



Una visión sobre la emisión RC en 2.4Ghz

Problemas actuales

Creo que a nadie le gustan las limitaciones del sistema FM PPM o PCM en 35Mhz. La principal limitación y causa de problemas es el uso de la misma frecuencia por más de un piloto. Si yo estoy volando en el canal 62 y otro piloto enciende la emisora en el mismo canal, mi avión entrará en failsafe en el mejor de los casos o, en el peor, perderá totalmente el control. En ambos casos hay que reaccionar en segundos o pierdes el avión.

La segunda causa de problemas es la falta de estabilidad de emisoras y receptores, a los que pueden influir canales adyacentes. Utilizando buenos receptores Dual Conversión este problema se minimiza mucho, pero si una emisora adyacente emite con mucha potencia y con bastante desviación del canal, entonces terminará influyendo y cuando el avión se aleje de nuestra emisora puede tener serios problemas.

Esto es una tecnología muy simple y antigua, comercializada hace varias décadas buscando la simplicidad para poder limitar el precio, tamaño y peso de los receptores. En ningún momento se esperaba que un microprocesador fuera a estar involucrado así que no tenía sentido hacerla más compleja.

Distribución dinámica de espectro DSS

Sin embargo, hay tecnologías mucho más eficientes y fiables para emitir señales de bajo ratio de información como las que usamos en RC. Un ejemplo claro de ello son las emisiones en modulación de fase PSK, más inmunes al ruido que FM. Si a esto le unimos la tecnología de distribución dinámica de espectro (DSS) tan en boga en la transmisión digital moderna, tenemos la creme de la creme.

Así que ¿por qué no usarlo en RC? Sin duda - hasta hace poco - todos nos lo hemos preguntado. Si tengo un móvil de 15€ que usa DSS o una llave Bluetooth o Wifi por menos de 20€ que se comunica perfectamente usando DSS, ¿como es que mi emisora RC de 400€ no puede usarlo?

Las emisoras de 2.4Ghz han venido a responder precisamente a esto. Para bien o para mal.

Para bien porque han hecho que el mercado se mueva. Y para mal porque... 2.4Ghz es una mala elección técnica.

Gracias principalmente a Spektrum, el mercado se ha movido, y nada volverá a ser lo que era. Ciertamente otras marcas tienen productos más avanzados y completos que Spektrum, pero hay que reconocer que si no fuera por Spektrum, todavía estaríamos con FM como única opción, dado que las otras marcas, como Futaba, simplemente han tenido que reaccionar. Es cierto que Futaba llevaba ya bastante tiempo investigando y trabajando en DSS pero no hubiesen sacado algo



comercial en el tiempo en que lo hicieron si no fuera por la competencia de Spektrum.

¿Es lo mismo DSS y emitir a 2.4Ghz?

Y aquí estamos, con una tecnología excelente, DSS, pero una elección de frecuencia pésima.

En esto he visto mucha gresca en los foros. Mucha gente adopta actitudes casi religiosas (a favor o en contra) de las emisoras a 2.4Ghz. Pero es que primero habría que aclarar que es una emisora a 2.4Ghz, y que es una emisora DSS. Porque mucha gente opina sin saber muy bien de lo que habla.

Por otra parte, no intento entrar en si es legal o no para aeromodelismo en España, ni siquiera contemplo como planteamiento serio de un aeromodelista el usar algo que no sea legal. Lo que no sea legal explícitamente para aeromodelismo, en mi opinión no debería usarse. Seamos serios.

No obstante, no entro en la legalidad porque, desde un punto de vista técnico, la frecuencia 2.4Ghz seguirá teniendo los mismos problemas sea legal para aeromodelismo o no. Mi reflexión en voz alta va mas en éste segundo aspecto.

DSSS y FHSS

DSS - distribución dinámica del espectro, es una tecnología de transmisión que se basa en no transmitir en una única frecuencia, sino en multiples frecuencias alternativamente. Esto se puede lograr de diferentes modos, uno es DSSS y otro FHSS. Para información más detallada de la que aquí presento se puede consultar Wikipedia (simplemente buscar dichos términos) o, para personas con interés técnico más profundo, cualquier publicación de ingeniería de telecomunicaciones al respecto.

En el **primero**, DSSS se mezcla matemáticamente con ruido de forma que semi-arbitrariamente, se emite una señal primero en una frecuencia A, luego en otra B y finalmente en una C. El numero de frecuencias en las que se va emitiendo y la semi-arbitrariedad depende de la aplicación específica.

La **segunda**, FHSS, utiliza un algoritmo concreto para decidir emitir en una frecuencia A, luego B y finalmente C. Por ejemplo saltar siempre en ese orden de frecuencia en frecuencia.

