: Una antena de 4x6 m tiene un ángulo de radiación en el lóbulo principal mucho menor que una antena de 1x6 m, y como la luna representa solo 0.5°, resulta que las antenas de 4x6 m/125 W (lóbulo principal 16°) inciden con bastante más RF en la Luna que una antena de 1x6 m/500 W (lóbulo principal 35°), aunque teóricamente hablemos de los mismos dB.

En mi experiencia, tengo 4x5 m/750 W, trabajo con cierta comodidad estaciones similares a la mía y superiores, en condiciones buenas tengo echas muchas estaciones de 2x5 m/1 kW, que es lo que se suele utilizar en las expediciones (típica 2x9 elementos de M2), pero también he hecho muchas estaciones de 1x10 m/1 kW (típica Tonna de 17 elementos). Ya en condiciones muy extremas que se salen de la realidad he trabajado alguna estación de 12 elementos, e incluso he decodificado estaciones de 8 elementos aprovechando "GG", pero esto son excepciones.

Para tener algo más de ganancia, algunas estaciones aprovechan el "Ground Gain" o "GG", esto es que en ciertos ángulos de elevación cercanos a la horizontal, se produce una ganancia adicional al aprovechar la reflexión del suelo. Esto depende del terreno circundante y de la situación de nuestras antenas. ON4KHG tiene confeccionado un estudio y muy relevante información de sus logros, al conseguir con 12 elementos y 300 W, 297 estaciones diferentes.

RUIDO ESPACIAL

El lóbulo principal de radiación de nuestra típica antena de 4x6m está sobre 16° , esto se define como la apertura en grados en los cuales la ganancia de la antena cae 3 dB con respecto a la máxima ganancia, que se produce a 0° .

La Luna, vista desde la Tierra, representa solo 0.5° . Esto quiere decir que recibiremos las señales rebotadas en la Luna y todo el Ruido Espacial que hay detrás. Solo podemos luchar instalando antenas con menor ángulo de radiación del lóbulo principal o mediante filtros. Normalmente se elige para trabajar EME los días de menor degradación.

RUIDO TERRESTRE

El ruido terrestre generado por la temperatura de todo lo que nos rodea no lo podemos evitar, habrá que esperar a días mas fríos, la noche o algún filtro que nos ayude.

Pero el ruido generado por la actividad humana sí que es un problema. Cuando después de viajar la señal de nuestro correspondiente 2.5 sg a la velocidad de la luz, no la podemos ver en nuestra pantalla porque la bombilla de LED de nuestro vecino nos lo impide, por la pequeña F.A. conmutada que tiene instalada, ¡Que catástrofe!

Lo ideal en primer lugar, es que este ruido no exista, por lo tanto tenemos que perseguir y buscar por todos los alrededores hasta que demos con el problema e intentar negociar. Como veis hacer EME dentro de un casco urbano es prácticamente imposible, incluso si estás un poco alejado cuando orientas las antenas hacia las poblaciones se ve el incremento de ruido. Lo ideal en segundo lugar, es no recibirlo. Ya os veo, algunos os estáis empezando a reír, a ver por dónde voy a salir. Lo que en una estación recibe es la antena, si hay algo donde los radioaficionados han investigado es precisamente en este campo, con el único objetivo de recibir lo que se pretende y desechar el resto.

Hasta ahora he hablado solo de antenas por su longitud y ganancia, la podemos expresar en metros o en longitudes de onda (wl , $n\lambda$). Lo que si tenemos claro es que dentro de una cantidad de longitudes de onda no se pueden hacer milagros, entonces ¿por qué hay tantas antenas diferentes?. La respuesta está en que una antena no tiene un parámetro único, tiene algunos mecánicos (que en estos momentos no son de consideración) y otros eléctricos:

- Parámetros Eléctricos:

- 1.- Ganancia
- 2.- Relación entre la Ganancia al frente y a la espalda
- 3.- Ángulo de radiación del lóbulo principal con respecto al suelo (horizontal)
- 4.- Ángulo de radiación del lóbulo principal horizontal
- 5.- Ángulo de radiación del lóbulo principal vertical

- 6.- SWR
- 7.- Ancho de banda
- 8.- Impedancia
- 9.- Potencia que soportan
- 10.- Temperatura de la antena
- 11.- Temperatura debido a la resistencia interna
- 11.- Longitud eléctrica del boom

Hoy en día hay programas de cálculo de antenas que tienen en cuenta todos estos parámetros, y se puede dar prioridad a aquellos que nos interesen:

- Al ancho de banda para poder abarcar los 2 MHz de los 2 metros.
- La relación frente-espada, para poder eliminar el ruido y las estaciones que tengo detrás.
- Un ángulo de radiación bajo para poder hacer DX rebotando en la ionosfera.
- Máxima ganancia olvidándome de todo lo demás.
- Etc.

