

## INDICE DE CONTENIDOS

### CAPITULO 1: PRIMEROS VUELOS

#### PRIMER VUELO

El equipo de radio

Verificaciones preliminares

#### METODOS DE DESPEGUE

Lanzado a mano

Despegue desde el suelo

#### PUESTA A PUNTO DEL AVION EN

#### EL AIRE

En línea recta

En viraje

La chandelle o puntal

#### EL ATERRIZAJE

#### DERRAPE EN EL AIRE

#### RESBALES

#### INVERSION DE MANDOS: EL

#### INVERTIDO Y EL CUCHILLO

### CAPITULO 2: RIZOS

#### LOOPING INTERIOR Y EXTERIOR

Simplificando el looping

El looping perfecto

El looping exterior

Los loopings encadenados

Looping triangular

Looping cuadrado

El rombo

### CAPITULO 3: FIGURAS EN LINEA

#### E INVERTIDO

#### VOLANDO EN INVERTIDO

#### EL TONEL

El tonel lento

El tonel por tiempos

El tonel rápido

El vuelo a cuchillo

### CAPITULO 4: FIGURAS PLANAS

#### HORIZONTALES

#### FIGURAS PLANAS

La media vuelta

El ocho plano

### CAPITULO 5: FIGURAS

#### VERTICALES

#### LA CAIDA DE ALA

#### LA BARRENA

#### HUMPTY BUMP

#### RESBALE DE COLA

#### EL OCHO HORIZONTAL

#### EL OCHO VERTICAL

#### EL OCHO CUBANO

#### EL IMMELMANN

El immelman simple

El doble immelman

#### HAMMERHEAD

### CAPITULO 6: FIGURAS

#### ENCADENADAS

#### LA TRENZA

#### AVALANCHA

#### LA FIGURA M

#### CIRCULO DE TONELES

#### TREBOL DE CUATRO HOJAS

#### TABLA ARESTI DE LAS FIGURAS

Los enlaces del índice llevan a los temas de los capítulos y viceversa.

Este manual está realizado por aficionados del Club Libélula de Radio Control y sólo pretende dar unas guías de cómo se realizan algunas de las figuras acrobáticas más comunes. JES

## CAPITULO 1: PRIMEROS VUELOS

### PRIMER VUELO

Todos los clubes disponen de pilotos experimentados con vocación de enseñar todo lo que saben. Deberás aportar tu propio avión pues es raro que el club posea aparatos de escuela.

El monitor aunque no sea el modelista mas dotado, sí es el más apto para enseñar, porque normalmente domina las técnicas de pilotaje, ajuste de los motores, de la radio, de los métodos de construcción y siempre está dispuesto a enseñar, con una paciencia a toda prueba.

Es fundamental ponerse en manos del monitor del club para no tener un principio decepcionante, no tengas prisa en volar como un campeón y ten la misma paciencia que el monitor tiene contigo.

### El equipo de radio.

Es preciso que el principiante consienta en separarse del equipo cuando se dé cuenta de que la situación es insegura y que admita no querer remediarlo sólo. Es necesario, también, que el monitor en un par de segundos, recupere los mandos y actúe en consecuencia. Para evitar esto la mejor solución es doble mando.

Dos emisores, que pueden ser de diferente frecuencia, unidas uno al otro por un cable. La señal de radio es emitida por el emisor del monitor y la del alumno sale por el de éste mientras el monitor tiene pulsado el botón del emisor. Si es preciso corregir un error, el monitor suelta el botón y pilota los mandos siendo la respuesta instantánea. Esto permite al alumno volar tranquilo pues sabe que en todo momento se pueden corregir sus faltas. Es fundamental avisar de cuándo se están usando los mandos por parte de uno y de otro. Esto evita la desagradable sorpresa de tener los mandos cuando uno no lo espera.

### Verificaciones preliminares.

Insistimos siempre en la seguridad ya que un avión de más de 2Kg desplazándose a 80Km/h no es un juguete inofensivo, su impacto sobre personas, coches u objetos puede resultar catastrófico.

Se deben de tener en cuenta algunas recomendaciones de seguridad:

- No pongas la radio en marcha sin preocuparte de la frecuencia. Ésta se debe registrar en la pizarra o cualquier otro método que tenga el club para el control de frecuencias.

