

¿SABES CÓMO TRIMAR TU ACROBÁTICO?

Todo el mundo habrá escuchado en el campo de vuelo: "atrasa un poco el centro de gravedad para...", o bien "añade un poco de incidencia al motor a la derecha...". A continuación, te enseñamos cómo trimar de forma correcta tu modelo. **Por Miguel Ángel García**

PARTE I

Como es lógico, lo que pretende todo aeromodelista es que su avión vuele lo mejor posible. Lo primero que hacemos cuando estrenamos un avión es el trimado del mismo, para que vuele perfectamente y podamos sacarle el máximo partido. Este aspecto se vuelve algo más complejo en un acrobático, ya que requerimos de un avión lo más tira-líneas posible, que suba y baje perfectamente a la vertical, que ejecute toneles sin la más mínima desviación de su eje y rizados más perfectos que los hechos con un compás. Por ello, el número de ajustes en un avión de estas características es más complejo que

en un sencillo entrenador, aunque también requiere de unos ajustes mínimos.

Debemos saber que el trimado empieza en casa. Y no sólo me refiero a ajustar los recorridos de los mandos, poner el centro de gravedad donde dice el fabricante y demás, sino a tareas previas. El comienzo para un ajuste fino empieza en la construcción. Debemos verificar una serie de aspectos que muchas veces se nos pasan por alto. Hay que comprobar escrupulosamente que el "escuadrado" (observar gráfico 1) del avión sea perfecto, es decir, hay que cerciorarse que las distancias de cada

punta de las alas al timón sean las mismas, que los estabilizadores estén perpendiculares al fuselaje, que haya la misma distancia desde la punta de cada estabilizador a la punta de cada semiala, que las alas estén perfectamente paralelas a los estabilizadores. (observar gráfico 2) Esto último es muy importante. Igualmente hay que ser sumamente cuidadoso con la lija, pues un ala algo más lijada o algo más revirada que la otra, genera una asimetría que dificultará el trimado del avión y a veces, es imposible eliminar este efecto. En la construcción tenemos un 40 % ganado para que el avión vuele perfectamente, un 50 % se lo

debemos al diseño del avión, y sólo un 10% al trabajo de trimado, que debe ser mínimo, ya que, si hemos hecho los deberes bien en la construcción y tenemos un buen diseño en nuestras manos, el avión debe volar de maravilla.

Es muy recomendable que os hagáis con un medidor de incidencias. (observar gráfico 3). Es muy triste ver en los campos de vuelo cómo las incidencias de las alas y estabilizadores no se tienen en cuenta, ponemos el estabilizador y las alas "más o menos" en el hueco que nos deja el fabricante, un poco de pegamento y ala, listo para volar... Pero en esta simple acción nos hemos ➤



PASOS QUE HAY QUE SEGUIR PARA UN CORRECTO AJUSTE DE NUESTRO MODELO

	PRUEBAS	RESULTADOS	AJUSTES Y CORRECCIONES
1. Vuelo neutro	Actuamos centrando cada mando al neutro.	Ajustamos mecánicamente para que los mandos queden enrasados a cada superficie.	Ajustamos transmisiones mecánicamente para centrar los trims a cero (ajuste mecánico).
2. Recorrido mando	Ajustamos el recorrido de cada mando al gusto de cada uno.	Un control sobre los mandos personalizado a cada estilo de vuelo.	Regularémos transmisiones, horns, ATV (o End of Point) y Dual Rates.
3. Centro de gravedad	Ascendemos formando 60° con el suelo (30° con la vertical) y hacemos medio tonel. Estamos en invertido. Soltamos los mandos.	A. Si no tiene desviaciones de trayectoria.	A. Perfecto. No toques más.
		B. Si el modelo tiende a bajar.	B. Retrasamos centro de gravedad.
		C. Si el modelo tiende a subir.	C. Adelantamos centro de gravedad.
4. Incidencia motor arriba-abajo. (Metodo 1)	Rectos y nivelados... nos ponemos perpendiculares al viento (¡no en contra ni a favor!). Velocidad normal de vuelo. Cortamos motor de golpe y observamos... ¡¡¡Atención!!! Cualquier cambio de B o C, modificaría todo y habría que repetir la prueba del punto 5 y 6.	A. Si el avión continúa su trayectoria con un leve y gradual descenso.	A. No cambiamos nada... ¡Perfecto!
		B. Si el modelo súbitamente tiende a caer (casi no planea) debemos...	B. Dar incidencia negativa al motor (hacia abajo), colocamos una arandela y probamos de nuevo.
		C. Si el modelo no tiende a bajar gradualmente sino que se mantiene casi horizontal planeando en exceso, debemos...	C. Dar incidencia positiva subiendo la inclinación del motor (hacia arriba).
5. Incidencia motor arriba-abajo. (Metodo 2)	Rectos y nivelados, nos ponemos de nuevo perpendiculares al viento, ascendemos verticalmente y soltamos mandos.	A. Si el modelo asciende perfecto en la vertical.	A. No cambiamos nada... ¡Perfecto!
		B. Si el modelo tiende a ir hacia la cabina.	B. Dar incidencia negativa al motor hacia abajo
		C. Si el modelo tiende a ir hacia el tren de aterrizaje.	C. Dar incidencia positiva subiendo la inclinación del motor hacia arriba.
6. Ángulo de incidencia.	Nos situamos perpendiculares al viento, cogemos bastante altura y bajamos totalmente verticales con el motor al mínimo y soltamos mandos. ¡¡Modificar este punto supone empezar desde el punto 3 otra vez!!	A. Si el modelo continúa una línea vertical perfecta.	A. Todo perfecto, no toques nada.
		B. Si el modelo sale hacia la cabina.	B. Aumentar la incidencia de las alas. (Añadir 0.25° y probar)
		C. Si el modelo sale hacia el tren.	C. Reducir la incidencia de las alas. (Quitar -0.25° y probar).

