

# alcance-rssi-noise

XRLS

## Alcance, Rssi, Ruido

### Velocidad Datos / Modulación RF:

La velocidad de modulación ó datos se puede seleccionar entre 50Kb y 100Kb. *100Kb = 100.000 baudios. 1 baudio = 1 bit por segundo.*

A menor velocidad de modulación, mayor alcance. De 50kb a 100Kb la sensibilidad baja 3dBm, se puede estimar una reducción de un 15 al 30% en el alcance. *Ejemplo: La sensibilidad de -116dbm a 50kb pasaria a ser -113dbm a 100Kb.*

**Nota:** *el alcance con la sensibilidad en los sistemas XLRs está medido para 50kb de modulación, una situación normal de trabajo. Otras radios no dan la sensibilidad real. La exageran y dan medidas de -126dBm para modulaciones de 300 baudios que no son útiles ni reales en la practica.*

### Potencia RF:

La potencia RF va desde +20dBm (100mW ) hasta 1000mW (+30dBm) segun Licencia Range, configuración y equipo, no importa si es un transmisor o un receptor con telemetria.

La potencia la puede configurar el usuario con DMDStudio, Limitada por la licencia range disponible.

Las potencias segun la licencia range son: +20dBm (100mW), +27dBm (500mw) ó +30dBm (1000mW).

En Europa en la banda de 868Mhz los equipos no deben pasar de 500mW de potencia radiada en antena.

En America y paises que utilizan la bandas de 902 y 915Mhz la potencia puede llegar a 1000mW.

*(3dBm representa el doble de potencia).*

#### **RSSI RX:**

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*

**Ejemplo de valores para un receptor RXD3 (-116dBm) y un transmisor XPAD3 con +27dBm ó 500mW @50kb (antena omni en el UAV):**

- **-19 a -21:** señal muy cerca (1 metro aprox). En los

sistemas XLRs de 4G y 5G la señal no satura, trabaja correctamente aun con las antenas casi tocando. Recepción 100% paquetes. En estas condiciones si se satura la medida RSSI y no suele subir más.

- **-22 a -39**: señal muy cercana (1m a 50m...aproximadamente). Recepción 100% paquetes.
- **-40 a -89**: señal ideal. Zona muy segura. Recepción 100% paquetes.
- **-90 a -104**: enlace bueno. Zona segura. Recepción 100% paquetes.
- **-105 a -110**: enlace en limite. Zona menos segura. Recepcion 100% paquetes si la antena esta vertical. en estas condiciones si el UAV hace alabeo ó se inclina a mas de 30º, según la antena puede llegar al limite y provocar un Fail Safe.
- **-113 a -116**: enlace al final del limite. Zona peligrosa. No se debe volar habitualmente aqui. Recepción algo inestable. 60% a 30% paquetes.
- **-117 a -122**: Nivel de ruido RF ideal, cuanto mas se aproxime a -122dBm, mejor. No hay paquetes de datos.

### Instrumentos de medida en vuelo para XLRs:

El sistema XLRs en BTSD1, XPAD2, XPAD3 y XOSD dispone de varios instrumentos de medida que se pueden ver en el display, PC, en el monitor de video ó con video gafas.

Los datos son digitales calibrados a +/-1dBm.

- **RSSI RX**: señal de radio control y datos modem recibida por el receptor en dBm.
- **RSSI TEL**: señal de radio de telemetria y modem recibida por el Transmisor en dBm.
- **%PACKETS RC**: cantidad y % de paquetes validos por segundo de radio control y datos recibidos en el

receptor.

- **%PAQUETES TEL:** cantidad y % de paquetes validos por segundo de telemetria y modem recibidos en el transmisor.
- **NOISE:** ruido de fondo medio del canal de radio en dBm. (normalmente entre -114 y -120dBm).
- **DISTANCIA, d:** Distancia en metros desde el Home o posición de despegue (donde suele estar el transmisor) y la posicion actual del avion o dron (receptor).
- **RT RANGE:** Calculo de los Kms en tiempo real (RT) del alcance aproximado del sistema con la configuración actual. (*exclusivo de los equipos XLRS*). *Los datos comienzan a ser adecuados a partir de 4-5Km.*

En el XOSD la mayoría de estos parámetros están vigilados y si se aproximan o salen de los limites, se disparan diversas alarmas e indicaciones para el piloto.

