

# LA LUNA UN POCO MÁS CERCA

1ª Parte

Juan Antonio Fernández Montaña

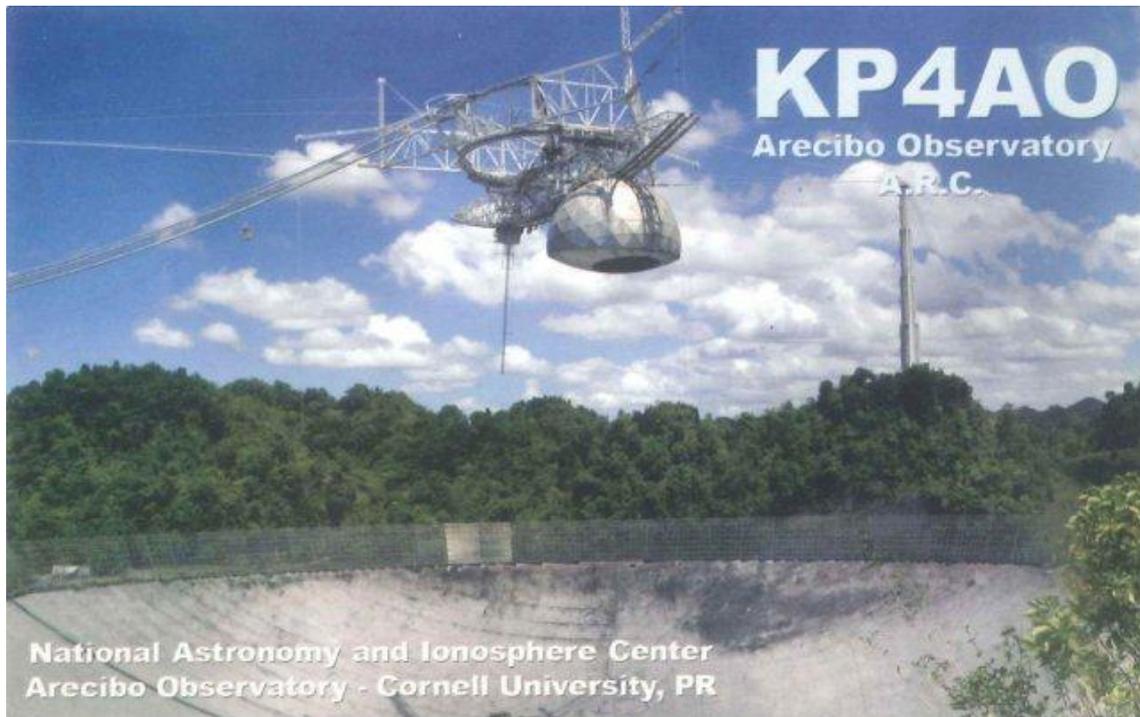
EA4CYQ

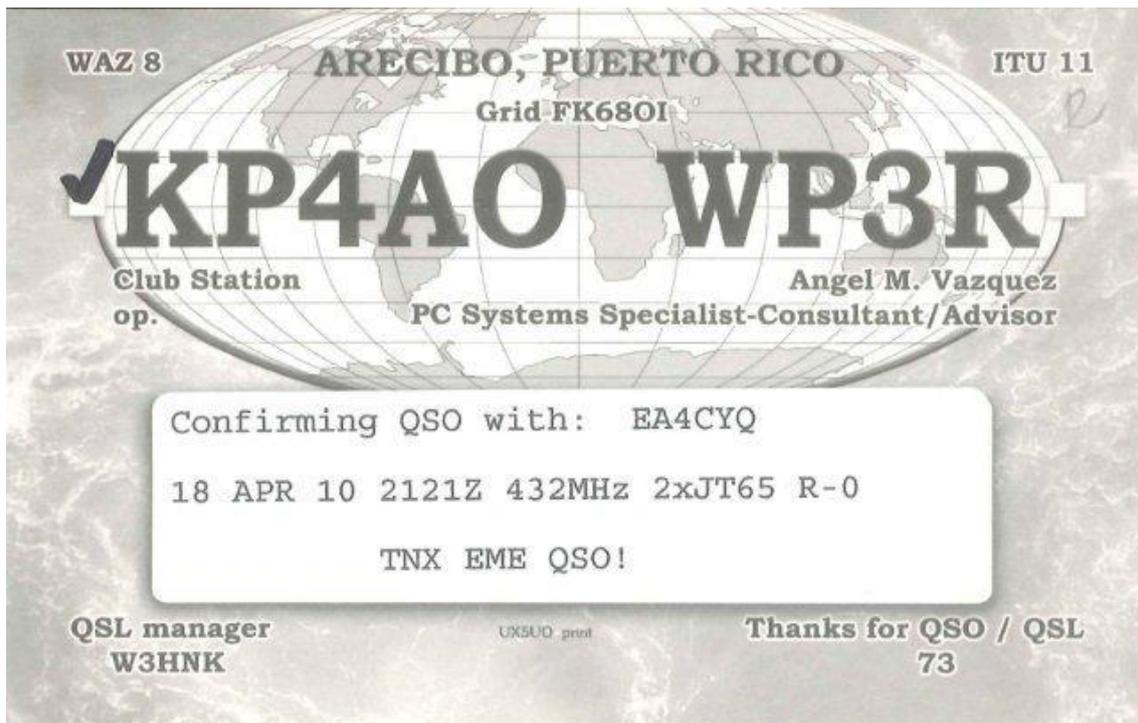
Ya en el año 2000 empecé con los Satélites de Radioaficionado, donde he estado muy activo, y os conté mi experiencia en varios artículos publicados en esta revista entre los años 2003 y 2007. Estas publicaciones están vigentes hoy en día y las podéis encontrar recopiladas en la WEB de nuestro compañero Rodolfo EA4CAX, <http://www.ea4cax.com>

Por curiosidad, los primeros contactos rebotando en la Luna se llevaron a cabo por militares en la 2ª Guerra Mundial, aunque el primer contacto entre radioaficionados no tuvo éxito hasta 1960.

En Abril de 2010 , el premio Nobel de Física Joe Taylor K1JT, quien ha desarrollado el protocolo de comunicación para señales débiles denominado WSJT, se puso de acuerdo con WP3R y WA3FET para hacer Rebote Lunar utilizando el telescopio de Arecibo (Puerto Rico) en 432 MHz. En la QST de Agosto de 2010 hay un extenso artículo sobre este evento.

