



**CONTROL
DRON**

**SISTEMA DE CONTROL DE LA
AERONAVE**



Índice

1. [SEÑALES ELECTROMAGNÉTICAS](#)
2. [RANGO DE RADIOFRECUENCIAS](#)
3. [ALCANCE DE EMISIÓN](#)
4. [MODULACIÓN DE SEÑAL](#)
5. [INMUNIDAD DE LA SEÑAL](#)
 - a. [PMP \(modulación por posición de pulso\)](#)
 - b. [PCM \(modulación por codificación de pulso\)](#)
6. [TIEMPO DE LATENCIA](#)



Señales electromagnéticas

La comunicación que hay establecida entre la unidad de control en tierra y el RPA se lleva a cabo a través de emisiones de ondas de radio.

Estas ondas de radio son emisiones electromagnéticas, que consisten en ondas producidas por movimientos ondulatorios asociados a un campo eléctrico y a otro magnético perpendiculares entre sí (ondas transversales).

La radiación magnética originada por la electricidad que circula a través de la antena del equipo emisor, tiene la capacidad de propagarse en todas direcciones en el vacío sin necesidad de ningún medio o soporte material a la velocidad de la luz (300.000 km/s), llegando hasta la antena del equipo receptor, donde induce sobre ella una electricidad de las mismas propiedades que la señal original del emisor. Así es como se establece la transmisión de información entre la unidad de control y el RPA.

[Vídeo Ondas Electromagnéticas](#)





Rango de radiofrecuencias

Las ondas electromagnéticas se clasifican por su frecuencia. Se denomina frecuencia de oscilación al número de ondas completas (ciclos) que se repiten por segundo. Su unidad de medida es el hercio (Hz). Por definición, una onda completa por segundo equivale (1 Hz). Para medir frecuencias mayores, emplearemos múltiplos de 1000 hercios dándoles la siguiente nomenclatura:

1000 Hz	1 kilohercio (kHz)
1000 kHz	1 Megahercio (MHz)
1000 MHz	1 Gigahercio (GHz)
1000 GHz	1 Terahercio (THz)
1000 THz	1 Petahercio (PHz)

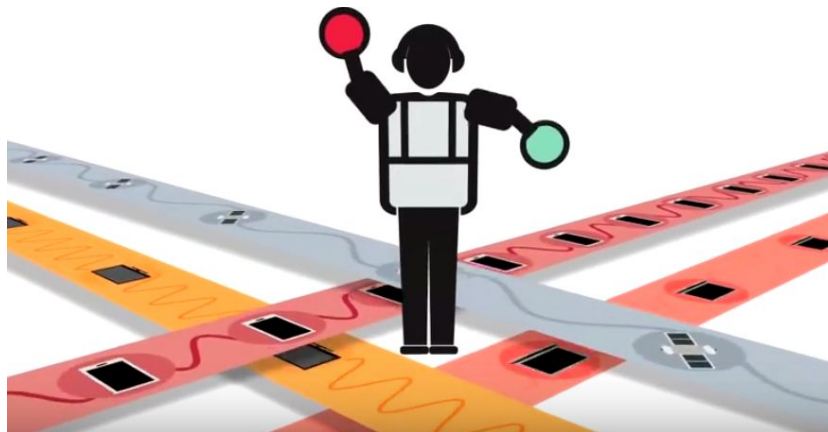
Ordenando todo el rango de señales electromagnéticas posibles de menor a mayor frecuencia, se obtiene el espectro electromagnético, el cual abarca desde las frecuencias más bajas, de donde parte el espectro radioeléctrico, y se extiende más allá de este, abarcando las microondas, los infrarrojos, el espectro de luz visible (del rojo al violeta), los ultravioletas, rayos X y rayos gamma, a medida que aumentamos de frecuencia en la escala.



EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Es el rango de frecuencias que comprende las ondas de radio, ya que por sus propiedades, son las idóneas para ser modificadas y empleadas para transmitir información de manera inalámbrica. Este rango irá de los 10kHz (frecuencias muy bajas) a los 300 GHz (frecuencias extra-altas). En la comunicación que se establece entre los equipos de control remoto, como es el caso de los RPA, las frecuencias empleadas son las conocidas como VHF o muy alta frecuencia, que abarca de 30 a 300 MHz, y las de UHF o ultra alta frecuencia, de 300 MHz a 3 GHz.