### Calculo del enlace RF efectivo:

Link resultante=Potencia TX + sensibilidad RX (+27dBm + -101dbm = 128dBm link)

Link resultante + Ganancia antena TX + Ganancia antena RX. (*No se calcula la atenuacion de lluvia, nubes, etc.*). *Si usa latiguillos hay que restar las perdidas en dBm de los latiguillos.*

### Ejemplo enlace para 50Km:

Link = Pot TX + Sens RX + antena TX + antena RX

Link 128dBm + antena Patch TX 9 + antena omni RX 5 = 128+9+5 = 142dBm.

Si se usara un latiguillo RF de 3m con una atenuacion de -1dBm x 1metro:

Link = Pot TX + Sens RX + antena TX + antena RX - Att latiguillo RF

Link 128dBm + antena Patch TX 9 + antena omni RX 5 - Latiguillo RF 3 = 128+9+5-3 = 139dBm.

### Alcance de Video analógico:

No debemos confundir el alcance del sistema de Radio Control y telemetria con el [alcance del sistema de video](#) que es un sistema completamente diferente, funciona en la banda de 2.4Ghz.

En los sistemas XLRs lo normal es separar el sistema RC del video para facilitar usar diferentes tecnologías de video actualmente disponibles.

Debido a que la frecuencia de 2.4Ghz y el ancho de banda en el video es mucho mas alta (5-6Mhz) que la de RC (50 a 100Khz), el alcance es inferior.

Con los 1000mW del [XOSD](#) con una antena de 5dBi en vuelo y una patch de 17dBi en tierra a nivel del mar se llega a unos 25-30km. En algunos casos cuando el terreno esta alto entre 1000 y 1500m tenemos notificaciones de alcances hasta 40Km con 500mw en el OSD, posiblemente debido a la menor densidad del aire.

Con la misma configuración anterior y una parabolica de 24dBi en tierra a nivel del mar se puede llegar a 40-50Km ó mas en cotas mas altas.

Para disponer de mayores alcances hay varias soluciones como usar antenas con mayor ganancia ó usar un amplificador de potencia en el XOSD.

Hay limitaciones a la potencia de RF de video y son las normas locales. Si se aumenta la potencia de video, se puede cegar al

GPS local y el consumo de energía se multiplica. Hay que tener en cuenta el calor generado en el amplificador que hay que disipar.

En resumen es más complicado disponer de alcance en video que en radio control, datos y telemetría.

Más información en [alcance del sistema de video](#).

En el caso de video digital, la distancia puede ser de 2 a 4 veces menos que con video analógico. A cambio tiene la ventaja de la resolución y calidad. Como desventaja hay que contar con el delay o retardo en la imagen que no debería ser mayor de 250mSeg si es video para pilotar. Para conseguir distancias similares el presupuesto es mucho más alto en video digital.

#### **Alcance, dBm y antenas:**

En las frecuencias 866 a 960Mhz en la práctica y con un pequeño margen de seguridad hemos establecido que cada 9dBm de señal equivalen al doble de la distancia.

Esto implica que si usamos una antena de 3 dBi en el emisor y la cambiamos por una de 12dBi, podremos aumentar el alcance el doble. *(Se debe tener en cuenta las limitaciones de potencia de RF radiada de la legislación vigente en cada país).*

Para conseguir unos buenos resultados, es muy importante el tipo de antena, patch, omnidireccional, parabólica, etc y su polarización para establecer un enlace óptimo según las necesidades.

#### **Recuerde:**

- *9dBm doblan la distancia a 860-960Mhz. equivale a 8 veces más de potencia.*
- *3dBm doblan la potencia.*

- *La sensibilidad real de un receptor es tan importante ó más que la potencia.*
- *Cuanto más sensible es un receptor mejor debe rechazar las señales RF no deseadas y fuera de banda o canal, ó no servirá de nada tener más sensibilidad.*
- *Aumentar al doble (50kb a 100kb) la velocidad de modulación hace perder 3dBm al radio enlace.*

### **Cables de antena:**

Los cables coaxiales en las antenas son una fuente importante de perdidas y se debe prestar la atención adecuada.

Hay cables que puede perder mas de 1dBm/metro a 1Ghz (RG174), esto es mucho, recuerde que -3dBm equivalen a perder la mitad de la potencia recibida.

Si se puede prescindir de los coaxiales, mucho mejor, si no fuera posible use los mas cortos posible.