Solo esto daría para varios artículos, muy interesantes, pero nos concentraremos en aquellos parámetros que afectan al ruido.

Ganancia (G)

Para un diseño y una frecuencia dada, la máxima ganancia se define como la que tiene el lóbulo principal. En relación con la ganancia está ángulo que forma el lóbulo entre dos puntos en los cuales su ganancia cae 3 dB. Este nos da una idea de lo afilado del lóbulo, que nos permitirá concentrar más energía hacia donde queremos oír.

Temperatura (T)

La temperatura es un dato que nos dan los programas de análisis, y está directamente relacionado con la resistencia de los elementos que componen la antena y eliminación de lóbulos laterales y traseros, concentrando la energía en el lóbulo principal.

Si atáis cabos, el peor ruido es el terrestre. Esto quiere decir que si tengo varios lóbulos laterales tanto en acimut como en elevación, cuando dirija mi antena hacia la Luna estaré recibiendo a través de estos lóbulos el ruido terrestre (sí, el de la cámara de vigilancia de la acera de enfrente).

Entonces ¿Por qué no se diseñan las antenas con la mínima Temperatura y la máxima Ganancia?. Pues por la sencilla razón de que todos los parámetros eléctricos, absolutamente todos, están relacionados y si ponderamos alguno sacrificamos otros. En este sentido hay muchos radioaficionados que han dedicado muchos años con un esfuerzo ímprobo a mejorar diseños, en la red podéis encontrar a GOKSC, K1FO, YU7EF, YU7XL, DK7ZB, EA7JX, etc.

A raíz del análisis de tantos parámetros se definió, en relación al ruido, un parámetro que en la actualidad está marcando las diferencias entre los diseños, G/T. Se define como la capacidad de recepción de una antena, a cifra más positiva de G/T, mejor se defenderá la antena en

recepción con relación al ruido circundante. Me voy a permitir poner una única fórmula, y es la que define G/T, de no hacerlo me diréis que no sé dividir:

$$G/T = (G_a + 2.15) - (10 * \log T_a)$$

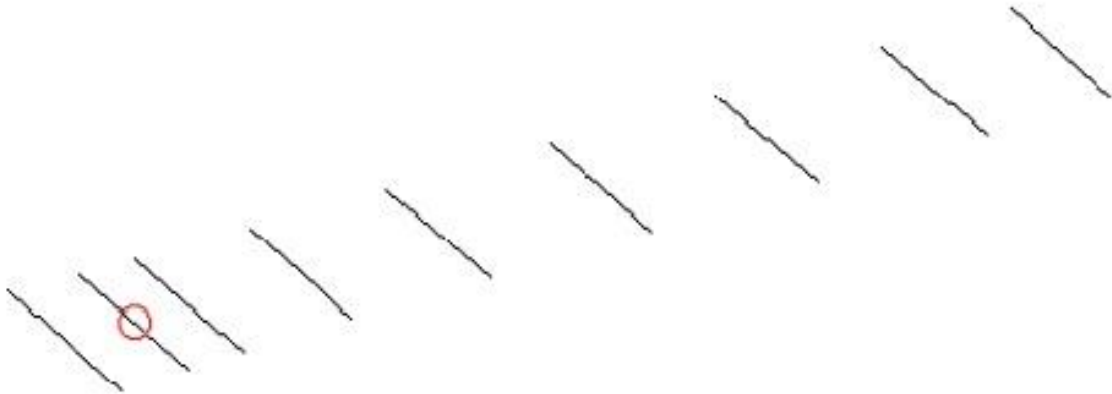
- G_a = Máxima ganancia del lóbulo principal en dBd
- T_a = Temperatura total de la antena en Grados Kelvin, tiene en cuenta todos los lóbulos y la resistencia interna de la antena

En estos momentos está asumido por toda la comunidad de radioaficionados que las tablas de Lionel VE7BQH, que podéis encontrar en cualquier buscador de internet, es la mejor comparativa de diseño de antenas de 50/144/432 MHz, tanto experimentales como comerciales. Solo os puedo decir que para conseguir una temperatura baja hay que sacrificar algo la ganancia del lóbulo principal, así como aumentar su ángulo, pero a cambio habremos “filtrado” el ruido terrestre circundante.

