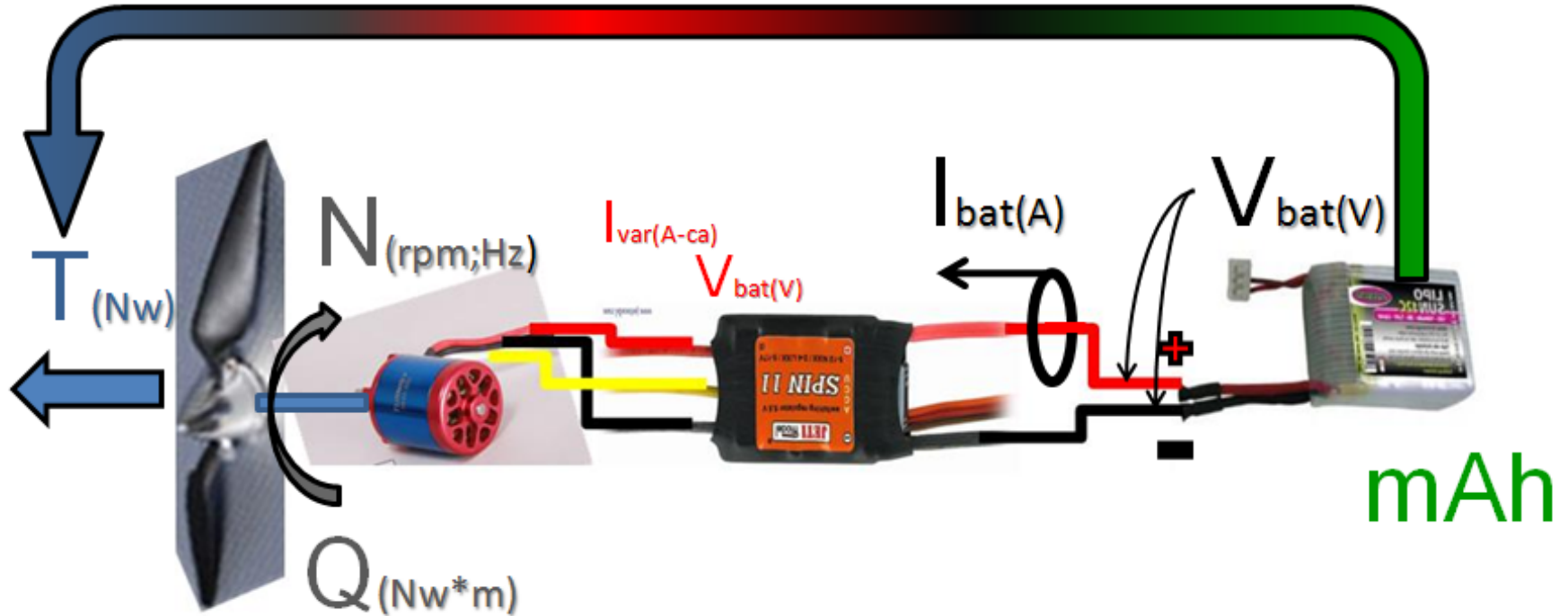


# EL TREN DE POTENCIA

**JAVIER HERNANDEZ RODERO**

**18 Febrero 2012**

# EL TREN DE POTENCIA



$$\mathbf{t} \text{ (motor)} = K(466) \text{ Peso(gr)}/V_{bat}/ I_{bat}$$

# LA BATERÍA

- Almacena energía para la trepada.
- En la inmensa mayoría de los casos se trata de baterías de Polímero de Litio (LiPo, LithiumPolimer) por ser el tipo de batería que más energía acumula por unidad de peso



# LA BATERÍA: Li Po

- Cada elemento tiene tensión nominal de 3,7V
- A carga completa cada elemento tiene 4,2 V
- Si la tensión de elemento se hace caer por debajo de 3 V se degrada muy rápidamente
- Si la tensión se hace superior a 4,2V : RIESGO DE INCENDIO o explosión
- Hay que cargarlas con cuidado. Con cierta supervisión no entrañan más peligro que el combustible líquido (gasolina, metanol..)