➤ cargado todo el trabajo y, probablemente, el avión tenga unos vicios en vuelo muy difíciles de eliminar. Por ello que hay que ser muy cuidadoso en este aspecto. Por regla general, las incidencias de los estabilizadores son de 0°, la del motor es de 1,5°-2° hacia la derecha y -1° hacia abajo, mientras que las alas podemos situarlas entre 0,25°-1° de incidencia positiva (borde ataque más elevado que el borde de fuga). Estas incidencias son aproximadas, lo ideal es poder regularlas independientemente. Lo que sucede es que

sólo unos pocos acrobáticos de alta gama dejan esta opción para poder trimar nuestro avión. Otra opción es calzar el ala y variar la incidencia del motor mediante arandelas en la bancada, siempre dejando los estabilizadores a 0° como eje de referencia inicial.

Debemos entender la filosofía del trimado como la actuación sobre las regulaciones y ajustes del avión de forma que, por mucho que toquemos, nunca llegaremos a la perfección. Y es que depende de muchos factores y variables que hay que tener

en cuenta y que se oponen entre sí. Al modificar un parámetro para corregir una actitud de vuelo, estad seguros que hemos empeorado otra cosa que estaba mejor que ahora; pues el trimado de un acrobático, como dice un buen amigo mío, es como un globo: si aprietas por un lado para corregir una deformidad, se estropea y deforma por el otro.

A continuación, se muestra una tabla con los pasos que hay que seguir para un correcto ajuste de nuestro modelo. Debemos hacer hincapié en que si ajustamos alguno de los pun-

tos que seguidamente se muestran, probablemente habrá que empezar de cero, ya que cada cosa que tocamos modifica las anteriores. Paciencia: el ajuste de un acrobático puede alargarse durante muchos vuelos hasta que queda lo mejor posible.

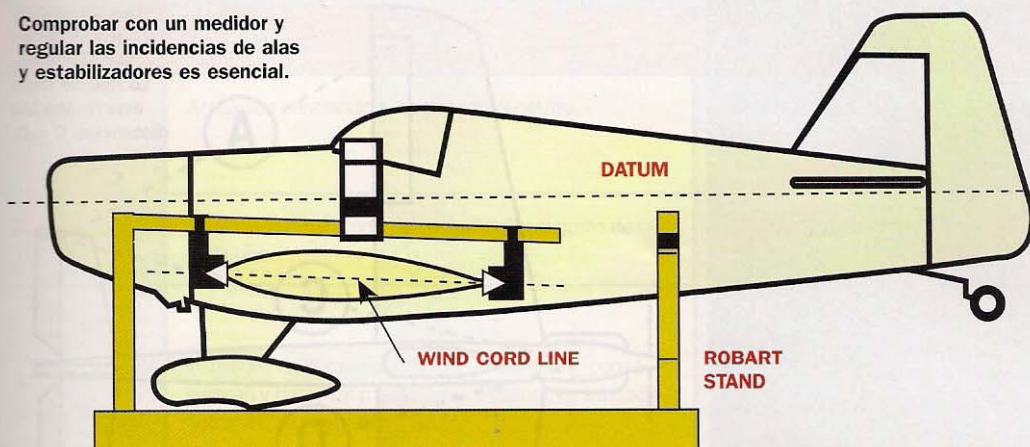
Veamos a continuación punto por punto la tabla superior.

VUELO NEUTRO.

Antes de empezar debemos verificar con rigurosidad milimétrica que todos los mandos de nuestro modelo están en neutro y que los brazos

GRÁFICO 3 / MEDIDOR INCIDENCIAS

Comprobar con un medidor y regular las incidencias de alas y estabilizadores es esencial.



