

LOS FUNDAMENTOS DE F5J K4 y K6. QUÉ SIGNIFICAN. CÓMO MEJORAR LA TREPADA (Indicios).

La competición F5J tiene por misión la de lograr un tiempo máximo de planeo después de un periodo de motor de duración controlada y posteriormente realizar un aterrizaje de precisión.

La duración del tiempo de motor tiene por objetivo conseguir unas determinadas condiciones de “igualdad” entre todos los participantes.

La vocación de la Fórmula F5J es la de permitir que los concursantes puedan utilizar cualquier tipo de motoveleros eléctricos con independencia de su tamaño y motorización y, todavía, tener alguna posibilidad de competir de una manera más o menos equilibrada.

De esta manera no se impone una barrera de entrada a la participación de concursantes vía la especificación de un determinado avión, dimensiones, motor, batería, marca u otros equipos de mayor o menor precio.

Este concepto es ideal para una fórmula de iniciación en donde lo que se persigue es ganar experiencia, generar vocaciones, aprender y enseñar pero también tiene todos los ingredientes de una alta competición en donde invertir grandes sumas de tiempo, dinero e ilusión para estar entre los mejores. Esto es lo que quieren diferenciar las constantes K4 y K6. La fórmula K6 está orientada a la iniciación y la K4 a la alta competición.

Volvamos a la duración del tiempo de vuelo con motor. Aquí empieza la física (no la metafísica) para explicar la utilización y justificación de las constantes.

No cabe duda que en el tiempo de motor lo que hay que hacer es ganar la máxima altura posible, llamemos h a la altura alcanzada al final del vuelo propulsado.

El velero habrá ganado una energía potencial:

$$[1] \quad Ep = m * g * h$$

Donde m es la masa del avión en kg, g la aceleración de la gravedad y h la altura en metros, Ep la energía potencial se medirá en Julios.

Con esa energía potencial hay que hacer máximo el tiempo de vuelo, buscando y encontrando ascendencias pero sobre todo aprovechando al máximo esa energía potencial haciendo que la disipación de energía del vuelo planeado sea mínima.

Esto es motivo de varios libros y no vamos a entrar en detalle ahora sobre el diseño de planeadores.

¿Quien ha suministrado al avión esa energía?: La batería.

En la batería se almacena energía química que nosotros utilizamos en forma eléctrica y con el tren de potencia: Regulador-Motor-Hélice, del que hablaremos en mis dos próximos artículos, generamos un empuje (T). Ese empuje es el que trasfiere la energía eléctrica a movimiento del aparato y (pilotado sabiamente) a esa ganancia de altura y de energía potencial.

Bien, esto ha sido el resumen y si el lector piensa que ya ha habido demasiada física o matemáticas, le recomendamos que pase directamente al apartado “conclusiones” porque lo que viene ahora está un poquito más cargado pero es necesario para llegar a las conclusiones.

QUÉ SIGNIFICAN LAS CONSTANTES “K”

El tiempo de motor, t , se calcula:

$$[2] \quad t_{motor}(\text{segundos}) = \left(\frac{\text{Masa}_\text{Avión}(gr)}{V_{nom_bat}(V) * I_{medida}(A)} \right) * K$$

Donde V_{nom_bat} es la tensión nominal de la batería (para una batería 3S lipo es 11,1V) y el valor I_{medida} es el valor medido con la pinza amperimétrica a los 5 segundos de mantener el motor a plena potencia.

Cuando participamos en K6 entonces sustitúyase K en [2] por el valor 6, y por 4 para K4.

La potencia eléctrica que entrega la batería se calcula como:

$$[3] \quad P_{electrica} = V_{bat} * I_{bat} (\text{Watos=Julios/seg})$$

Para calcular cuánto trabajo, o sea, energía ha entregado la batería habrá que multiplicar la potencia por el tiempo t durante la que esté operando.

$$[3.1] \quad E_{Electrica} = P_{Electrica} * t = V_{bat} * I_{bat} * t$$

Si toda la potencia eléctrica que entrega la batería se convirtiera en potencia mecánica y toda ésta se pudiera convertir a energía potencial(Julios) en altura del avión después de estar funcionando un tiempo t tendríamos de [1] y [3.1]:

$$[4] \quad E_{Potencial} = E_{Electrica} = V_{bat} * I_{bat} * t = m * g * h$$

O sea se puede calcular la altura h

$$[5] \quad h(\text{metros}) = \left(\frac{V_{bat}(V) * I_{bat}(A)}{m(kg) * g(m / s^2)} \right) * t$$

Donde V_{bat} e I_{bat} son la tensión de batería y la corriente que entrega la batería.

