

Radio_enlaces_RC

Radio enlaces XLRS

Radio control RC

INTRODUCCION:

Cuando adquirimos un equipo de radio control XLRS, si disponemos de presupuesto, solemos comprar el mas caro o el que más alcanza con la esperanza de no tener problemas ó despreocuparnos con los temas de radio que suelen ser un poco tabú ó magia.

Asi aunque cometamos algún error en el montaje o manejo al tener margen nos librará de problemas como el “Fail safe” ó perdida de cobertura.

Bueno, la idea no es mala en principio. Siempre que sea posible hay que ir sobre dimensionado en alcance de RF (radio).

Comentaremos aqui sólo del sistema XLRS de radio control (RC) excluyendo la parte de video. [Más información sobre alcance de video analógico, aquí.](#)

Despreocuparnos del correcto funcionamiento del radio enlace,

Es un grave error y al final nos pasará factura, perdiendo mucho tiempo y dinero. Desperdiciaremos muchos recursos. Usted como fabricante, integrador ó montador del sistema y por supuesto como piloto debe dominar minimamente el sistema de radio.

Aprenda por si mismo:

En esta pagina vamos a ayudarle e informarle de lo necesario para que usted controle el buen funcionamiento del alcance del sistema XLRS.

Solo necesita dominar unas cuantas nociones de radio y adquirir unas sencillas costumbres y dominará la cuestión.

Es conveniente que nos familiaricemos con algunas pocas palabras técnicas y conceptos que nos ayudaran a comprender mejor estos temas. **Controle la calidad del radio enlace RC,**

Cuesta menos tiempo de lo que parece. Hoy en dia hay conocimientos y medios suficientes para desmitificar la radio pues se puede medir y controlar facilmente.

Puede realizar unas mediciones básicas con los propios equipos XLRS ya que estan preparados para ello y calibrados en dBm.

Como minimo hay que controlar la potencia y la sensibilidad del transmisor y del receptor, asi como la cantidad de paquetes que llegan a los dos. (40/Seg ó 100%). Esto se puede hacer facilmente solo con dos atenuadores de 30dB/2W/@3Ghz y un cable de RF SMA-SMA de 0.5metros que suele suministrarse con los equipos. Puede pedir un kit de medicion en la tienda web DMD (disponible en breve).

[Como medir de forma rapida y economica la potencia y sensibilidad de los sistemas XLRS.](#)

Transmisores y receptores: Tenga en cuenta que los sistemas XLRS son Transmisores y receptores a la vez. Son bidireccionales y funcionan en semiduplex.

Es decir un receptor RXLRS recibe datos RC (radio Control) y es un transmisor cuando envia los datos de telemetria.

De igual modo un transmisor XPAD3, GCSD4, etc. es un

transmisor para enviar datos RC y un receptor para recibir la telemetria.

Nota: *Los sistemas XLRS llevan el mismo modulo de RF fabricado por DMD.*

Banda de frecuencias: comenzaremos por saber que los sistemas XLRS utilizan la banda libre ISM (Industrial, Cientifica y Medica) en 433, 866, 868, 903, 915 y 955Mhz.

Los radio enlaces en estas bandas necesitan vision directa entre las antenas del transmisor y receptor (LOS ó Line of sight).

ISM. Bandas Libres de pago: Las bandas ISM no necesitan licencia y estan libres de pago. Las bandas pueden cambiar segun las normas de cada zona o pais. Por ejemplo 866 y 868Mhz son adecuadas para Europa y 903, 915Mhz son adecuadas para América.

LOS: Los radio enlaces en estas bandas necesitan vision directa entre las antenas del transmisor y receptor (LOS ó Line of sight). *Si tiene arboles ó mucha vegetación entre la estacion base y el avion ó dron, perdera parte de la señal y reducirá el alcance drasticamente de 200km maximo a 6-9km como mucho por ejemplo. Debe evitar estas condiciones de vuelo a toda costa. Un problema similar tendrá (posible reduccion de alcance de 200km a 50Km ó menos) si vuela en una capa de nubes densa de varios km, debe evitarla en lo posible. Durante el vuelo, compruebe continuamente su cobertura RF. Mas info productos punto vista LOS-NLOS...*

NLOS: Si necesita radio enlaces sin visión directa, como por ejemplo volar detrás de montañas o múltiples edificios, es posible utilizando repetidores. Los hay fijos (para poner en lo alto de la montaña por ejemplo) ó móviles en vuelo para aviones o drones. Por favor consultar. *En algunos casos muy concretos podra volar NLOS si la señal de radio rebota en los edificios o montañas colindantes aunque no es recomendable volar en estas condiciones, compruebe continuamente su cobertura RF.*