DEBEMOS AJUSTAR DE FORMA SIMÉTRICA LOS RECORRIDOS DE LOS MANDOS PARA LA DEFLEXIÓN QUE VAMOS A USAR. ES NECESARIO RECURRIR SIEMPRE AL AJUSTE MECÁNICO ANTES QUE AL AJUSTE MEDIANTE DUAL RATES DE LA RADIO



► de los servos estén en esta posición perpendiculares a las transmisiones. Todos estos ajustes inicialmente deben realizarse de forma mecánica actuando sobre las rótulas y los horns de mando de cada superficie deflectora. Otro aspecto importante es el centrado de los horns de mando. Debemos conectarlos a la transmisión justo a la altura de las bisagras, sobre todo en un mando tipo push-pull como el usado en el timón de dirección. Esto hará que el servo no sufra y que el recorrido sea simétrico para ambos lados de forma mecánica (observad gráfico). Para un ajuste fino podemos actuar

sobre el subtrim de la radio, pero esta debería ser la última opción.

RECORRIDO DE MANDO

Debemos ajustar de forma simétrica los recorridos de los mandos para la deflexión que vamos a usar. Debo resaltar algo muy importante en este punto. Es necesario recurrir siempre al ajuste mecánico antes que al ajuste mediante Dual Rates de la radio. Igualmente, debemos utilizar el mayor recorrido en grados del servo en su movimiento para cada mando, antes que limitar el recorrido del mismo con D/R. De esta forma, ganamos precisión ya

que la pequeña holgura que tenga un servo disminuye si el brazo del servo es lo más corto posible para nuestro movimiento.

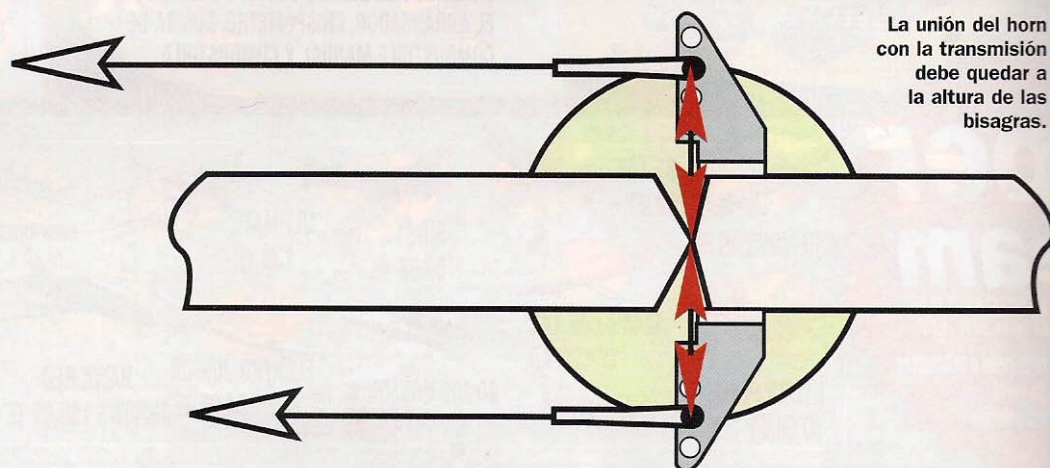
Debemos tener en cuenta que un ajuste inicial para los alerones supone que debe tener un poco más de recorrido el alerón que sube respecto del baja. Podemos empezar por 1mm en el extremo del alerón. A esto se le llama diferencial y lo veremos más adelante. Debido a que la incidencia del ala es positiva (el borde de fuga está más bajo que el de ataque), debemos contrarrestar este efecto dando más recorrido al el alerón que sube que el que baja.

Para regular recorridos es preciso medirlo con una regla o con un aparato apropiado que mida deflexiones de los mandos.

CENTRO DE GRAVEDAD

Quizás este es uno de los puntos más cruciales en el ajuste de un acrobático. No sólo afecta al vuelo horizontal sino, más bien, al vertical, ya que, si retrasamos el centro de gravedad, la cola del avión será más pesada por lo que tendremos que trimar negativamente la profundidad para mantener el vuelo horizontal. Esto hará que en ascensos y en descensos el avión tienda a

GRÁFICO 4 / CENTRADO DE HORNS DE MANDO



irse hacia los trenes. Si añadimos peso en el morro el comportamiento será al contrario. Igualmente si volamos a cuchillo y hemos retrasado el CG, al haber trimado picando la profundidad, el avión tiende a irse hacia trenes y viceversa al volar a cuchillo.

INCIDENCIA MOTOR ARRIBA-ABAJO (MÉTODO 1)

Es un tipo de prueba para darnos una visión aproximada inicial de la incidencia del motor que tendremos que dar hacia arriba o hacia abajo. Se basa principalmente en

observar la senda de planeo. Si en la senda de planeo, el avión tiende a bajar rápidamente al cortar motor, es que habrá que dar incidencia negativa vertical. Y he dicho bien, negativa, ya que, si el motor lo dirigimos hacia abajo, al situarnos en vuelo normal con potencia, esta incidencia hace que el motor empuje el morro hacia abajo, trimando en positivo para mantener el vuelo horizontal. A la hora de quitar el motor y estando en senda de planeo, este trimado en positivo de la profundidad hace que se corrija el defecto anterior de caer en exceso al planear.