“Vele aile”, que diría un Calabazón, con mis humildes antenas de satélite y 80W tuve la oportunidad de ser la única estación EA que hizo el contacto. Os podéis imaginar los botes que pegaba por mi casa, esto supone no volver a mirar la Luna de la misma forma de aquí en adelante, creo que me empezaron a salir pelos por todo el cuerpo los días de Luna llena.





Los avatares de la vida y un cambio de vivienda de un piso a una edificación unifamiliar, me hicieron pensar en poder tener una estación de EME, así que a leer como un descosido para aprender y aprender. Sobre todo para convencer a mi esposa de que aquello no iba a ser una casa debajo de una antena. Ahora que escribo este artículo cumplo un año con mis nuevas antenas de 144 MHz y he conseguido 360 nuevas estaciones repartidas por todo el mundo.

Mi intención es abriros una nueva ventana, transmitir esta experiencia e intentar resumir todo lo que he aprendido. Este artículo no está escrito pensando en el puñado de no más de 20 estaciones activas en EME en España, si no en el resto de vosotros.

Cuando hayáis leído estos dos artículos que he preparado, os daréis cuenta de por qué se dice que EME es el mayor reto de un radioaficionado, y lo es porque está en el límite de lo posible. Si fuera un poco más difícil no estaría a nuestro alcance, si fuera un poco más fácil todo el mundo lo haría, es la frontera de la radioafición.