TYPE OF ANTENNA	L λ	GAIN (dBd)	E (M)	H (M)	Ga (dBd)	Tlos (K)	Ta (K)	H Plane			Z (ohms)	VSWR Bandwidth	G/T (dB)	Feed System	KF2YN Convergence Correction req.
								F/R (dB)	1st SL (dB)	2nd SL (dB)					
+KF2YN Boxkite4	0,43	11,10	3,50	2,00	16,80	3,9	225,7	23,4	22,0	none	50,4	1.12:1	-4,59	Dipole	Yes
+Eantenna 144LFA4	0,59	7,91	2,68	1,74	13,99	2,0	250,7	17,7	none	none	49,4	1.21:1	-7,85	LFA Loop	Yes
+Eantenna 144LFA5	0,87	8,94	2,44	1,99	14,94	3,2	237,1	18,9	18,3	none	53,4	1.09:1	-6,66	LFA Loop	Yes
G4CQM 6	1,00	9,46	2,60	2,17	15,44	7,9	249,7	18,9	17,1	none	56,7	1.83:1	-6,38	Dipole	No
+KF2YN Boxkite 6	1,04	12,47	3,90	3,00	18,25	4,6	263,1	26,5	22,9	24,8	49,9	1.20:1	-3,80	Dipole	Yes
Vine 6 FD	1,10	9,69	2,64	2,21	15,67	8,2	238,4	24,1	18,4	none	48,3	1.18:1	-5,95	Folded Dipole	Yes
G0KSC 6 LFA	1,13	9,69	2,60	2,19	15,64	4,0	236,9	24,4	19,8	none	49,5	1.03:1	-5,96	LFA Loop	Yes
DD0VF 6	1,16	9,73	2,63	2,22	15,71	5,5	240,1	23,7	16,4	none	27,2	1.07:1	-5,94	Dipole	No
*DD0VF 6	1,16	9,73	2,30	2,30	15,58	5,5	245,1	23,7	16,4	none	27,2	1.07:1	-6,16	Dipole	No
M2 2M7	1,28	9,94	2,65	2,26	15,76	3,7	245,0	18,4	16,1	none	204,9	1.14:1	-5,98	T Match	Yes
*M2 2M7	1,28	9,94	2,21	2,03	15,17	3,7	239,9	18,4	16,1	none	204,9	1.14:1	-6,48	T Match	Yes
+KF2YN Boxkite 7	1,32	13,34	4,17	3,40	19,30	5,2	245,5	26,8	23,6	24,5	52,7	1.06:1	-2,40	Dipole	Yes
+YU7XL 8 Hybrid	1,34	10,49	2,79	2,50	16,40	3,2	251,6	19,8	17,1	none	199,9	1.13:1	-5,46	Horiz Dipole	Yes
*YU7XL 8 Hybrid	1,34	10,49	3,00	2,43	16,43	3,5	247,7	19,8	17,1	none	199,9	1.13:1	-5,36	Horiz Dipole	Yes
+G0KSC 7LFA	1,39	10,60	2,84	2,49	16,51	3,7	249,4	20,4	16,1	none	48,0	1.19:1	-5,31	LFA Loop	Yes
*G0KSC 7 LFA	1,39	10,60	2,60	2,20	16,19	3,7	233,6	20,4	16,1	none	48,0	1.19:1	-5,35	LFA Loop	Yes
+EAntenna 144LFA7	1,39	10,58	2,84	2,49	16,50	4,3	246,5	22,5	15,2	none	48,6	1.15:1	-5,26	LFA Loop	Yes
+DG7YBN 7	1,44	10,59	2,88	2,47	16,55	4,5	242,7	23,2	17,4	none	47,2	1.70:1	-5,15	Bent Dipole	No
Vine 7 FD	1,45	10,56	2,83	2,46	16,47	8,2	238,6	22,8	17,9	none	47,9	1.14:1	-5,16	Folded Dipole	No
+InnoV 7 FD	1,46	10,85	2,97	2,62	16,82	3,8	252,1	22,4	14,8	none	47,7	1.26:1	-5,05	Folded Dipole	No
*InnoV 7 FD	1,46	10,85	2,96	2,61	16,81	3,8	249,4	22,4	14,8	none	47,7	1.26:1	-5,01	Folded Dipole	No
G4CQM 7	1,50	10,76	2,89	2,53	16,69	7,9	239,9	23,5	17,9	none	50,7	2.31:1	-4,96	Dipole	No
+CT1FFU 7	1,54	10,82	2,87	2,50	16,70	2,8	237,7	20,3	18,4	20,4	28,0	1.02:1	-4,96		
DK7ZB 7	1,57	11,11	3,16	2,84	17,13	5,8	272,6	16,9	11,9	16,9	28,4	1.64:1	-5,07	Dipole	No