INCIDENCIA MOTOR ARRIBA-ABAJO (MÉTODO 2)

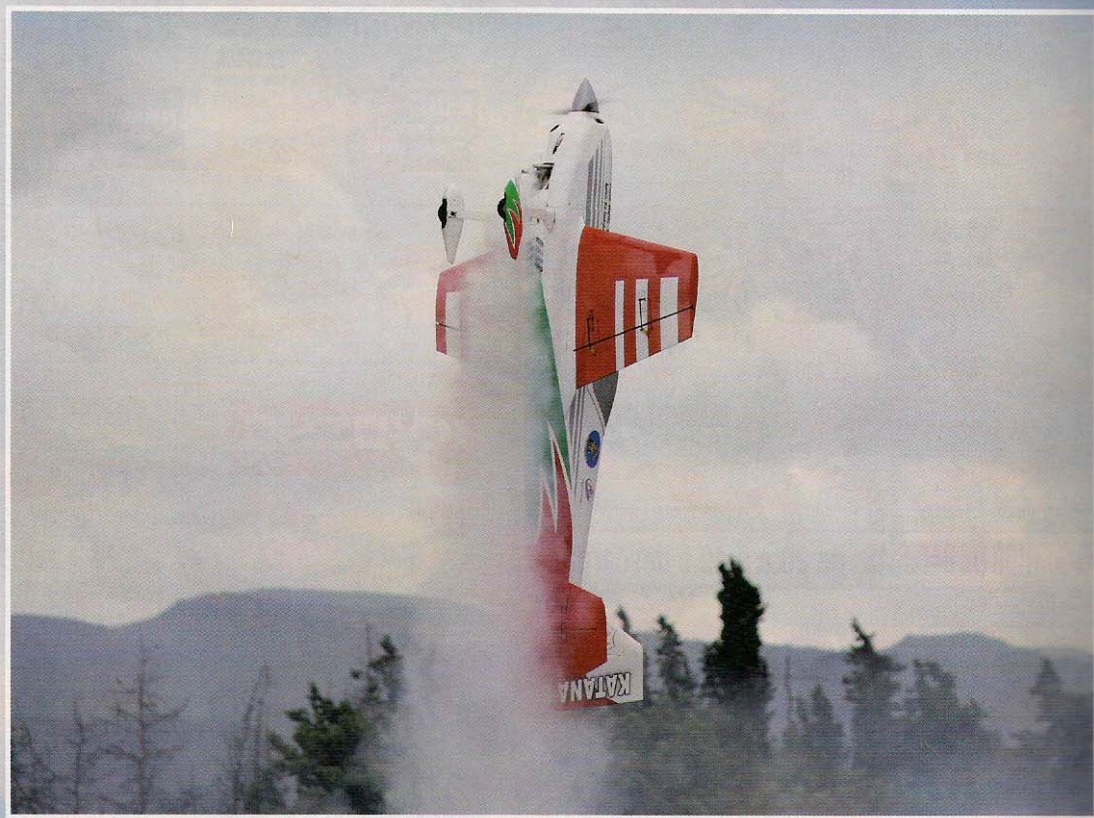
Este método es el mejor para verificar la incidencia real del motor, ya que afecta a la trazabilidad del modelo en vertical. Nos servirá para hacer trepadas rectas y eliminar la tendencia del avión a irse hacia la cabina o hacia trenes al ascender.

ÁNGULO DE INCIDENCIA.

Igual que el anterior punto corregía desviaciones verticales al subir, éste corrige desviaciones en los descensos verticales. Para ello, se requiere de un medidor de incidencias de alas

para poder regular las mismas. En caso de no poder modificar las incidencias de las alas, se puede intentar calzarlas (en caso de acrobáticos de iniciación y que tengan ala alta o baja), o modificar las sujeciones de tetones que traen otros acrobáticos de ala a media altura.

Recordad que tocar el ángulo de incidencia de alas, modificará el vuelo del avión y habría que repetir desde el paso 3 en adelante (la posición del CG se vería modificada). En el siguiente número, seguiremos explicándote otros seis puntos esenciales para el buen trimado de tu modelo. ¡No te lo pierdas!



¿SABES CÓMO TRIMAR TU ACROBÁTICO? CID



En el anterior número de Aerotec, te ofrecimos seis puntos fundamentales para trimar correctamente tu modelo, ¿quieres saber más? **Por Miguel Ángel García**