## QUE DEBEMOS SABER DE LA LUNA

Para un radioaficionado, la Luna es un repetidor pasivo, o sea una pantalla, un reflector donde rebotar nuestra RF. Permitirme hacer las siguientes afirmaciones:

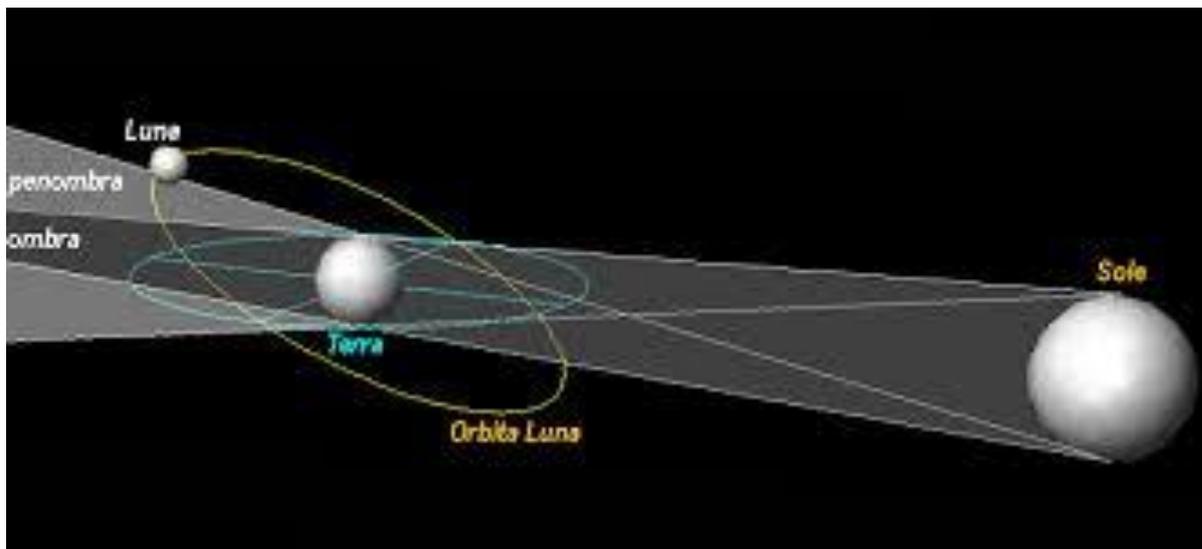
- Para que dos estaciones puedan hacer un contacto vía EME, ambas deben estar viendo la Luna. Se dice que las dos estaciones tienen una ventana común o que están en la huella de la Luna, o lo que es lo mismo, la Luna es capaz de ver a las dos estaciones simultáneamente. Aunque haya nubes o sea de día la Luna está ahí, todavía hay gente que piensa que la Luna

solo sale de noche. El record de distancia lo tiene CT1HZE con sus antípodas ZL1IU, ambos veían la Luna con menos de 1º de elevación.

- Para poder hacer un contacto vía EME hay que hacerlo en frecuencias de 50 MHz o superiores, por debajo de 50 MHz es posible solo en algunas condiciones de la Ionosfera. La RF de menos de 50 MHz, generalmente con mayor o menor atenuación, es rebotada por la Ionosfera hacia la Tierra.

- La Luna describe una órbita elíptica alrededor de la Tierra, por lo tanto la distancia entre la Luna y la Tierra no es constante, varía entre 360.000 Km y 405.000 Km.

- El Sol, la Tierra y la Luna, que tienen órbitas elípticas, no se encuentran todas en el mismo plano. No os voy a liar con números, solo debemos saber que la órbita de Luna con respecto al ecuador terrestre tiene una inclinación de 28.5º. Atendiendo a este dato en cada ubicación las siguientes cifras variarán, aunque poco dentro de España. Dentro del ciclo de 28 días, en mi Locator IM78cx, la Luna aparece por el Este (entre 70º y 120º), desaparece por el Oeste (entre 240º y 293º), y la máxima altura que alcanza varía entre 30º y 70º.



- La Luna aparece cada día unos 50 minutos más tarde que el día anterior, como consecuencia de que se desplaza diariamente por su órbita unos 13 grados.