Podéis ver los diagramas de radiación de dos antenas, una la WY209 de WIMO de 9 elementos con un diseño un poco más antiguo que nos proporciona una $G=14.64$ dBi y una $T=275.2$ °K, resultando una $G/T=-9.76$. Otra un diseño novedoso de YU7XL, es una Quagy de 10 elementos, con una $G=14,81$ dBi y $T=234.3$ °K, resultando una $G/T=-8.8$. Daros cuenta que en longitudes próximas de boom, la diferencia de cifras nunca supera 1 dB, pero estamos hablando de señales que se decodifican por debajo del ruido varios dB.

ANTENNA DK7ZB9 8MM

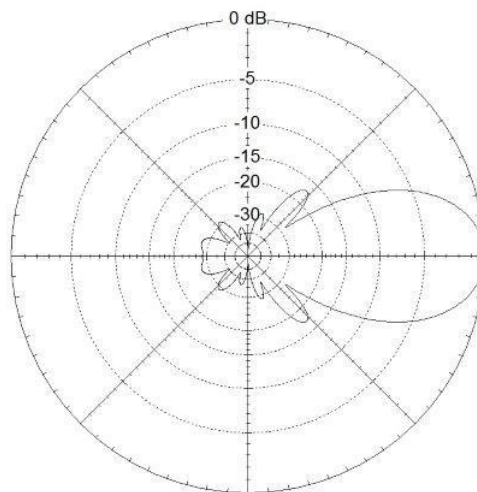


PERFORMANCES

No of ele	L (mm)	G (dBi)	F/B (dB)	F/Sh (dBi)	F/Sv (dBi)	Hor (°)	Ver (°)	Temp (°K)	G/T (dB)	Tlos (K)
9	4980	14.64	29.12	15.71	11.73	32.2	34.8	275.2	-9.76	4.9

Total Field

EZNEC+

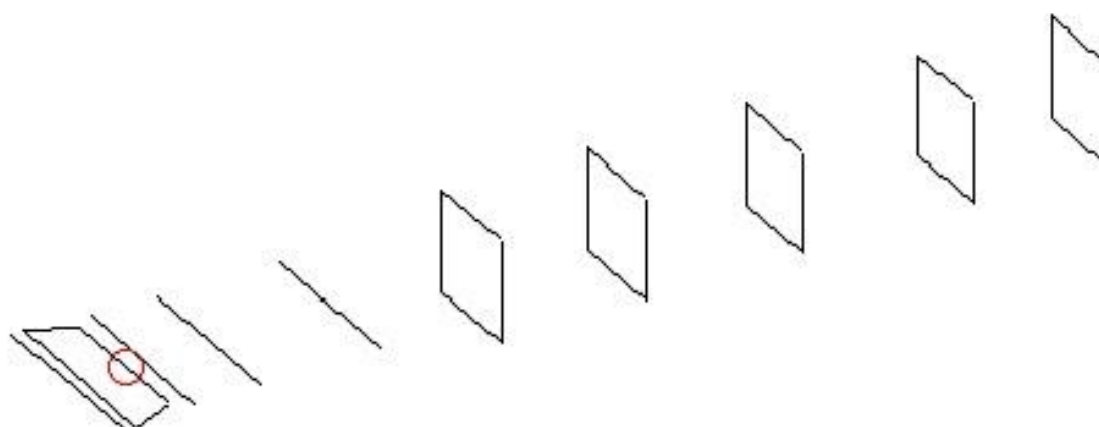


144,3 MHz

Azimuth Plot
 Elevation Angle 0.0 deg
 Outer Ring 14.51 dB
 Slice Max Gain 14.51 dB @ Az Angle = 0.0 deg
 Front/Back 29.82 dB
 Beamwidth 34.6 deg -3dB @ 342.7, 17.3 deg
 SideLobe Gain -2.51 dB @ Az Angle = 47.9 deg
 Front/SideLobe 17.08 dB