Ventajas de DSS

Luego vemos cuál es más interesante de las dos en RC. Pero antes, ¿cuales son las ventajas de DSS, sea cual sea el método empleado? Pues en primer lugar, que son señales prácticamente indetectables por un tercero. En un analizador de espectros dichas emisiones se confunden casi completamente con el ruido de



fondo, así que resulta muy difícil intentar capturarlas, a menos que se sepa el algoritmo exacto usado para transmitir. Esto no tiene mucho interés en RC.

Así que ¿habrá alguna otra cosa que sea de interés, no? Pues sí, la hay. El mismo hecho de transmitir en distintas frecuencias, permite aprovechar todo el espectro disponible. En el caso de transmisión por paquetes, como en RC, en wifi o en Bluetooth (si bien el formato de los paquetes difiere enormemente), significa que envías un paquete en una frecuencia, el siguiente en otra, y así sucesivamente. De ésta forma, si hay mucho ruido en una frecuencia determinada, lo máximo que pierdes es un paquete. Si todas las frecuencias tienen un ruido muy alto, la transmisión fallará completamente, pero esto no es muy habitual. Lo más normal es que ciertas partes del espectro estén perjudicadas por el ruido, pero no todas.

Cuanto más amplio sea el espectro, más posibilidades habrá de encontrar frecuencias libres de ruidos. Es una de las razones por las que nunca podríamos usar DSS en 35Mhz: tenemos un espectro demasiado estrecho para poder tener ninguna de las ventajas de DSS. Hay que irse a 400Mhz o más para poder tener un espectro lo suficientemente amplio como para aprovechar la ventaja de DSS.

Pero hay otra ventaja, que como usuarios de móviles o de Wifi nos parece una facilidad obvia pero que en RC nos parece casi milagrosa: no hay que acordar previamente ningún canal con nadie. Todos los canales están disponibles para todos a la vez, solo hay que garantizar que todos usan DSS: Como todos cambian de canal continuamente, la mayor parte del tiempo se encuentran canales libres suficientes para una velocidad de transmisión adecuada.

Y ambas son características extremadamente interesantes para RC, dado que resuelven las causas más habituales de interferencias que tenemos en FM tradicional, excluyendo las propias del piloto (bien en vuelo o en montaje)

Limitaciones de DSS

No resuelven, obviamente, ninguno de los problemas ocasionados por mala instalación del receptor, ruido introducido por servos, motor o variador, ni muchas otras, pero que no son debidas a la transmisión sino a una defectuosa instalación. Estas últimas nunca se podrán eliminar usemos el sistema presente o futuro que usemos.

Finalmente, en lo referente a DSS, ¿tiene limitaciones en RC? Pues pocos. La primera limitación es que no admite un número infinito de usuarios o canales. Esto es obvio, pero en un espectro lo suficientemente amplio nunca sería un problema en ningún campo de vuelo. Al fin y al cabo, por espacio físico, ¿cuántos aviones pueden volar a la vez? 10? 20?

Otra limitación, hasta cierto punto, es que la tecnología es mucho más sofisticada que en FM PPM, lo que implica costes más altos en el equipamiento pero sobre todo resulta más complicado de entender, afinar y diagnosticar problemas.



Hablemos ahora de DSS en 2.4Ghz

Así que DSS está muy bien para RC, en mi opinión. Creo que es donde deberíamos movernos en el futuro.

Elijamos ahora una frecuencia ideal para DSS en RC. Según hemos visto antes, tiene que ser un espectro amplio para permitir múltiples canales y reducir posibilidades de interferencias por ruido. Para esto lo mejor es cuanto más alta mejor, dado que las entidades de certificación de telecomunicaciones pueden ampliar los espectros a frecuencias más altas, no más bajas. Por ejemplo a 1Ghz, un espectro del 10% corresponde a 100Mhz, de sobras para infinidad de canales y reducido riesgo de ruido. A 35Mhz un 10% serían 3Mhz, totalmente insuficiente para usar DSS.

Pero una vez elegida la frecuencia del espectro en cuestión, tiene que estar liberada para uso en RC. Es decir, tenemos que tener permiso para usar dicho espectro. Esto es harto difícil, ya que el espectro de frecuencias es un recurso muy codiciado, y que cuesta mucho dinero adquirir.

Una cosa es obtener unos 200Khz en una banda de poco valor comercial como la de 35Mhz tal y como tenemos ahora, y otra muy distinta es obtener un espectro de 100Mhz en una frecuencia superior al GHZ, donde infinidad de compañías de todo tipo, estándares civiles y militares e intereses mediáticos muy fuertes compiten con llevarse parte de la tarta. El mundo RC da risa en comparación.

Así que ¿que haría yo si tuviese una start-up como Spektrum y quisiera sacar algo al mercado sin mucha complicación? Pues elegir un espectro libre gratuito. Hay varias bandas gratuitas en según que países, por ejemplo 433Mhz, 868Mhz, 1.3Ghz, 2.4Ghz, etc.