# LA BATERÍA: CARACTERISTICAS

- Numero de elementos en serie. Normalmente se agrupan en 2S, 3S o 4S. Los aviones 3D grandes tienen hasta 6S.
- “C” capacidad de carga se mide en miliAmperioshora (mAh) y es la cantidad de carga que almacena
- “C” también se usa ya no expresado en mAh sino en amperios para definir la severidad de la carga o descarga a la que se está sometiendo al acumulador
- Capacidad de descarga, medida en C's muy relacionada con la “resistencia interna”

# LA BATERÍA: OPERACIÓN



Imagen: Rcgrouops IA-Flyer

# LA BATERÍA: OPERACIÓN

- No hay una norma muy explícita de medir la capacidad de descarga, en general se considera una descarga de 10 horas.
- Una batería de 65C se está descargando a 650 veces más de los que la norma especifica. Desde luego no se puede pretender usar toda la capacidad de carga en aplicaciones en aeromodelos.

# LA BATERÍA: CUIDADOS

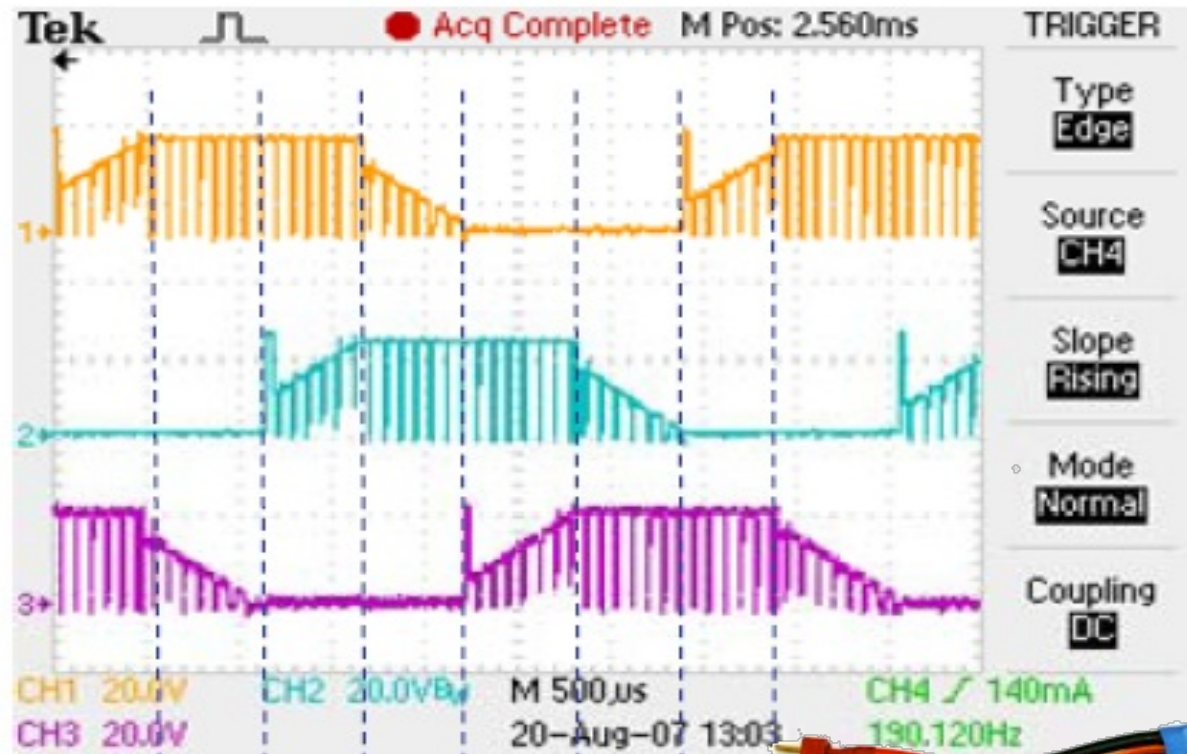
- SIEMPRE usar un cargador apropiado.
- Equilibrar de cuando en cuando
- Las lipos se almacenan cargadas o más bien a su “tensión de almacenamiento” 3,85 V por elemento.
- Nunca guardar una batería totalmente descargada
- Temperatura de almacenamiento entre 4 y 20 grados (algunos usan la nevera)
- Una recomendación: usa buenos conectores.