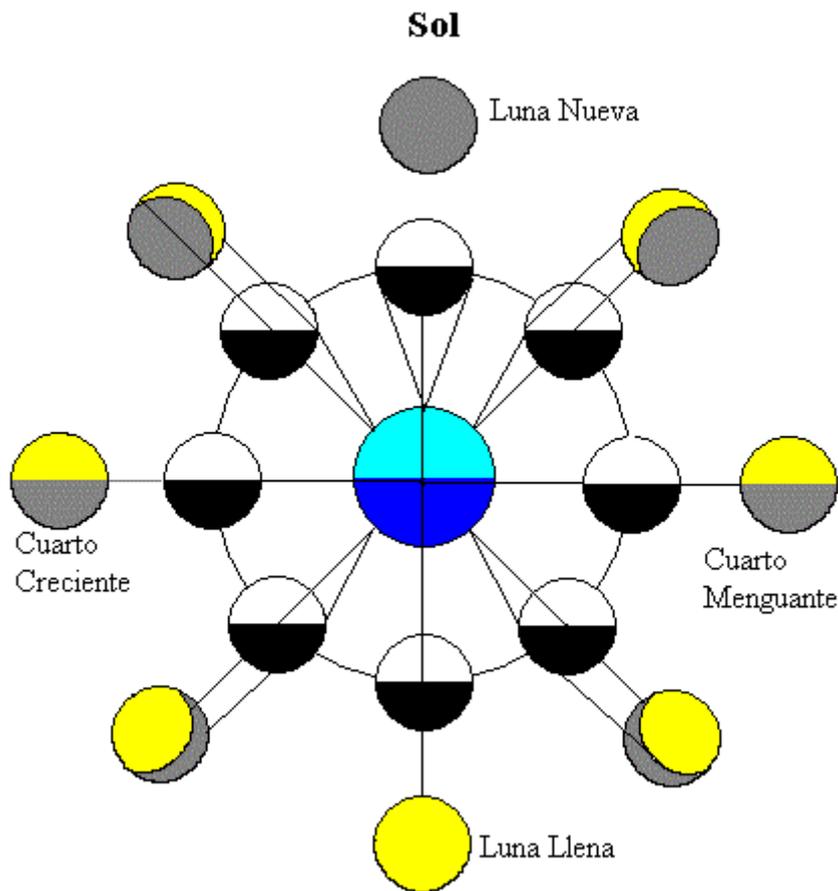
- La Luna vista desde la Tierra supone una apertura de solo 0.5 Grados. Así que os podéis hacer una idea de que si nuestra Yagui tienen una apertura típica de 30º donde se concentra +/-3dB de su máxima ganancia, solo una cantidad mínima de RF rebota en la Luna, el resto que es la mayoría, se pierde en el espacio.

- Como consecuencia de que la Luna es esférica, no es metálica, tiene montañas y valles, etc., solo refleja a la Tierra el 7% de la RF que impacta en ella.

- La RF como la luz, se desplaza a 300.000 Km/sg, por lo tanto nuestra señal tarda en ir y volver entre 2.4 sg y 2.7 sg, según la Luna esté en el perigeo o apogeo de su órbita elíptica, con una

media de 2.56 sg. O sea, podemos transmitir una señal y cuando soltamos el PTT podremos escuchar nuestra propia señal a los 2.5 sg (nuestro propio ECO).

- Las fases ópticas de la Luna (llena, nueva, cuarto menguante y cuarto creciente), no afectan a la RF. Pero en la Luna Nueva el ruido proveniente del Sol, si nos puede estropear la jornada. Ver en la figura de las fases lunares que en la Luna Nueva, la Luna está entre el Sol y la Tierra, por lo tanto estamos en línea con el Sol.



Hasta aquí tenéis algunos datos para memorizar y presumir ante los amigos. Pero no os confiéis, solo acabamos de empezar...