Cursor Az 0.0 deg
 Gain 14.51 dB
 0.0 dBmax

ANTENNA QY21010XL2D5

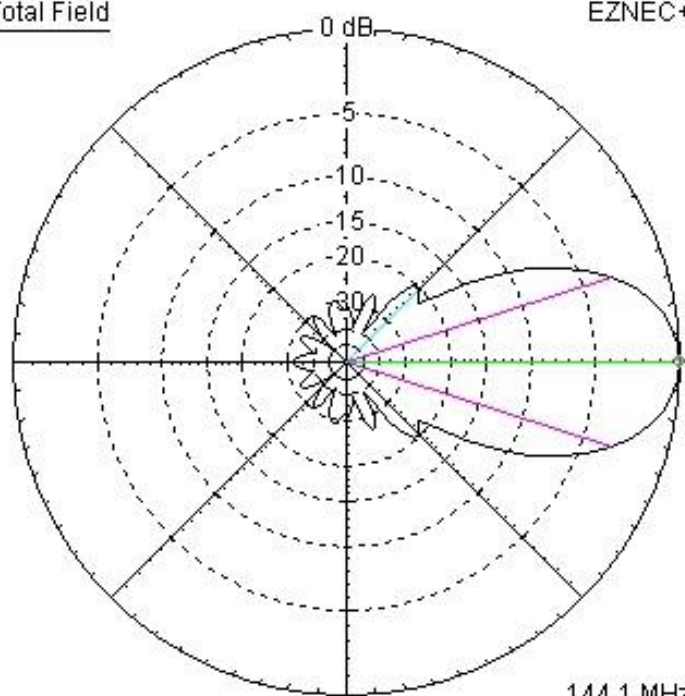


PERFORMANCES

No of ele	L (mm)	G (dBi)	F/B (dB)	F/Sl (dBi)	F/Sv (dBi)	Hor (°)	Ver (°)	Temp (°K)	G/T (dB)	Tlos (K)
10	5205	14.81	31.23	20.11	14.93	35.2	37.2	234.3	-8.88	3.5

Total Field

EZNEC+



Azimuth Plot		Cursor Az	0.0 deg.
Elevation Angle	0.0 deg.	Gain	14.91 dBi
Outer Ring	14.91 dBi		0.0 dBmax
			0.0 dBmax3D
3D Max Gain	14.91 dBi		
Slice Max Gain	14.91 dBi @ Az Angle = 0.0 deg.		
Front/Back	31.23 dB		
Beamwidth	35.2 deg.; -3dB @ 342.4, 17.6 deg.		
Sidlobe Gain	-5.2 dBi @ Az Angle = 45.0 deg.		
Front/Sidlobe	20.11 dB		

Una vez que el ruido ya ha entrado en la antena tenemos que confiar en los filtros que el fabricante ha instalado en nuestro transceptor.

Si nuestro receptor es un SDR todavía tenemos otra herramienta y es instalar en la cadena audio, antes de entrar al programa de decodificación, un filtro mediante software abierto y experimental muy difundido entre la comunidad de lunáticos, que se llama LINRAD. Al ser un software experimental no es fácil de configurar, pero os puedo asegurar que tiene un NB brillante.

EFEECTO DOPPLER

Este efecto que es realmente importante trabajando satélites, donde tenemos que buscar la bajada de 435 MHz en +/-10 kHz, no es tan importante en EME, porque la Luna se mueve con respecto a la Tierra mucho más despacio que un satélites de órbita baja. Bueno, no es muy importante en 144 MHz, que solo es 0.44 KHz, pero si lo es de 1.296 MHz para arriba donde hablamos de varios KHz.

Los programas de decodificación de WSJT y otros extraordinarios programas de predicción como el Moonsked, nos van a informar de cuantos Hz o KHz nos tenemos que desplazar para corregir este efecto. Pensad que las señales no son audibles, hay que buscarlas en la pantalla del ordenador.