# EL VARIADOR

- Convierte la corriente continua en una corriente trifásica a la frecuencia apropiada para arrastrar el motor.
- En aeromodelos se usan controladores “sensorless”



# EL VARIADOR: CÓMO FUNCIONA



STEP1  
STEP2  
STEP3  
STEP4  
STEP5  
STEP6  
STEP6  
STEP1



# EL VARIADOR

- **Specs:**

Weight: **94g**

Size: **82x40x18mm**

Cells: **2-7S**

Max Current: **70A**

Burst Current: **80A**

BEC: **5A**

Timing: **1°/7°/15°/30°** programmable

PWM: **8/16K**

Cooling: **Water cooled**

- **Programming Options**

Cell Type: **NiMH/NiCD/Lipoly**

Cell Count: **2s~7S**

Throttle Setting: **Auto/Soft/Hard**

Brake: **No Brake/Soft/Medium/Hard**

Direction: **Clockwise/Counter Clockwise**

Cut off: **Soft/Hard**

Timing: **1°/7°/15°/30°**

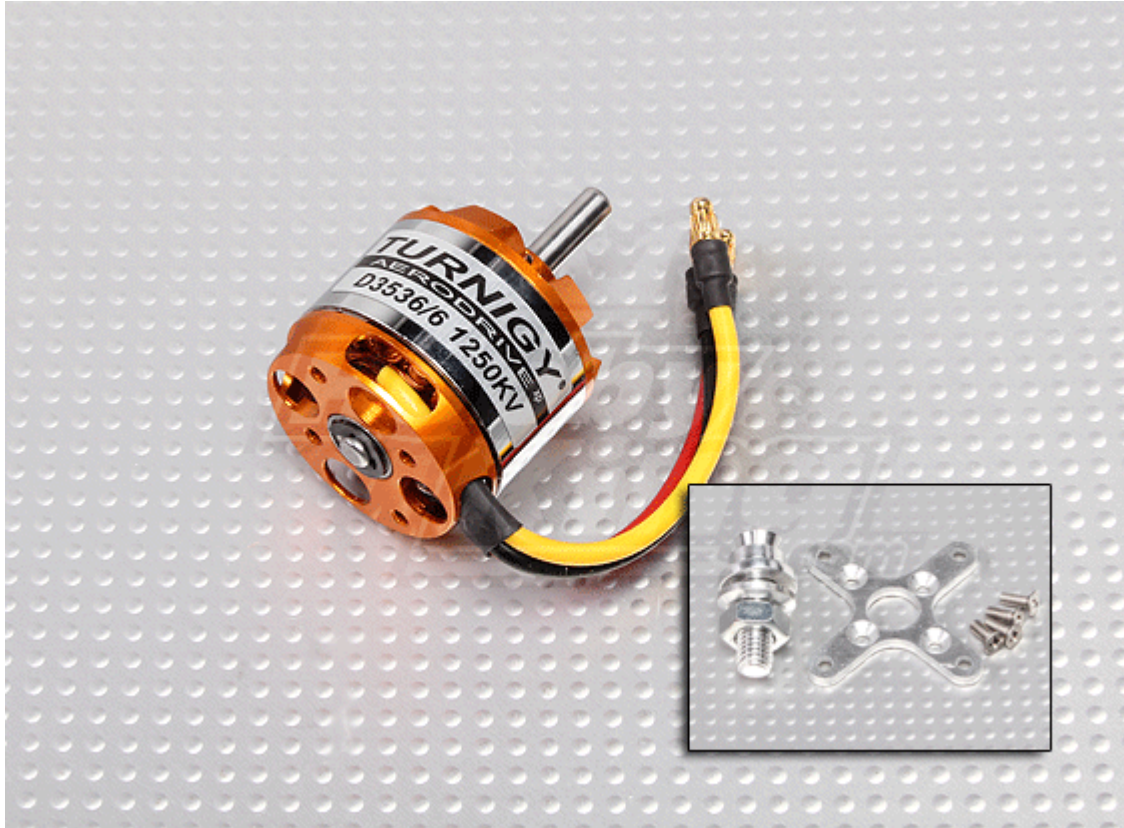
PWM: **8Khz/16khz**



# EL VARIADOR

- **Specs:**  
Weight: 94g  
Size: 82x40x18mm  
Cells: 2-7S  
Max Current: 70A  
Burst Current: 80A
- **La corriente máxima está limitada por sobrecalentamiento OJO: siempre mucho margen**
- **BEC: 5A**  
Timing: 1º/7º/15º/30º programmable  
PWM: 8/16K  
Cooling: Water cooled
- **Programming Options**  
Cell Type: NiMH/NiCD/Lipoly  
Cell Count: 2s~7S  
Throttle Setting: Auto/Soft/Hard  
Brake: No Brake/Soft/Medium/Hard **El freno cuanto antes pare mejor**  
Direction: Clockwise/Counter Clockwise  
Cut off: Soft/Hard
- **Timing: 1º/7º/15º/30º** **Cuanto menos avance mejor rendimiento pero menos potencia máxima**
- **PWM: 8Khz/16khz** **Cuanta más frecuencia mejor control pero menor rendimiento**