Para el mejor resultado no deberían ser mayores de 1 metro en el receptor y transmisor.

Utilice cables con los conectores ya soldados de fabrica y de máxima calidad adecuados para 1Ghz. Evite soldar los conectores usted mismo si no es especialista.

Si en la estación base ó emisora las antenas deben estar lejos, hay varias soluciones disponibles, por favor consúltenos. [dmd@dmd.es](mailto:dmd@dmd.es). **¿Que es la zona fresnel?**

En comunicaciones por radio, la zona Fresnel es una “zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas”.

Es uno de los elipsoides de revolución concéntricos que definen volúmenes en el patrón de radiación de la abertura circular. Fresnel divide resultado en zonas de

la [difracción](#) por la abertura circular.



[D](#) es la distancia entre el emisor y el receptor;  
[r](#) es el radio de la zona Fresnel.

## **XLRS. Radiofrecuencia**

Aqui encontrará la información técnica para un piloto que desee controlar a fondo su equipo a nivel de radio y alcance.

### **Banda RF:**

Los [sistemas XLRS](#) utilizan la [banda libre ISM](#) en 866, 868, 903, 915 y 955Mhz. Opcionalmente los equipos se pueden fabricar para las bandas de 169, 315, 434 ó 470Mhz (*consultar*).

En Europa, Africa, Asia y Oceania (salvo excepciones) se puede utilizar 434, 866 y 868Mhz

En America se debe utilizar 903 y 915Mhz

En Japon se puede utilizar 903 y 955Mhz

[Mas información sobre la banda ICM/ISM...](#)

### **Sensibilidad RF:**

La sensibilidad RF segun la licencia Range adquirida comienza en -99dBm hasta -116dBm a 50kb y -96dbm hasta -113 para modulaciones de 100kb.

Nota para sistemas de radio D1, D2 y D3 de 5ª Generación:

*Los paquetes de datos se reciben un 100% hasta el limite*

*exacto de la licencia del equipo, salvo para la licencia de 200Km donde los paquetes de datos prácticamente se reciben un 100% hasta 2 a 3dBms del limite donde la recepción cae bruscamente. Por lo que no hay perdidas de datos de forma lineal mientras se aproxima al limite.*

#### **Paquetes de datos. P/Seg:**

40 por segundo de subida (Radio control y modem) y 40 por segundo de bajada (telemetria-modem).

Se puede configurar la cantidad de paquetes seg desde 0 a 40. Normalmente 40. Esto baja el consumo y la temperatura del sistema de radio y deja mas ancho de banda para el radio modem. Si baja la cantidad de paquetes RC por segundo, debe tener en cuenta que hasta 20 puede tener un control estandar en el UAV, relativamente bueno si usa autopiloto con estabilizador. De 0 a 15 el radio control es casi imposible ó queda muy degradado.

#### **RSSI TEL:**

Señal de radio de telemetria enviada por el receptor al transmisor.

Si las potencias del TX y RX son iguales, esta señal debe ser muy similar a la RSSI RX (*Señal recibida por el receptor*), con una diferencia no mayor de 3dBm.

**Nota:** *Segun configuraciones y licencias las potencias del TX y RX pueden ser diferentes por lo que la señal RSSI TEL puede no ser similar a RSSI RX.*

#### **Alcance Máximo:**

Para calcular el alcance de la radio, se supone que el avion o

dron mantiene la visual con las antenas del transmisor. (LOS ó Line Of Sight).

El alcance máximo o cobertura limite del sistema de Radio Control y telemetria, en la práctica lo consideramos cuando el transmisor y receptor estan lejos y el enlace sólo entrega un 30% de paquetes válidos, es decir cuando sólo se reciben 13 de los 40 paquetes por segundo que envia el transmisor habitualmente.

10 a 13 paquetes por segundo es un limite para poder controlar un avion de radio control ó UAV sin el estabilizador activado, menos paquetes hacen un control con poca cadencia y a saltos en los mandos y vuelo del avión.

Para los cálculos de alcance máximo, por defecto empleamos una antena de patch de 9dBi en el transmisor y una antena omnidireccional de 5dBi en el receptor y modulación a 50kb. *Si se usa una modulación de 100kb hay que calcular unas perdidas adicionales de 3dBm.*

Sólo en los equipos XLRS hay un instrumento de medida del ALCANCE en kms que tiene en cuenta la señal recibida, la cantidad de paquetes, el ruido de fondo y la distancia.