En 1296 MHz para arriba al efecto Doppler se suma la exactitud de los osciladores, algo realmente complicado en 10 GHz, donde muchas veces hay que ir contrastando constantemente con una baliza conocida o un oscilador patrón sincronizado por GPS, para saber nuestra frecuencia exacta.

ROTACIÓN ESPACIAL Y EFECTO FARADAY

Ya en el artículo anterior dejamos claro que no es posible saber con qué polaridad nos va a llegar una señal que atraviesa la atmósfera, ya sea procedente de un satélite o de la Luna. Pero además en EME tenemos que añadir en algunas ocasiones la llamada "propagación unidireccional", esto es que si yo transmito con la misma polaridad con la que recibo una señal, no tengo garantías de que le llegue a mi correspondiente con la misma polaridad que él me transmitió, "La repanocha!". Vamos a ver que opciones tenemos:

1.- ESPERAR

Así es, como la polaridad va cambiando, podemos esperar, a veces unos minutos, a veces horas, a veces días, y daremos en el momento propicio en el que el contacto es posible. Algunos me diréis ¡Qué barbaridad!, a mí no me lo parece, hay algunos que se llevan horas y horas escuchando los 6 metros y tampoco oyen nada.



2.- GIRAR NUESTRA ANTENA EN SU EJE

En satélites estamos acostumbrados con nuestra antena de mano (IOio, CJU, ARROW, ELK, etc.) ir girando hasta encontrar la polaridad correcta y voilà un señalón. Claro está que girar 4 antenas enfasadas no es tan fácil, en la QSL de JR3REX podéis ver cómo se las ha ingeniado mecánicamente. En bandas de 432 para arriba se suelen montar las yaguis sujetas por el reflector, girando su base. Como el conjunto de 16x6 elementos de SV1BTR.





3.- INSTALAR POLARIZACIÓN CIRCULAR

Si todos los que hacen EME trabajaran con polarización circular se minimizaría este efecto, pero como la mayoría trabaja con polarización lineal, cuando las condiciones estuvieran “perfectas”, estaríamos perdiendo 3 dB!!!, casi es preferible tener una polarización lineal y esperar.

En las bandas en las cuales se trabaja con parabólica (de 1.2 GHz para arriba), donde la polaridad la conseguimos en el iluminador, mecánicamente es mucho mas sencillo, si se utiliza de forma generalizada la polarización circular.

4.- ELEGIR ENTRE DOS POLARIZACIONES

Podemos construir nuestras yaguis con las dos polarizaciones, no tienen que ser H y V, podemos instalarlas en X, a nivel de EME y satélites es lo mismo, pero para comunicaciones terrestres nos dará mas juego H y V.

Mediante un conmutador podemos elegir recibir con una polarización u otra, y por supuesto, emitir con una polarización u otra. Es sorprendente cuando un correspondiente te cambia la polarización como de repente empiezas a ver una señal perfectamente decodificable, y sin embargo antes no había nada. Podéis ver la foto de la instalación de Maxi EA5CV.



Hubo una época, sobre todo en el ejército, donde se difundió mucho un sistema que se denominaba “diversity”, e incluso algún receptor como el IC PCR-2500 lo traía instalado. No es utilizable en EME, pues era solo útil en FM, y es que constaba de dos receptores, cada uno conectado a una polaridad diferente y el equipo conmutaba la salida de audio de un receptor a otro según el que presentara mas señal.