# EL MOTOR ELÉCTRICO

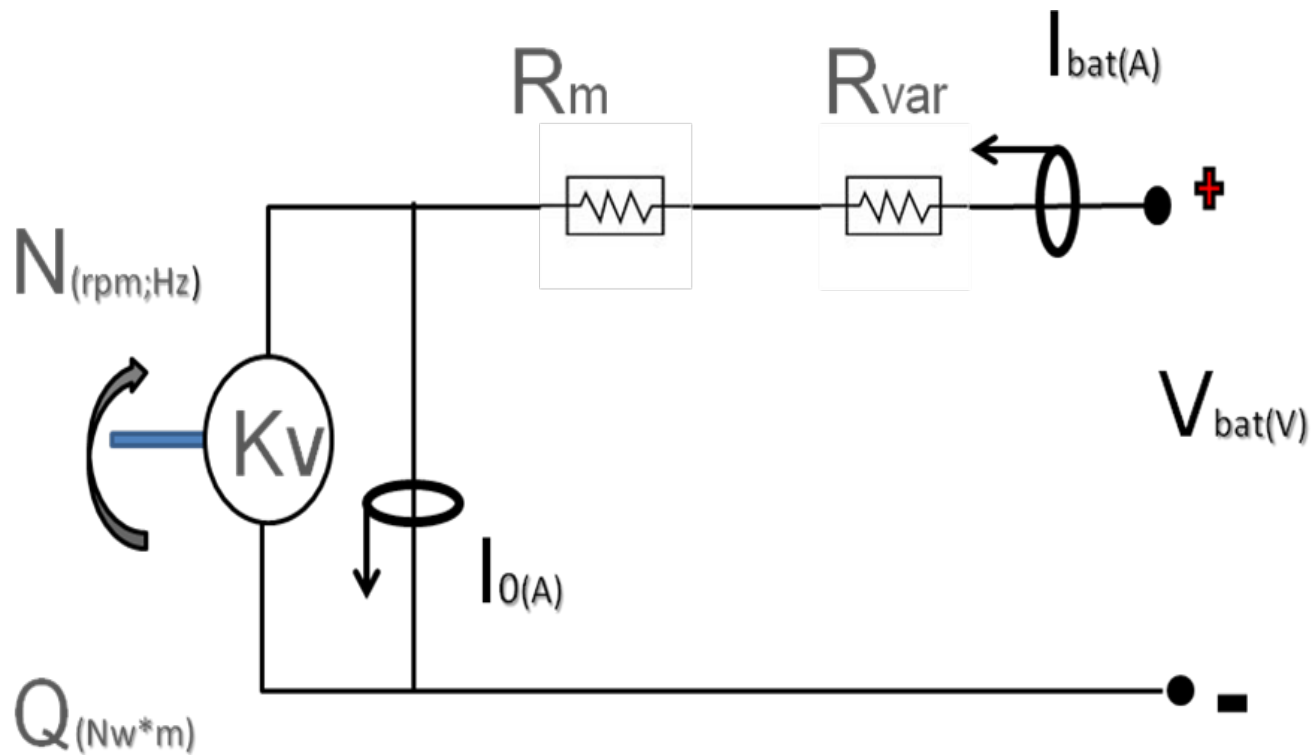


Diametro de eje  
Montaje del buje:  
-cerca del estator  
-cerca del rotor  
como en la figura

# EL MOTOR ELÉCTRICO: características

- $K_v$  se mide en rpm por voltio, así un motor de  $K_v=1000$  rpm/V girará a unas 12.000 vueltas por minuto en vacío alimentado a 12 voltios.
- $I_{max}$  es la corriente máxima que soporta
- $I_0$  es la intensidad en vacío del motor, la intensidad que circula cuando el motor está sin carga, es bastante independiente de la tensión de alimentación.
- $R_m$  es la resistencia de los bobinados entre las bornes del motor.

# CIRCUITO ELÉCTRICO DEL TREN DE POTENCIA



# LA HÉLICE



- Transforman la potencia del motor en empuje útil para el vuelo
- Se caracterizan por su Diámetro y por su Paso,
- Normalmente en pulgadas, por ej: 14x10



# LA HÉLICE

- Es como una ala, pero al dar vueltas....
- La potencia absorbe la hélice es proporcional a la superficie del disco que define y no a la superficie de sus palas.
- La velocidad del perfil del ala viene descrita por la velocidad de giro del eje.
- El ángulo de ataque lo daría su paso, en estático, en vuelo su ángulo de ataque se ve disminuido por la velocidad de avance del modelo.
- Así que si el diametro de la hélice es  $D$  y su paso  $p$ , llamamos ángulo de paso  $\beta$  a arc tangente de  $(p/D)$  y se demuestra:
- $POT = K(cte) * D^5 * N^3 * CP(\beta, V/(N*D))$
- $V/(N*D)$  se llama  $J$  y se llama factor de avance es como el ángulo de ataque quitado por la velocidad de vuelo y es trascendental