Si ahora tenemos en cuenta que $m * g$ es el peso en Newtons (no confundir masa en kilogramos, que es lo que ponemos en la fórmula de cálculo de tiempo, con peso en kilopondios, que se siguen llamando kilogramos en la calle, y que es lo que

medimos en la báscula durante las verificaciones) y si sustituimos el tiempo t por el tiempo calculado para el concurso de [2] tenemos:

[6]

$$h(\text{metros}) = \left(\frac{V_{bat}(V)*I_{bat}(A)}{m(kg)*g(m/s^2)} \right) * \left(\frac{\text{Masa Avión}(gr)}{V_{nom_bat}(V)*I_{medida}(A)} \right) * K$$

Si admitimos que la tensión de la batería permanece constante e igual a su valor nominal, $V_{bat} = V_{nom_bat}$, Que la intensidad permanece constante y es igual a la medida durante las verificaciones $I_{bat} = I_{medida}$ tendremos:

[7]

$$h(\text{metros}) = \left(\frac{V_{bat}(V)*I_{bat}(A)}{m(kg)*g(m/s^2)} \right) * \left(\frac{\text{Masa Avión}(gr)}{V_{nom_bat}(V)*I_{medida}(A)} \right) * K =$$

$$= \left(\frac{V_{bat}(V)*I_{bat}(A)}{V_{nom_bat}(V)*I_{medida}(A)} \right) * \left(\frac{\text{Masa Avión}(gr)}{m(kg)*g(m/s^2)} \right) * K =$$

$$h(\text{metros}) = \left(\frac{1000*m(kg)}{m(kg)*g(m/s^2)} \right) * K = \left(\frac{1000}{g(m/s^2)} \right) * K = h(\text{metros})$$

Esto es, si aproximamos $g(9,8 \text{ m/s}^2)$ por el valor de 10 entonces K significa, en valor numérico, el número de cientos de metros que el avión en condiciones ideales ascendería.

Para $K=6$, en condiciones ideales, el avión subiría a 600 metros, para $K4$ serían 400m.

Pero ahora el lector se preguntará pasmado. ¿Pero, si mi avión no sube ni a 200m? Hay algo mal aquí.

Claro, la respuesta está en LOS RENDIMIENTOS, con los mismos números de arriba los coches no gastarían ni medio litro a los cien km.

Cada vez que la energía cambia de forma, parte de ésta se pierde en calor, la eficiencia de la conversión, de estas eficiencias hablaremos en mis próximos artículos, se mide con su rendimiento que se expresa en tantos por ciento.

Hay buenas razones para que en una trepada no se pueda, ni de lejos, alcanzar estos valores óptimos.

1.- Tensión de la batería, considerada como la nominal puede llegar a caer por debajo de este valor.

2.-Como consecuencia de 1.- y del calentamiento del cobre y de la electrónica, la corriente baja a lo largo del tiempo de trepada. Los valores de intensidad que se usan se miden a los 5 segundos pero la trepada dura más tiempo, todo el mundo ha visto en la medidas de campo como la corriente siempre disminuye, no es de extrañar una pérdida de más del 10% de promedio frente al valor de verificación.

3.-El regulador convierte la corriente continua de la batería en alterna, casi trifásica, con pérdidas de unos 0,2 V de tensión (otro 2% de pérdidas aprox, ver mi artículo del variador y el motor).

4.-El motor que convierte energía eléctrica en rotación mecánica puede llegar a tener pérdidas de hasta el 30%.

5.-La hélice tiene un rendimiento propulsivo de a lo más de un 60%. Ver mi artículo del motor y la hélice.

Esto deja no más de un 40% de la energía a disposición del piloto y del avión para conseguir su misión, además, el avión en trepada disipa un poco más de energía que en vuelo planeado.

Hablaremos de estos efectos con más detalle y precisión más adelante.

CONCLUSIONES

La fórmula F5J K4 K6 pretende permitir a toda una variedad de diferentes motoveleros competir para alcanzar una misma altura.

No todos los aviones, pilotos y motores son iguales.

Para triunfar en fórmula K4 K6 además de tener un planeador óptimo hay que ser capaces de optimizar la trepada y tener muy buen aterrizaje de precisión.

Para optimizar la trepada hay que ser capaces de optimizar la eficiencia de cada uno de los componentes del tren de potencia sin penalizar (mucho peso, mucha resistencia) las características del vuelo de planeo.

Hay un potencial fabuloso de mejora y competitividad en un cuidadoso acoplamiento del tren de potencia y de la técnica de trepada.

Javier Hernández Rodero. Madrid 11 Enero 2011.

japi@clubpetirrojo.com

Prohibida la reproducción total o parcial sin consentimiento escrito del autor.