## **MUCHOS MAS PROBLEMAS QUE SUPERAR**

Dicen los psicólogos que los problemas no son nada mas que una oportunidad para demostrarnos nuestra capacidad de superación. Son tantos e interrelacionados entre ellos, que simplemente los voy a enumerar sin ninguna intención de ponderar. Vamos allá:

# 1.- PÉRDIDAS DEL CAMINO

Aquí el refranero no pensaba en nosotros, “Lo importante no es llegar, sino el camino”. Aquí los 2.5 sg de camino son tortuosos y complicados. Para relativizar un poco, hagámonos una idea de que en HF, rebotando en la ionosfera nos ponemos contentos cuando superamos los 7000 Km y hacemos un contacto con América o Asia, y ya se nos ve la sonrisa cuando llegamos a Australia, Japón el Pacífico o nuestras antípodas, que están a poco mas de 19.000 Km.

Que son 19.000 Km comparados con los 810.000 Km en EME. Tenemos que recorrer mas de 42 veces lo que recorreremos en HF.

Si tenemos en cuenta la suma total de las pérdidas del camino, las del espacio mas las de la atmósfera que varían según el estado de la Ionosfera, sin entrar en fórmulas, la atenuación media en dB versus la frecuencia queda resumida en la siguiente tabla:

Frecuencia (MHz)	Atenuación en el camino (dB)
50	-242.9
144	-252.1
222	-255.8
432	-261.8
902	-268.0
1296	-271.2
2304	-276.2
3456	-279.7
5760	-284.1
10368	-289.2
24048	-293.5

No os asustéis, al final veremos que estos impresionantes números se pueden salvar.

## 2. DOPPLER

Los que trabajáis satélites ya lo tenéis dominado, para el resto os explico. Existe un fenómeno físico denominado Doppler, mediante el cual si algo que se está moviendo con respecto a nosotros emite una portadora en una frecuencia, nosotros no recibiremos esa portadora en esa misma frecuencia, si no en otra cercana. El efecto es el siguiente:

- Cuanto mayor es la velocidad entre el emisor y el receptor, mayor es el efecto Doppler.
- Si el emisor se acerca a nosotros lo recibiremos en una frecuencia superior.
- Si el emisor se aleja de nosotros lo recibiremos en una frecuencia inferior.
- A mayor frecuencia el efecto Doppler es mayor.

Teniendo en cuenta la rotación de la Luna sobre si misma, la rotación de la Tierra sobre si misma y la rotación de la Luna con respecto a la Tierra, salen unas cifras del siguiente orden:

Frecuencia (MHz)	Doppler (KHz)
- 144	0.44
- 1.296	4
- 10.000	30

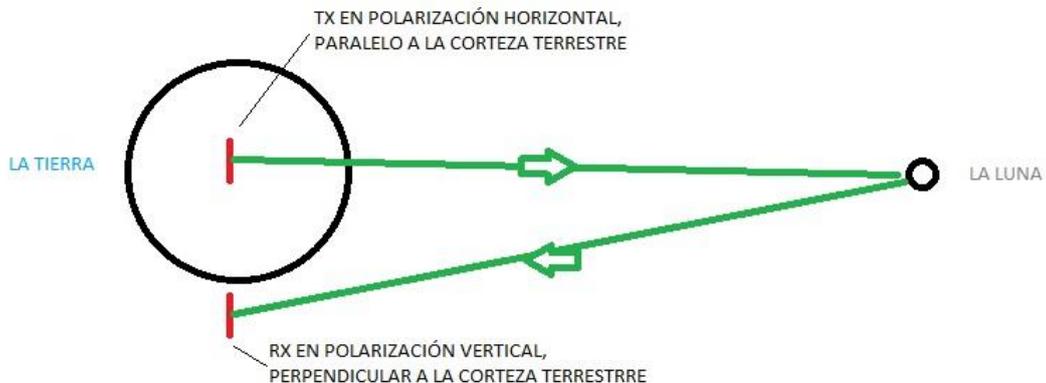
A este efecto hay que sumar una distorsión en la señal que se traduce en un “ensanchamiento” de la portadora de 0.2 Hz en 144 MHz y de 15 Hz en 10 GHz, como consecuencia de que la señal rebota simultáneamente en el ecuador de la Luna y en sus polos, así como en las diferentes montañas y valles. Este efecto se define como “libration” y no siempre es igual de notable. Podéis ver en alguna de las fotos como es la superficie de la Luna.