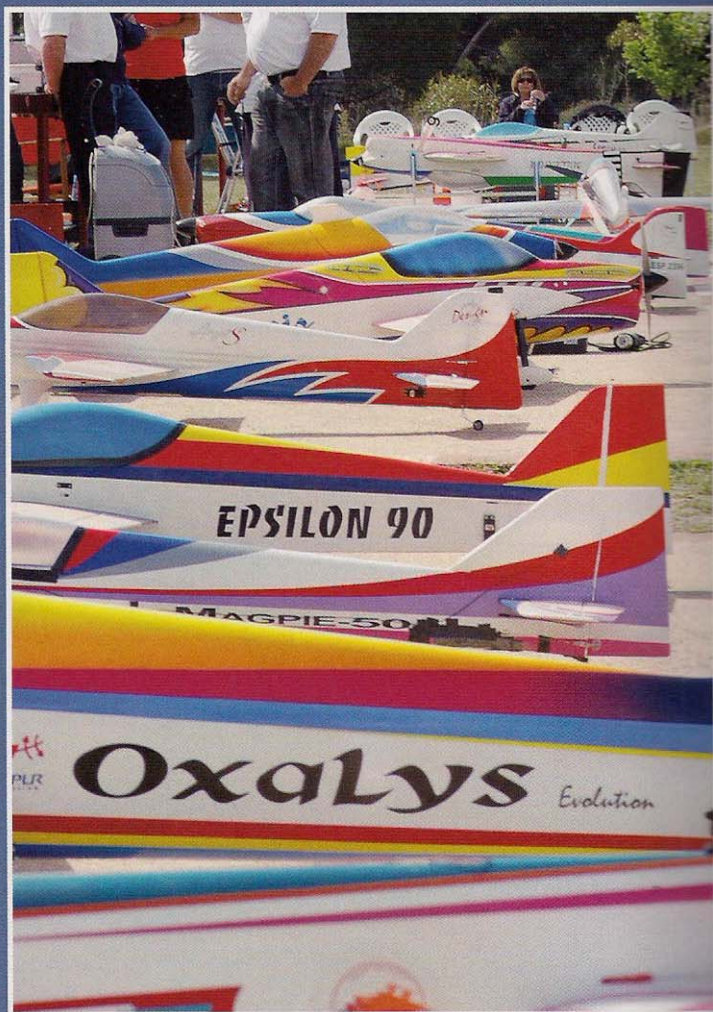
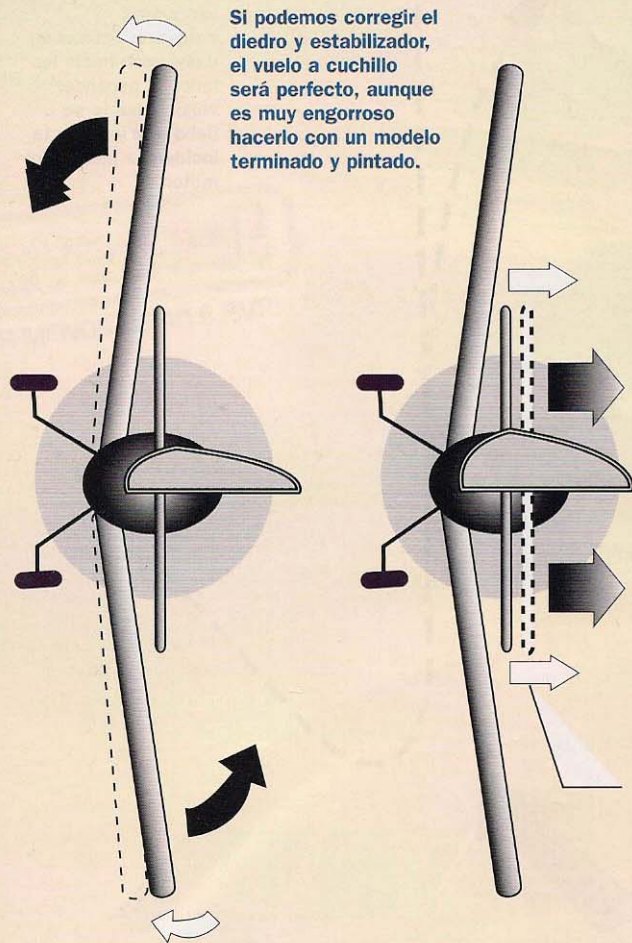
En esta segunda parte, te proponemos otras seis maneras de trimar perfectamente tu avión acrobático.

7. VUELO A CUCHILLO

Este es uno de los puntos flacos de los aviones que vuelven locos a muchos (entre ellos me incluyo). Hay varias formas, según se indican en la tabla. Lo primero que hay que hacer es jugar dentro de los límites que nos deje el paso 3 de la tabla con el CDG, y, si esto no es posible y sigue habiendo desviación en el vuelo a cuchillo, deberemos tocar la incidencia de las alas hasta donde lo permita el punto 6 (ya que arreglamos cuchillo y fastidiamos des-

censos verticales). Como última opción, recurrimos a la mezcla de la radio. Ponemos el timón como canal maestro y la profundidad como canal esclavo. Una mezcla hasta el 10% es posible, con más tendríamos graves defectos de construcción o diseño en nuestro modelo. La última posibilidad para corregir esto en caso de graves defectos en diseño o construcción es modificar aerodinámicamente el avión. Si el avión se va hacia la cabina, despegamos todo el estabilizador (trabajo de taller engorroso y no siempre posible) y lo subimos escuadrándolo de nuevo 5mm. Por el contrario, lo bajaríamos si la tendencia del avión es irse hacia trenes (ver gráfico 1). ➤

GRÁFICO 1/ VUELO A CUCHILLO Y DIEDRO



En competición F3A, los modelos empleados son acrobáticos muy evolucionados a los requerimientos de esta especialidad.