Potencia RF: emitida por el transmisor (o la emisión de telemetría en el receptor) en miliWattios (mW) y dBm:

- 1000mW = 1W = +30dBm
- 500mW = 0.5W = +27dBm
- 250mW = 0.25W = +24dBm
- 125mW = 0.125W = +21dBm

Revisando esta tabla veremos que un cambio de 3dbm dobla la potencia ó la divide por 2. Es decir **cada 3 dBm se dobla la potencia, pero cada 8-9 dBm se dobla la distancia de alcance.** Es decir que para doblar el alcance de 125mW (+21dbm) necesitará una potencia de 1000mW (+30dBm)

Los transmisores XLRs tienen una potencia máxima de +30dBm. (La potencia dependerá de la licencia adquirida).

Nota: La potencia del transmisor no lo es todo, el radio enlace dependerá de la potencia del transmisor, la sensibilidad del receptor y la ganancia de las antenas entre otros factores.

Sensibilidad receptor

Un receptor RXLRs, (dependiendo de la licencia) tiene una sensibilidad de -99dBm hasta -116dBm a 50kb.

La sensibilidad depende de la velocidad de modulación de los datos. En nuestro caso se puede seleccionar 50Kb (50.000 baudios por segundo) o 100kb. Por defecto si se utiliza el protocolo Mavlink estará seleccionada a 100kb.

La sensibilidad máxima del RXLRS es de -113dBm con una modulación de 100kb (100.000b). *Tambien es la sensibilidad de la recepcion de telemetria en un transmisor XPAD3, GCSD4, etc.*

Recuerde: *La sensibilidad de un receptor es tan importante o más que la potencia del transmisor.*

Nota: *Hay que prestar atencion a estos datos que pueden ser engañosos en otros sistemas mas económicos de otros fabricantes en los que nos dicen que la sensibilidad es de -123dBm o mas. ¿Como puede ser?, facil, no se especifica la velocidad de modulacion y para esta sensibilidad suele ser a 300 ó 1200 baudios. Realmente el sistema trabajará entre 38.400 a 57.000b ó más y no se especifica la sensibilidad a la velocidad de modulacion real. A 300-1200b no es posible trabajar en radio control y enviar datos Mavlink.* **Ruido RF (Noise):**

El ruido de RF se debe a múltiples causas: a los componentes electrónicos, al ruido térmico de las resistencias, a las interferencias de señales externas, a otros módulos electrónicos como DCDCs, CPUs muy rápidas, etc. Es imposible eliminar totalmente el ruido, ya que los componentes electrónicos no son perfectos. Sin embargo, es posible limitar su valor de manera que la calidad de la comunicación resulte aceptable. *Mas información en [wikipedia español](#) ó [Wikipedia inglés](#).*

El ruido por defecto en un receptor RXLRS con la configuración estandard, debería estar alrededor de -116 a -119dBm. A veces puede bajar en vuelo en el campo y llegar a -122dbm. Un bajo nivel de ruido garantiza menos fallos de paquetes cuando el

avion o dron están muy lejos y la señal está en los niveles de sensibilidad limite de -110 a -113dBm.

Ruido superior al nivel de sensibilidad: Si el ruido (noise) de RF y es mas alto que la sensibilidad del receptor, la sensibilidad real para recibir paquetes de datos en condiciones, bajara a unos 3 dBm por debajo del nivel de ruido.

Ejemplo ruido normal: con un receptor configurado a 868 o 915Mhz y 100kb de velocidad de modulación disponemos de -113dBm de sensibilidad aproximadamente y de un nivel de ruido medio de -118dBm.

Ejemplo ruido excesivo: con un receptor configurado como el anterior con un nivel de ruido de -109dBm, la sensibilidad real será de -106dBm, 7dbm menos de lo habitual que equivale a alcanzar un 35-40% menos.

Caso de aumento del ruido RF en vuelo: A veces puede ocurrir que en un vuelo el nivel de ruido es normal (unos -118dBm variando un poco..) y luego durante el vuelo vemos que va aumentando progresivamente (-110, -104, -98dBm...) es posible que nos estemos acercando a una fuente de interferencia RF como una emisora potente, un emisor en la misma frecuencia ó muy cercana ó un inhibidor. *El ruido se puede ver en vuelo en el XOSD si disponemos de video, incluso nos avisa si es mas alto de lo normal con una alarma.* Si estamos volando lejos será muy conveniente que veamos el indicador de alcance y la distancia a la que esta el avión, pues es posible que conforme nos acerquemos a la fuente de interferencia, lleguemos al limite del sistema y perdamos control, entrando en failsafe. Antes de llegar a este punto es mejor alejarnos de la fuente de interferencia.