¿Cuál de ellas elegir? Pues la de implementación más barata, nuevamente si quisiera sacar algo con el mínimo coste. Dado que en 2.4Ghz hay muchísima electrónica disponible para wifi, bluetooth, ZigBee y un largo etcétera, parece la decisión lógica, ¿no?

Pues rotundamente no.

Comercialmente sí, pero técnicamente no.

¿Por qué es libre y gratuita la frecuencia de 2.4Ghz?

Pues porque es una frecuencia de transmisión muy ineficiente. Coincide en el centro mismo de la frecuencia de resonancia de la molécula de agua, lo que atenúa fuertemente la capacidad de propagación en el aire, si la comparamos con frecuencias alejadas en rango. Así que el mundo de comunicación a larga distancia, con radioenlaces, nunca podría utilizarla eficientemente. Por otra



parte, dispositivos como los teléfonos móviles tendrían que emitir con bastante más potencia para conseguir el mismo alcance que hoy día si usaran 2.4Ghz, así que tampoco hay interés. Finalmente, están los hornos microondas, que emiten de forma discriminada en dicha frecuencia, elevando el nivel de ruido de fondo a tal punto que hace impracticable el uso comercial eficiente de cualquier tecnología en esta frecuencia para uso doméstico. Claro, que no siempre tenemos encendido el microondas o bien utilizamos nuestros wifis, bluetooths y demás a cierta distancia en la que pensamos que no nos afecta. Sí que afecta y mucho, la capacidad de emisión wifi se reduce drásticamente en las proximidades de un horno microondas encendido, dado que la mayor parte de los paquetes se pierden.

Pero, para RC, podríamos decir que hay pocas probabilidades de que nos afecte un horno microondas. Al fin y al cabo, volamos en un campo de vuelo. Y es cierto.

Y además, podríamos decir que, aunque la capacidad de propagación de una señal en 2.4Ghz se ve muy afectada por la humedad atmosférica, no lo es tanto como para no poder usarse en nuestros aviones que no se alejan más de 300-500mts. Y también es cierto.

Entonces, ¿porque diríamos que 2.4Ghz es una mala elección?

Pues porque es una frecuencia libre. Lo anterior es simplemente el razonamiento de porqué es libre. Una vez liberada, dicha frecuencia se ha visto invadida en todo su espectro por una cantidad innumerable de cacharros de todo tipo. Wifi, Bluetooth y ZigBee son tecnologías muy bien pensadas y con las que se puede coexistir en una emisión RC, dado que utilizan DSS para distribuirse el espectro. En el peor de los casos, nos estarán introduciendo ruido en unos canales que nuestro receptor sabiamente ignorará, con lo cual la velocidad de respuesta de nuestros servos será menor, en general, a un nivel imperceptible.

Pero no todos los cacharritos que emiten en 2.4Ghz son tan civilizados como ellos. Ya hemos hablado del horno microondas, probablemente el ejemplo más gordo, porque prácticamente satura de ruido el espectro completo. Pero es que hay muchos otros aparatejos que sí podrían estar en el campo de vuelo, y que tampoco usan DSS en absoluto. Por ejemplo repetidores de vídeo, que tienen un gran ancho de banda y eliminan de un plumazo varios canales posibles a la vez. 4 o 5 canales de video emitiendo simultáneamente nos dejarán sin opciones de usar el espectro de 2.4Ghz, y esto no es nada difícil. Basta con un par o tres de pilotos en modo FPV (algo que será cada vez más habitual) y alguna fábrica o casa cercana con un repetidor de video inalámbrico y ya está, espectro completo.

Así que en 2.4Ghz vuelves a la vieja historia de potenciales canales usados, preguntar si hay sitio, etc. O peor, llegas al campo de vuelo, enlazas emisora y receptor, te pones a volar y todo bien. Llegan dos o tres, encienden sus repetidores de video, y tu avión se queda sin control.



Alternativas

Entonces, parece que ya estábamos en el buen camino, con DSS, y ahora nos chafan el invento.

Pues sí. Y no hay demasiadas alternativas fáciles, por lo que comentábamos antes, todas las frecuencias interesantes tienen tan alto valor que difícilmente lleguen nunca a ser asequibles para que las empresas que fabrican cacharros RC puedan pagar derechos, royalties y demás. Tendría que convertirse en un hobby realmente masivo y aún así... O sea que tendremos que pensar en frecuencias libres.

Así que en mi opinión, DSS es el futuro, pero 2.4Ghz no. O al menos no para mí. Ojalá se pasara a otra de las frecuencias libres que tienen menos problemas, como 1.3Ghz o 5.2Ghz. Nuestras emisoras y receptores podrían ser un pelín más caros, pero estaríamos realmente en el buen camino.

Gracias a Ariel.

Página del artículo. <http://arocholl.blogspot.com/2008/02/una-visin-sobre-la-emisin-rc-en-24ghz.html>