5.- ADAPTIVE POLARIZATION RECEIVER

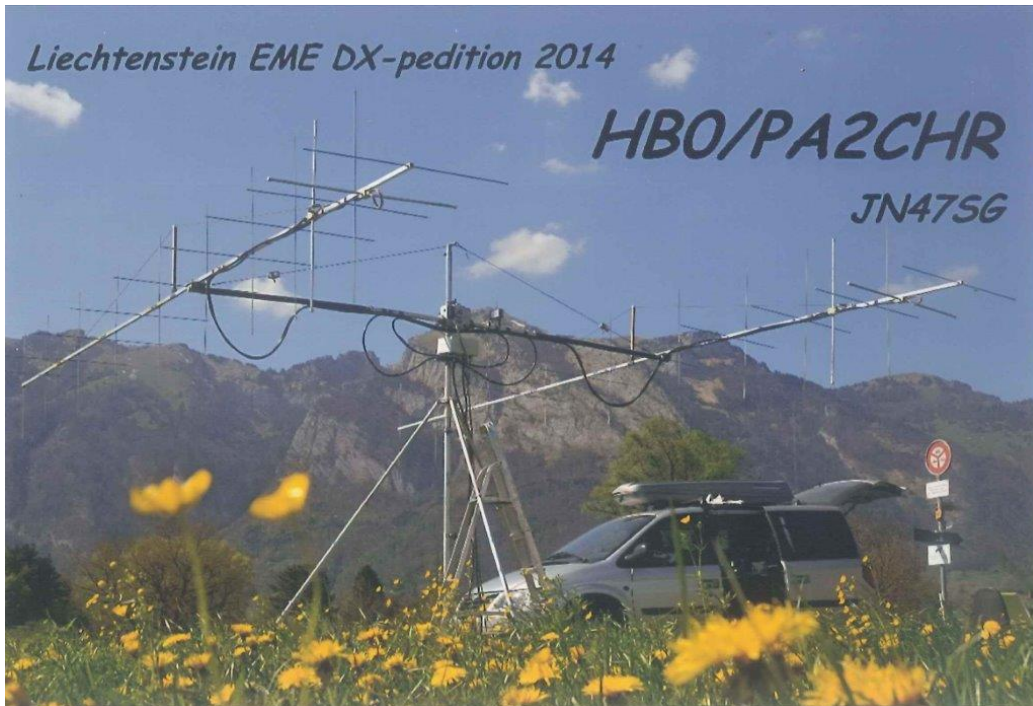
Como toda la información sobre este novedoso sistema está en inglés, su traducción todavía nos suena extraña “receptor de polarización adaptable”. En estos momentos no existe ningún fabricante comercial que fabrique SDRs o equipos convencionales de 144 MHz o frecuencias superiores que tenga dos receptores idénticos y en fase, o sea, con el mismo oscilador local. En HF los famosos SDR FLEX-xxxxx no están en fase y en convencionales el único que los tiene en fase es el Elecraft K3, con el que se pueden utilizar transverters para las frecuencias altas.

El único equipo que cumple estas características está fabricado por Alex HB9DRI y se llama IQ+, por ahora se fabrica solo monobanda y en breve podrá incluso transmitir.

Este novedoso sistema, con una antena de dos polaridades, puede recibir igual de bien cualquier señal en cualquier polaridad, e incluso te informa de la polaridad con la que te está llegando. La realidad ha demostrado que este sistema es capaz de recibir el 80% mas de estaciones que con una única polaridad.

Para transmitir tendremos que elegir hacerlo con una única polaridad, H o V. Algunos transmiten en circular.

Para que os hagáis una idea de su efectividad, Atletico Team formado por PE1L, PA3CEE y DL2NUD en su reciente expedición de Mayo de 2014 a Senegal como 6W/PE1L, con 2 yaguis de solo 8 elementos (4.5 metros de boom), ambas con polarización H y V, conectadas a un IQ+ y con un amplificador de 1kW, ha conseguido hacer 455 estaciones diferentes en menos de 3 semanas, estableciendo un nuevo record mundial de una expedición portable en EME.



RESUMIENDO

EME es difícil, sí por supuesto, seguramente el mayor reto que nos podamos plantear, pero os he querido transmitir que es posible. Hoy en día, aprovechando el protocolo para señales débiles WSJT, leyendo mucho, con dos yaguis discretas y muchas ganas de enfrentarte a algo diferente, puedes hacer contactos todos los días del año, con todo el mundo. Sin depender del ciclo solar, la ionosfera o a que pase un satélite. La Luna está ahí todos los días, unas 12 horas.

Y os puedo asegurar que oír o ver en la pantalla de tu PC una señal proveniente de la Luna, de una estación portable con dos antenas de menos 5 metros de longitud desde cualquier parte del mundo, como recientemente KH8/ZL1RS, es difícilmente comparable a otros retos que he alcanzado, como hacer contactos en fonía (FM), con 3 tripulaciones diferentes de la ISS.

Espero veros en mi pantalla y que sintáis la LUNA UN POCO MÁS CERCA.

EA4CYQ

Juan Antonio Fernández Montaña

Publicado en la revista de la Unión de Radioaficionados Españoles en Noviembre de 2014.