### 3.- ROTACIÓN ESPACIAL

Sin considerar otras rotaciones que comentaremos mas adelante, se ha establecido que la polarización horizontal es paralela a la corteza terrestre. Visto desde la Luna, como la Tierra es redonda, dos estaciones en dos puntos diferentes de la Tierra es muy difícil que tengan la misma polaridad, una con respecto a otra. Hasta el punto que dos señales que tienen un

desfase de 90° tienen una atenuación de una con respecto a otra de más de 20 dB, esto es una barrera infranqueable. Ya veremos como la superamos.



## 4.- EFEECTO FARADAY

La ionosfera es muy cambiante según esté iluminada por el Sol y por los efectos de las tormentas solares, esto nos suena mucho de HF ¿verdad?. Aquí tampoco nos libramos de ella, por una parte produce una pequeña atenuación, pero lo realmente importante es que cambia aleatoriamente la polaridad de la señal que la atraviesa.

A lo largo de un día este efecto puede hacer rotar una señal muchas veces en 144 MHz, a veces cada algunos minutos y otras veces cada hora. Pero en 432 MHz puede tardar desde 30 minutos hasta un día completo en hacer rotar una señal. Además este efecto es más acusado durante el día y especialmente al aparecer y desaparecer la Luna.

Seamos claros NO ES PREDECIBLE LA POLARIDAD DE LA SEÑAL QUE RECIBIMOS, son tantas las variables que da lo mismo la polaridad en la que pongamos las antenas, solo recibiremos al correspondiente cuando el "Sr. Faraday" nos lo permita.

Otra vez metiéndonos miedo, no se preocupen tenemos solución para todo, cuanto mayor es el reto mayor será la alegría de superarlo.

## 5.- EL RUIDO ESPACIAL

¡Si en el espacio no hay nada!. Hasta este momento éramos felices con esta afirmación, otra vez el refranero nos dice "La ignorancia hace la felicidad". Resulta que donde hay moléculas al calentarse rozan unas con otras y producen "ruido" en muchas frecuencias, incluso hasta en

las nuestras. Por lo tanto todos los cuerpos celestes y la propia atmósfera están produciendo ruido.

La mayor fuente de ruido espacial es producida por el Sol (allí sí que hay temperatura y moléculas), por lo tanto cuando la Luna está en línea con el Sol, en la Luna Nueva, lo cual ocurre 3 o 4 días cada 28 días, es mejor no hacer EME.

En el espacio hay otras muchas mas estrellas, pero están muy lejos. Aunque desde la Tierra vemos una zona donde se concentran y la llamamos Vía Láctea, pues bien cuando la Luna se alinea con ella, otra vez mas ruido. Este ruido se mide mediante un índice que de llama “degradación”, y que puede oscilar a lo largo de 28 días entre -1.8 dB y -14 dB, siendo la cifra más positiva, las mejores condiciones.

## **6.- EL RUIDO TERRESTRE**

El menos importante, que no despreciable, es el producido por la propia Tierra al calentarse, por lo tanto es mas acusado en la época estival y durante el día.

Sin duda, nuestro mayor obstáculo para hacer EME es el ruido generado por la actividad humana, no por nuestro cuerpo sino por la industria, la electrónica, etc. Este ruido es muy cercano, muchas veces generado en nuestra propia casa (una fuente conmutada, una bombilla de LEDs), en casa del vecino, al otro lado de la calle por una cámara de seguridad, o el teléfono de nuestro cuñado cuando nos viene a ver, porque tiene un oscilador local cuyo armónico coincide con la frecuencia en la que estamos trabajando.

En algunas ocasiones es un ruido generado a propósito para perturbar el espectro, como son los inhibidores utilizados por los cuerpos de seguridad del estado.

Ahora que conocemos al enemigo, que es el primer paso para ganar la batalla, veremos como se las han ingeniado los radioaficionados para aprovechar la Luna como un repetidor pasivo, pero esto será en el próximo artículo.

Os espero.

Juan Antonio Fernández Montaña  
EA4CYQ

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