Aumento del nivel de ruido RF al instalar un DCDC barato: si el nivel de ruido aumenta al poner un DCDC a -107dBm, la

sensibilidad real sera de -104dBm aproximadamente, reduciendo en 9dBm que significa que el sistema alcanzará la mitad, degradandolo innecesariamente. es mejor utilizar componentes de calidad o al menos revisar la instalacion con el DCDC para ver si aumenta significativamente el ruido o no le afecta. *La posicion fisica del DCDC respecto al receptor puede cambiar o anular el nivel de ruido.*

Nota: *Los DBms de recepción asi como el ruido RF se pueden medir con DMD_Studio, conectando el receptor mediante USB a un PC. No necesita instrumentacion de RF. No use instrumentacion de RF si no sabe ó no esta cualificado, la medicion puede ser erronea totalmente. No use instrumentacion para aficionados como analizadores de espectro de 200€ o similar que le proporcionaran medidas descalibradas, erroneas o muy dispares.*

Fuentes de ruido que solemos pasar por alto:

Un ordenador con un mal cable de USB también puede inyectar ruido de RF a través del cable, falseando las medidas ya que serán diferentes en vuelo que en tierra.

Otro aumento de ruido RF puede ser debido al ambiente de radio en la oficina sobre todo si hay muchos equipos de telecomunicaciones ó fuentes de ruido como ordenadores, etc ó si esta ubicada en una zona centrica de la ciudad.

Normalmente en la ciudad hay mas nivel de ruido que en el campo. En vuelo hay menos ruido que en tierra sobre todo cerca de una ciudad.

Un radio modem secundario en una banda de frecuencias cercana ó multiplo de la nuestra que este instalado en el avión o dron puede afectar a la calidad de las comunicaciones y aumentar significativamente el ruido de fondo. *Si necesita pasar datos, puede utilizar el puerto del radio modem del receptor*

RXLR5. RSSI:

Es un indicador de la señal de radio recibida por el receptor (**RSSI** en inglés *Received Signal Strength Indicator*). [Rssi en wikipedia](#).

La escala tiene al valor 0dBm como centro, nuestro caso se mide en dBm (logaritmica) ó mW (Lineal).

En un receptor suele medirse con valores negativos. Más negativo, menor cantidad de señal.

El RSSI indica la señal recibida. no es la calidad de señal. 0dBm=1mW

Mediciones en mW o dBm: Es preferible que se acostumbre a medir con dBm y no con mW.

La explicacion es sencilla: con dBm solo tendrá que sumar o restar los valores para saber el alcance del radio enlace y con mW no es facil.

Ejemplo de calculo alcance en dBm:

Este calculo algo mas elaborado y contando con el ruido de fondo de RF se realiza en el XOSD y se muestra ya en Km directamente para facilitar el alcance maximo en todo momento al piloto.

Si realizamos una **prueba de vuelo a 1.5km** y en el XPAD ó en el XOSD nos marca la **RSSI -70dBm** con un pequeño calculo podemos deducir el alcance máximo de esta configuración:

En la práctica sabemos que cada 9dBm se dobla la distancia en el alcance, por lo que podemos realizar una pequeña tabla de alcance-dBm recibidos hasta aproximarnos a la sensibilidad maxima de -113dBm:

- 1.5km -70dBm
- 3.0km -79dBm

- 6.0km -88dbm
- 12km -97dbm
- 24km -106dbm
- 48km -112dbm

Resultado alcance maximo: 50Km aproximadamente.

Calculos simplificados del enlace RF:

Estos calculos se muestran para ampliar la comprensión del lector, no son imprescindibles para utilizar ni instalar el sistema, pero pueden ayudar a comprender y optimizar en caso necesario.

Link = Potencia TX + sensibilidad RX + Ganancia antena TX + Ganancia antena RX.

Ejemplo con un TX de 1W(+30dBm) y un RX con sensibilidad de -113dbm, antena patch en el TX con ganancia de 6dBi y antena omni en el RX de 5dBi:

$$\text{Link} = 30 + 113 + 6 + 5 = 154\text{dBm}$$

Calculos muy simplificados. (No se calcula la atenuacion de lluvia, nubes, etc.). Si usa latiguillos hay que restar las perdidas en dBm de los latiguillos.

Datos para recordar: Hay algunas constantes y datos que puede memorizar para calcular mentalmente y tener una idea general de las proporciones medidas.

- +30dBm = 1W = potencia maxima transmisores XLRs
- 3dBm doblan la potencia RF
- 9dBm dobla el alcance del sistema
- -113dBm sensibilidad maxima receptores XLRs a 100kb.