$P_0; \rho$

$V_0$



# LA HÉLICE

$V_0$

$V_H$

**T**

$V_H$

$V_0$

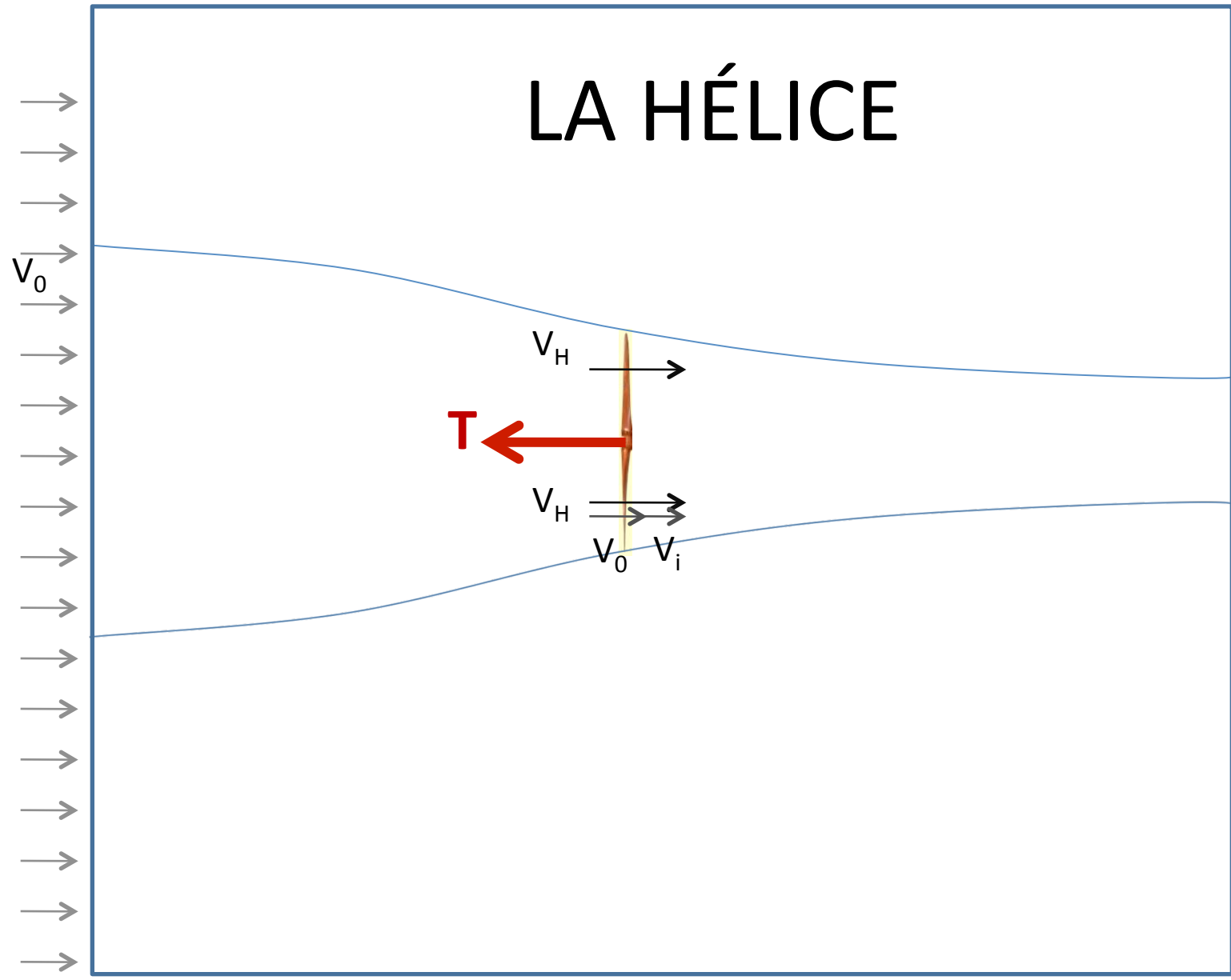
$V_i$

$V_0$

$V_s$

$V_0$

$V_0$



# LA HÉLICE

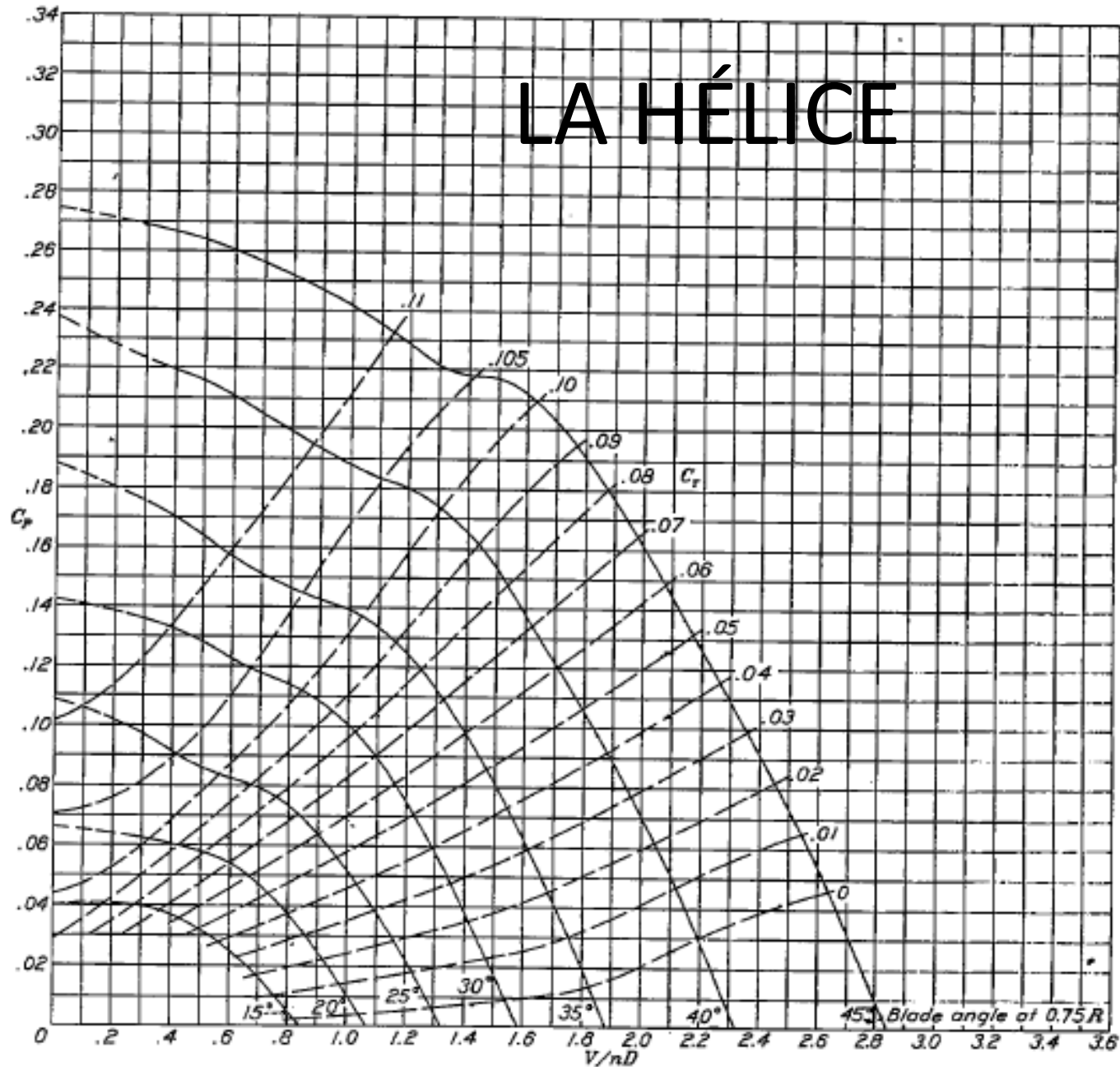


FIGURE 6.—Power-coefficient curves for propeller 5828-9, Clark Y section, 2 blades.



# LA HÉLICE

- El rendimiento propulsivo se ve muy afectado por el paso y el factor de avance. Que nadie se enfade esto es lo mismo que decir que el coeficiente de planeo se ve muy afectado por el ángulo de ataque
- Las hélices que usamos están en unos  $15^\circ$   $20^\circ$  de ángulo  $\beta$