El aterrizaje, si está bien ajustado el CDG y las incidencias, debe ser suave y nada rápido.

8. BALANCEO ESTÁTICO LATERAL

Con este método comprobamos en vuelo el equilibrio de pesos laterales de nuestro modelo. Veríamos si una semiala pesa más que la otra, además de corregir la tendencia que tiene el modelo de girar sobre su propio eje, debido al torque que produce la hélice al girar.

9. INCIDENCIA LATERAL DEL MOTOR

Este punto es de vital importancia, ya que nos permitirá que el avión vuele recto en ascensos. Debido al torque de la hélice al girar, el avión tenderá a irse hacia la izquierda en vuelo. Este fenómeno se manifiesta mayormente cuando asciende

verticalmente. Debemos dar incidencia a derechas al motor, $1,5^\circ$ o 2° serán suficientes. De esta forma, corregimos esta tendencia a desviarse al aplicar motor en vuelo. Algunos pilotos punteros, como Chip Hyde, vuelan sin incidencia en el motor y programan una mezcla en la radio donde el acelerador es el maestro y el timón el esclavo. Así, cuando damos gas, el timón de dirección tiende a corregir a derechas el efecto del torque de la hélice al girar.

Este método es algo complicado, aunque favorece determinados efectos de guiñada adversa en curvas o giros muy cerrados, sobre todo en posición invertida (ver gráfico 2).

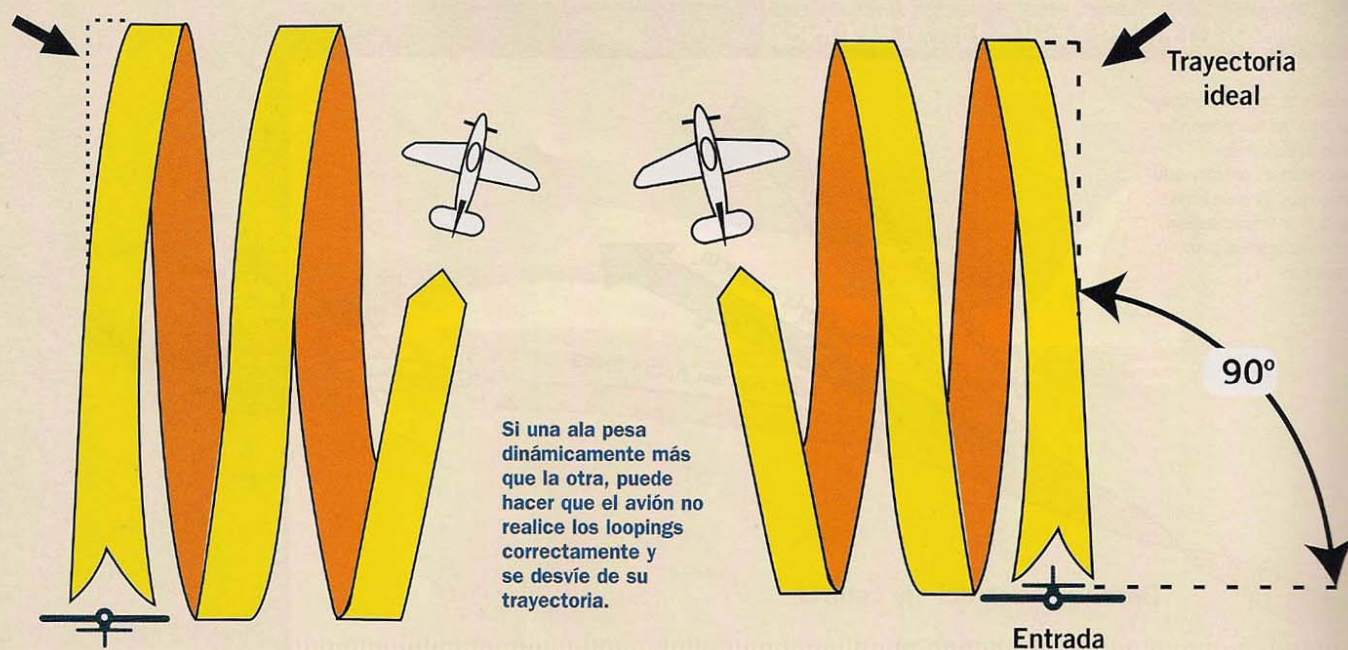
GRÁFICO 2/INCIDENCIA LATERAL DEL MOTOR



PASOS QUE HAY QUE SEGUIR PARA UN CORRECTO AJUSTE DE NUESTRO MODELO (II)