Antenas: Mal ejemplo de instalación en el avion.

Las antenas omni de 868Mhz (RC y telemetria) y 2.4Ghz (video) no estan verticales del todo y cuando el avion este a mas de

3km perdera mucha cobertura sobre todo al volver a la estacion base. La antena del GPS no debe estar inclinada.

La posicion entre las antenas de RC y video es bastante correcta (10cm minimo), la antena de 2.4Ghz (negra) esta demasiado cerca de la antena del GPS y el GPS recibira pocos o ningun satelite. **Antenas y cables:**

Las antenas y su posición final en el transmisor, avión ó dron son una parte muy importante del sistema. No importa que tengamos el sistema mejor y mas potente si las antenas no son las adecuadas o estan apantalladas o en una posición incorrecta. *Una mala elección y el alcance puede reducirse dramaticamente a una decima parte del deseado.*

Los cables coaxiales en las antenas son una fuente importante de perdidas y se debe prestar la atención adecuada. Por norma utilice los cables de mayor calidad y lo mas cortos posible.

Hay cables que puede perder mas de 1dBm/metro a 1Ghz (RG174), esto es mucho. el mismo cable a 2.4Ghz perderia -2.4dBm.

Recuerde: *-3dBm equivalen a perder la mitad de la potencia recibida.*

Posición: Vertical, no inclinadas, ni siquiera levemente como en la foto del avion que se muestra. Las antenas deben estar siempre en posicion vertical ya que se usan de polarizacion vertical. No se deben usar antenas de polarización horizontal.

Antenas para globos aerostáticos ó similar. Se suelen usar antenas de polarización circular ya que normalmente la aeronave estará posicionada sobre la vertical de nuestra base y muy alto.

Una posicion inadecuada puede resultar en unas perdidas de -9dbm ó más. Esto equivale a perder la mitad del alcance ó el equivalente en potencia a perder de +30dBm(1W) a +21dBm(0.125W). Si esto nos ocurre también en la parte del

transmisor, el alcance se puede reducir x4 veces ó más!!!. Vale la pena dedicar tiempo y realizar algunas pruebas para garantizar la mejor posición posible en nuestro dron o avión y en el transmisor.

Antenas con receptores redundantes en general, puede utilizar dos antenas de 5dBi estandar, separadas entre si al menos 10 ó 20cm, si es más distancia posiblemente mejor. Deberá realizar algunas pruebas de campo para determinar la mejor ubicación posible.

Hay que tener en cuenta que no estén demasiado cerca de las antenas de video y del GPS.

La posición debe ser vertical en ambas pero en algunos casos puede probar a que inclinar ligeramente una antena para compensar los giros o inclinación en el avión o dron, de esta forma según la posición del dron o avion puede recibir mejor uno de los dos receptores.

Puede usar diferentes combinaciones o tipos de antena dependiendo de los objetivos a conseguir. Por ejemplo puede utilizar una de 3dBi y otra de 5dBi cuyos diagramas de radiacion son diferentes y le permitirian inclinarse mucho con la antena de 3dBi pero alcanzar mas con la antena de 5dbi.

Nota: *Si usted no es experto en radio frecuencia o en antenas y necesita la mejor configuracion posible, puede consultar con nuestros tecnicos en dmd@dmd.es para pedir consejo o colaborar en el diseño de su aeronave y posición de antenas para obtener el mejor rendimiento. Esto ultimo es mas aconsejable si piensa fabricar una serie de sistemas.* **Ahora ya dispone de las nociones básicas**

ya sabe un poco más, para controlar mejor su sistema XLRs!!!.

Si desea ampliar información acuda a estas paginas:

- Alcance, Rssi, Noise en entornos UAV – Drones.
- Pruebas en interiores de antenas
- Pruebas en exteriores de antenas
- Pruebas alcance XLRs.
- Banda RF ISM-ICM.

Una vez instalado el sistema XLRs deberemos comprobar que el alcance del sistema de radio es el mejor posible y determinar si el funcionamiento es normal ó incorrecto. No basta que se muevan los servos y realice las mezclas configuradas, hay que asegurar que funcionará bien y sin problemas en el rango de cobertura de alcance para el que se construyó el equipo.

Si no obtiene el alcance necesario en el sistema XLRs ¿Que pruebas debe hacer? y que información tiene que enviar al servicio técnico.

Email: dmd@dmd.es

Teléfono: +34 961450346 (sólo Español)

Teléfono: 615 18 50 77 (sólo Español).

Skype: [Vicente_dmd.](#) (Inglés).

Skype: [beatriz_dmd.](#) (Español).



www.dmd.es



www.xlrs.eu



tienda.dmd.es