[Vídeo el ESPECTRO RADIOELÉCTRICO](#)





Alcance de emisión

El alcance de una señal electromagnética viene dado por la potencia de emisión (intensidad del campo eléctrico que la origina). Con una potencia de emisión grande, se conseguirá generar una señal más intensa capaz de llegar más lejos dado que la fuerza de la señal electromagnética se va degradando progresivamente con la distancia. Esto demandará un mayor consumo eléctrico por parte del equipo emisor, con el inconveniente de agotar antes las baterías de las que se alimente.

Otro factor a mencionar en las frecuencias de trabajo de los RPA es el alcance de recepción, que se verá reducido si interponemos algún tipo de obstáculo entre medias del emisor y el receptor, pudiendo llegar a producirse una pérdida de señal. Se debe mantener lo que conocemos como “línea de visión” despejada para conseguir una comunicación óptima.



Modulación de señal

Como hemos visto anteriormente, las ondas de radio se pueden emplear para transmitir información (sonido, imagen o datos) modificando sus características, lo que recibe el nombre de modulación de la señal.

La modulación se consigue modificando la onda portadora aplicando sobre ella una onda moduladora, que es la que moldea la señal “escribiendo” sobre ella la información a transmitir.

Una onda de radio se puede modular en amplitud (AM), alterando la altura de las ondas, o en frecuencia (FM), variando la longitud de onda y, por consiguiente, su frecuencia. En las modulaciones se asigna un máximo y un mínimo de variación en la que se desenvuelve la transmisión de la información en la señal.



Inmunidad en la señal

Las señales radioeléctricas son susceptibles de ser alteradas por fenómenos meteorológicos como tormentas, electricidad estática u otras fuentes que produzcan electricidad, ya que intrínsecamente se creará un campo magnético que interferirá en ellas, modificando sus propiedades iniciales. Este tipo de perturbación se conoce como **ruido radioeléctrico**.

La modulación FM es bastante más inmune al ruido radioeléctrico de lo que resulta ser la modulación AM, ya que la amplitud es el parámetro que más se ve afectado por este tipo de perturbaciones.

Los sistemas de control de los RPA, a modo de protegerse frente al ruido radioeléctrico y al robo o manipulación de la señal por terceros, codifican la señal por pulsos. Para ello, tanto en la aeronave como en la estación de control, se encuentra un módulo de procesado que codifica la señal a emitir y descodifica la señal recibida.



Existen dos tipos de codificación de la señal:

- ❖ **PMP (modulación por posición de pulso).** Es un sistema analógico que tiene ya más de 40 años y fue desarrollado por la NASA. La información se codifica en forma de tren de impulsos en el que hay tantos impulsos como canales (se requiere un canal para cada parámetro), más un impulso ancho de sincronismo que resetea al receptor y lo prepara para recibir el siguiente tren. Cada impulso de canal puede tener una duración de entre 1 y 2 milisegundos. Tiene el inconveniente de que en ausencia de señal correcta, se descontrolan todos los parámetros ya que, al saltarse un pulso, la información de cada canal se desplaza al siguiente canal, dando información errónea a todos ellos hasta que se produzca la recepción de un nuevo tren de impulsos correcto.
- ❖ **PCM (modulación por codificación de pulso.)** Es un sistema digital que incluye microprocesadores ADC (Analogic Digital Converter) que convierte las tensiones analógicas de los diversos sistemas de información y control en números binarios. Tiene la ventaja de realizar chequeos de los datos emitidos y recibidos de modo que si se detecta un error en el mensaje o pérdida de señal por un breve período de tiempo, aparte de avisar por medio de un indicador en la estación de control de esta situación, se mantiene enviando la última información válida recibida. Si el error se produce por un período de tiempo mayor o hay pérdida permanente de señal, se puede programar el receptor a modo Fail-Safe para que automáticamente posiciones la aeronave en estacionario o, en caso de un avión, centralize las superficies de control o autonivel y reduzca potencia.



Tiempo de latencia

Podemos definirlo como el tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce. Aplicado a las radiocomunicaciones, nos referimos con ello a la suma de retardos temporales que se originan en la cadena de transporte de la información desde que es producida, procesada, enviada, recibida, interpretada y entregada.