	PRUEBAS		RESULTADOS	AJUSTES Y CORRECCIONES
7. Vuelo a cuchillo	Velocidad normal de crucero, giramos $\frac{1}{4}$ tonel y apoyamos con timón el cuchillo. Primero hacemos la prueba a un lado y luego al otro.	¡Atención! Si modificamos cambiando el CDG o la incidencia del ala, hay que repetir todo desde el punto 3.	A. Si el modelo sigue una trayectoria recta sin ninguna tendencia.	A. Todo perfecto, no toques nada.
			B. Si el modelo se sale hacia la cabina.	B. Se pueden hacer cuatro cosas. a) Retrasar el centro de gravedad. b) Incrementar incidencia de las alas. c) Mezcla de radio timón- profundidad negativa. d) Subir en principio 5mm todo el estabilizador y probar (poco aconsejable, muy complejo y con reparación en taller, aunque muy efectivo).
			C. Si el modelo se sale hacia los trenes.	C. Hacer lo contrario del caso "B"
8. Balanceo estático lateral	Vuelo nivelado a cierta altura, velocidad de crucero, hacemos medio tonel y nos ponemos en vuelo invertido.	Apoyamos con profundidad negativa el vuelo nivelado invertido, pero no tocamos alerones para nada.	A. Ninguna ala cae.	A. Todo perfecto, no toques nada.
			B. Ala izquierda tiende a caer.	B. Añadir peso al ala derecha en la CDG de la misma.
			C. Ala derecha tiende a caer.	C. Añadir peso al ala izquierda en la CDG de la misma.
9. Incidencia lateral motor	Velocidad de crucero con las alas perfectamente horizontales, ascendemos a la vertical y soltamos mandos. No corregimos con timón y observamos la tendencia del avión.	¡Atención! Esto puede variar en menor medida el vuelo a cuchillo y puede confundir al realizar el ajuste dinámico lateral del modelo. Conviene repetir puntos 7-9.	A. Si el modelo asciende recto sin desviaciones laterales.	A. Todo perfecto, no toques nada.
			B. Si el modelo se desvía a la izquierda.	B. Aumentar la incidencia del motor hacia la derecha. Una arandela valdrá para probar.
			C. Si el modelo se desvía a la derecha.	C. Aumentar la incidencia del motor hacia la izquierda. Una arandela valdrá para probar.
10. Balanceo dinámico lateral	Volamos enfrentados al viento y a ser posible hacia nosotros. Realizamos 2 o 3 rizos interiores primero y luego probamos con 2 o 3 rizos exteriores.	Comprobad que el trim del timón está bien y no tocamos nada salvo profundidad en la ejecución de los rizos. (¡Cuidado, no toqueis alerones sin daros cuenta!)	A. Si el modelo tiene las alas niveladas.	A. Todo perfecto, no toques nada.
			B. Si el modelo, debido a la fuerza centrífuga, saca el ala derecha hacia fuera, desplazando al avión de su trayectoria lateralmente.	B. Añadir peso al ala izquierda en la punta de la misma.
			C. Si el modelo, debido a la fuerza centrífuga, saca el ala izquierda hacia fuera, desplazando al avión de su trayectoria lateralmente.	C. Añadir peso al ala derecha en la punta de la misma.
11. Diferencial de alerones	Volamos el modelo hacia nosotros y, cuando está a nuestra altura, ascendemos verticalmente ejecutando medio tonel y soltando los mandos.	¡Atención! No apliques elevador ni timón durante el medio tonel.	A. El morro sigue en el eje vertical de ascenso sin desviaciones.	A. Todo perfecto, no toques nada.
			B. El morro va hacia el lado opuesto en el que hemos ejecutado el medio tonel (si el tonel es a derechas, el morro va a izquierda del avión)	B. Aumentar el diferencial de alerones (damos más recorrido al alerón que sube que al que baja).
			C. El morro va hacia el mismo lado en el que hemos ejecutado el medio tonel (si el tonel es a derechas, el morro va a derechas del avión)	C. Disminuir el diferencial de alerones (más recorrido al alerón que baja que al que sube).
12. Diedro	Velocidad normal de crucero.	Vuelo a cuchillo a izquierda y luego a derecha, manteniendo un rato y aguantando con timón la actitud de vuelo a cuchillo.	A. Si el modelo tiende a girar (como un tonel) y mantiene cuchillo.	A. Diedro correcto. No toques nada.
			B. Si el modelo gira en el sentido que aplicas timón para mantener el cuchillo.	B. Hay que reducir un poco el diedro de las alas. Pero es tarea muy compleja y a veces imposible, así que mezcla en radio timón (master) - alerón (esclavo).
			C. Si el modelo gira en el sentido contrario al que aplicas timón para mantener el cuchillo.	C. Hay que aumentar un poco el diedro de las alas. Pero es tarea muy compleja y a veces imposible, así que mezcla en radio timón (master) - alerón (esclavo).