Si hay algun problema con las antenas, los sistemas de radio, mal montaje, etc que degrade la señal de RF, este instrumento lo muestra. Es muy util pues le da al piloto una indicación simple y rapida de hasta donde puede llegar el avion o dron.

### **Alcance de trabajo:**

El alcance de trabajo o cobertura no es el alcance máximo del sistema, si bien se puede llegar al limite maximo si se dispone de autopiloto con vuelta a casa automatica ó RTH, no es buena practica ir al limite cuando se vuela.

En la practica y con la experiencia de más de 1000 horas de

vuelo FPV lejano, podemos decir que se vuela de forma segura calculando el alcance de trabajo a la mitad del alcance máximo, dando un margen de unos 9dBm hasta el límite.

Si se va a volar todos los días y varias horas, es necesario reconsiderar el alcance de trabajo ya que cuanto más vuelos más posibilidades hay de tener algún problema y es bueno reducir el límite incluso a la mitad para aumentar en lo posible la seguridad del enlace de radio. Lógicamente esto depende mucho del sistema, condiciones de vuelo, antenas seleccionadas y del avión o dron.

Así un sistema con un alcance máximo de 200Km volaría con seguridad hasta 100Km y con mucha seguridad a 50Km.

Hoy en día casi el 100% de equipos llevan autopiloto con lo que muchas veces el vuelo es seguro ya que si hubiera algún fallo en el enlace de radio el autopiloto ayudará a salvar el avión y debería volver a casa ó al menos hasta recuperar el radio enlace. (No tiene porqué tener problemas si toda la instalación y equipo están en buen estado).

En aviones de coste medio ó alto que van a volar a 30Km ó más, se puede aumentar la seguridad del radio enlace y con ello el alcance de trabajo efectivo utilizando receptores redundantes y antenas con diferente posición e incluso polarización. Hay varios métodos para aumentar el alcance máximo.

**Vuelos FPV de larga distancia:**

En un vuelo FPV o UAV de larga distancia, es muy útil disponer del nivel de recepción de señal de radio (RSSI) y de los paquetes de datos válidas en todo momento.

Los sistemas XLR5 se caracterizan por su alcance de radio hasta 200Km y su fiabilidad.

Es de mucha ayuda al piloto el cálculo del alcance máximo que se muestra en el XOSD, un instrumento que sólo hemos visto en los equipos XLR5.

Para garantizar un buen enlace de radio es necesario saber en todo momento que nivel de cobertura de radio disponemos ya que depende de las antenas usadas, la configuración del sistema, receptores y emisores elegidos y de la posición de las antenas ya que el avión o dron se está moviendo continuamente.

En el XOSD, disponemos de buenos instrumentos para saber en todo momento la calidad de nuestro enlace de radio.

Con estas indicaciones se tiene una estimación precisa del alcance de nuestro equipo en vuelo. Realizando unos sencillos cálculos se puede establecer cuántos km alcanzará nuestro sistema con la configuración actual. Hace unos años que ya disponemos del instrumento RT RANGE que lo calcula y vigilará por nosotros.

Estas mediciones junto con los demás instrumentos nos servirán para saber si nuestro sistema está en las mejores condiciones de instalación, en el despegue e incluso durante todo el vuelo, incluso si nos acercamos a alguna fuente de interferencia, etc. afinando la calidad de nuestro equipo hasta límites insospechados.

### **Ejemplos:**

**Avion UAV estandar ó dron.** Polarización vertical. En la emisora una buena opción es una [patch de 9dBi](#) y una [omnidireccional de 5dBi](#) en el avion.

**Globos aerostaticos.** Como pueden subir hasta 39.000ft, 12.000m ó más, lo mas probable es que se apunte casi en la vertical, por lo que es preferible usar antenas helicoidales en tierra y de seta en el globo de polarización circular.

### Pruebas alcance:

*El acceso a estos links puede estar restringido. [dmd@dmd.es](mailto:dmd@dmd.es)*

- [Pruebas alcance XLRs en interiores.](#)
- [LRS y video 36Km España,](#) interpolación resultados a XLRs.
- [LRS y video 100Km España,](#) interpolación resultados a XLRs.
- [XLRs 14.8Km España.](#) Varias antenas y equipos.