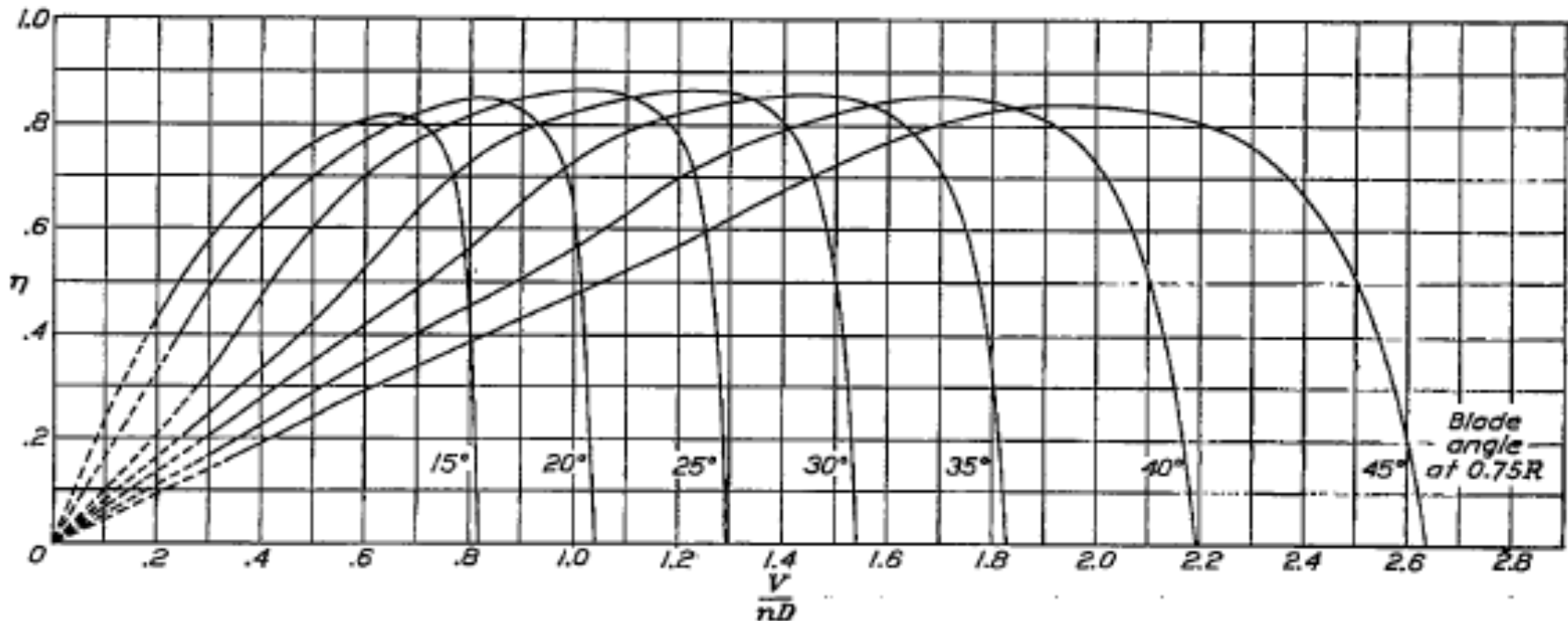


FIGURE 5.—Efficiency curves for propeller 5508-9, Clark Y section, 2 blades.



# MÉTODO OPERATIVO (I)

- Fórmula de K6
  - $t = 6 * \text{Peso (gr)} / V_{\text{nom}} / I_{\text{motor}}$
- Se recomiendan tiempos de motor entre 25 y 35 seg para ir empezando en la competición
- Pongamos 30 segundos objetivo
- Sabremos más o menos el peso de nuestro modelo (por ejemplo 1000 gramos)
- Decidiremos si queremos batería 2S o 3S (para ir empezando), pongamos 3S=11,1v

# MÉTODO OPERATIVO (II)

- En el ejemplo:
  - $I = 6 \cdot \text{peso}(\text{gr}) / 30(\text{s}) / 11,1(\text{v})$
  - $I = 18 \text{ A}$
- Me tengo que comprar un motor de más de 18 A de  $I_{\text{max}}$  por ejemplo de 25 A (interesa algo de margen porque la eficiencia máxima del motor está como al 60% de su  $I_{\text{max}}$ )
- Luego elijo el motor que tenga el Kv más bajo ( $k_v < 1000$  siempre que se pueda)
- Le pongo la hélice mas grande que de un tiempo cercano a 30 segs para este caso será una 11x5 o así

# MÉTODO OPERATIVO (III)

- Casi siempre habrá que hacer alguna prueba, además conviene tener hélices de repuesto
- Que batería pongo? Yo recomiendo que para empezar se consuma en la misión menos del 33% de la capacidad de la batería para que nos dure una temporada
- $18 \text{ A} * 30 \text{ seg} * 3 \text{ vuelos} = 450 \text{mAh}$  (recargamos en el descanso)
- O sea queremos una batería de 1500mAh o así

# ANÁLISIS DE UN VUELO

File : 20101003Competición trescantos.FDR Session: Session 5 .



# ANÁLISIS DE UN VUELO

File : 20101003Competición trescantos.FDR Session: Session 5.