GRÁFICO 3/BALANCEO DINÁMICO LATERAL



► 10. BALANCEO DINÁMICO LATERAL

Un tema importante es ver el balanceo o reparto de pesos dinámicamente hablando. Puede que las dos semialas estén perfectamente pesadas y equilibradas, y el balan-

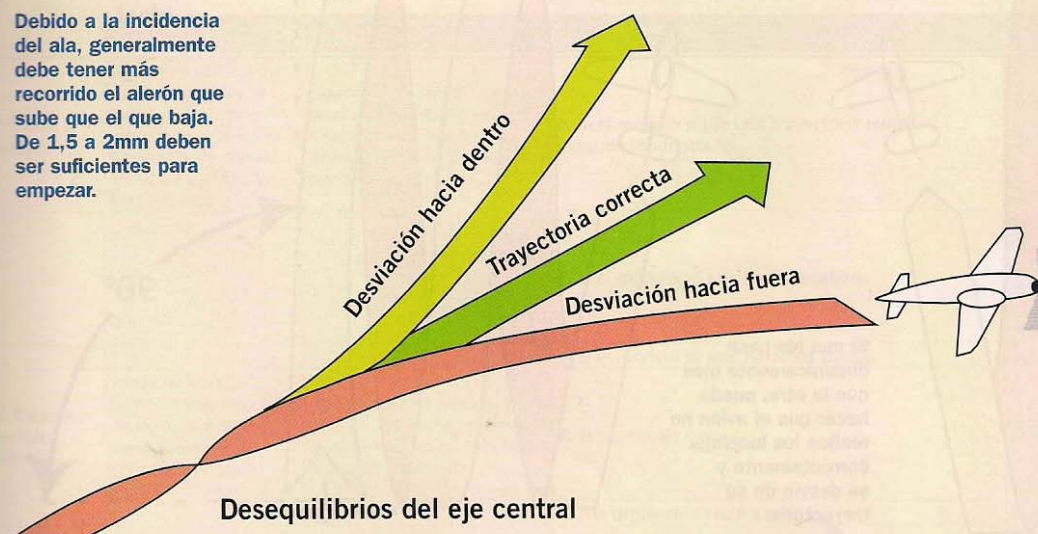
ceo estático lateral del punto ocho sea correcto, pero si el centro de masa de un ala está más desplazado hacia el exterior que la otra ala (¡aunque pesen igual las dos!), esto provocará que el avión se desplace, saliéndose del plano de vuelo al

realizar rizados interiores y exteriores. También puede ocurrir que se produzca desplazamiento debido a que un semielevisor de profundidad suba o baje más que el otro, pero esto debe haberse corregido en el punto primero. Igualmente, puede ocurrir

que si el antipar del motor (incidencia hacia la derecha que debe tener el mismo) no es el correcto, provoque un efecto de desplazamiento en los rizados, lo que debería estar ya corregido en el punto nueve (ver gráfico 3).

GRÁFICO 4/DIFERENCIAL DE ALERONES

Debido a la incidencia del ala, generalmente debe tener más recorrido el alerón que sube que el que baja. De 1,5 a 2mm deben ser suficientes para empezar.



Una senda de planeo correcta verifica que el ajuste de incidencias es correcto.



11. DIFERENCIAL DE ALERONES

Este punto es crucial para que nuestro avión, al realizar un tonel, no tenga ninguna desviación en su eje de giro. Debido a que la incidencia del ala es positiva (el borde de fuga está más bajo), el alerón que baja tiene

más efecto que el alerón que sube, lo que provoca que la semiala cuyo alerón baja frene más que la semiala cuyo alerón sube. Esto se corrige dando un poquito más de recorrido al que sube que al que baja. Podemos empezar por 1mm y realizar la prueba (ver gráfico 4).

12. DIEDRO

Cuando volamos a cuchillo, puede ocurrir que el avión tienda a girar sobre su eje como si hiciéramos un tonel y estabilizarse o ponerse en invertido sin nosotros quererlo, es decir, no aguanta el vuelo a cuchillo de forma estable. Para esto

recurrimos al diedro de las alas. El problema es que, como viene prefijado de fábrica y es casi imposible corregirlo (por no decir imposible), deberemos recurrir a una mezcla programable para disminuir este defecto. De maestro ponemos timón y de esclavo alerones. Lo



Un Oxalys, avión que ha sido campeón del mundo, tiene una trazada perfecta.



En los campeonatos y opens nacionales, se requiere mucha concentración, entrenamiento y ajustes del modelo perfectos.

programamos de forma que corrija-
mos esta tendencia a girar cuando
ponemos el avión a cuchillo (ver
gráfico 1).

Recordad que el trimado de un
avión de estas características es
algo complejo y que requiere pa-
ciencia, observación y experiencia,

que se va adquiriendo con el paso
del tiempo.

Espero que estas nociones so-
bre ajustes y trimado os hayan ser-

vido para mejorar el vuelo de vues-
tro modelo, y así poder sacarle el
máximo partido y disfrute. Buenos
vuelos. 🍷