- No os arriesguéis con frecuencias próximas a la vuestra sin comprobar antes que no producen interferencias en vuestros receptores. Comprueba en el suelo con ambos emisores y receptores encendidos.
- Poner la radio en marcha empezando siempre por la emisora.
- Antes del primer vuelo arrancar el motor y vaciar un depósito en el suelo. Durante este se podrán comprobar los posibles defectos de nuestro modelo o piezas no correctamente ajustadas o apretadas, vale más que esto ocurra en el suelo y no en vuelo.
- Verificar el sentido del movimiento de los gobiernos, no moviéndolos sin más sino comprobando que actúa el alerón, la profundidad y timón de dirección en el sentido aplicado en el emisor.
- Asegúrate de la carga de las baterías del emisor y del receptor con un voltímetro.
- Después de gastar el primer depósito en el suelo, verificar todo lo que se debe apretar: motor, ruedas, fijación de los servos, etc.
- Verifica el centrado del avión: el fuselaje debe estar ligeramente picado, estando el depósito vacío cuando se sujeta el aparato por debajo de las alas poniendo los dedos en el tercio delantero del ala. Es preferible centrar demasiado delante que demasiado atrás.

Si todo es correcto y estás seguro al cien por cien de tu avión, puedes pasar al primer vuelo.

## METODOS DE DESPEGUE

### Lanzado a mano.

Este proceder es a menudo utilizado, principalmente por los modelistas que no disponen de una pista, donde los aparatos no pueden despegar por sus propios medios o por falta de potencia de sus modelos.

Tiene la ventaja de que el avión tiene su salida desde 2 metros de altura y tienen tiempo de corregir cualquier desviación de trayectoria.

Lanzar correctamente un avión de la mano consiste en dar al aparato todas las probabilidades de volar correctamente, es decir, de conferirle una velocidad suficiente, un ángulo de vuelo conveniente, un salida con las alas horizontales, etc.

Esta velocidad necesaria y suficiente depende del tipo de avión. Cuando se trata de un ala alta, no es tarea complicada, el fuselaje presenta una buena sujeción con la mano. Es suficiente sostenerlo por debajo del centro de gravedad o por detrás del tren de aterrizaje. Un ala baja presenta muchos más problemas.

Lanzar un avión con las alas horizontales evita al aparato salir en viraje a ras del suelo, maniobra altamente peligrosa. Después el aparato vuela recto, trepa

ligeramente, se le deja tomar altura y velocidad y mantener un ángulo de trepada constante.

Se suele confiar el lanzamiento del aparato a un compañero pero conviene aprender también a lanzar el avión con una mano, sujetando el emisor en la otra con los dedos preparados para tirar del mando de profundidad.

### El despegue desde el suelo.

El despegue desde el suelo es más seguro porque el avión va al aire sólo cuando es capaz de volar, sale con una incidencia correcta y las alas están paralelas al suelo.

La maniobra se realiza así:

- Acelera progresivamente sin sujetar el avión
- Corrige la trayectoria en el suelo con la deriva o con la rueda delantera orientable
- Corrige con el mando de dirección la tendencia del par motor
- Tira ligeramente del mando de profundidad hasta que despegue de pista
- Mantén una trepada regular

Analicemos las diferentes fases:

**Acelera progresivamente:** muchos aeromodelistas prefieren sujetar el avión por detrás, acelerar a fondo y soltar. Es más seguro acelerar progresivamente, dejando al avión acelerarse lentamente. Por dos razones: primero, el par motor, función de la velocidad de rotación, tiene tendencia a hacer girar el avión a la izquierda. Es preciso corregir con la deriva (los alerones no actúan en el suelo). Es mejor aplicar una corrección a medida que el régimen del motor aumenta, que una corrección brusca desde la salida.

Segundo, la acción del par motor es una fuerza mecánica sin relación con la velocidad del avión. Cuando se mete gas a fondo y se suelta el avión, el par motor está al máximo mientras que no disponemos de ningún medio para combatirlo porque la velocidad del avión es nula o muy poca. Es el momento en que el avión hace lo que quiere. Aumenta a la vez el par motor y su corrección aerodinámica, mete gas progresivamente y contrasta la diferencia.

**Corrige la trayectoria en el suelo.** Si tienes un dos ruedas la cola va a levantarse pronto y en consecuencia la única corrección posible está en la deriva. Corrección muy eficaz. Es preciso, pues ser muy prudente y no tratar con parsimonia sobre el mando. Si has corregido mal y el avión sale en una S por la pista, vale más no insistir, quita gas y alinea para un nuevo ensayo. Muchos roturas vienen del hacho de que el piloto ha intentado despegar cueste lo que cueste, en lugar de hacer otra tentativa.

Un triciclo es más gobernable en el suelo. Así podremos poner en paralelo la acción mecánica de corrección de la trayectoria con una rueda orientable eficaz incluso si el avión tiene poca velocidad y la acción de corrección aerodinámica de la deriva cuando la velocidad es suficiente. Si todo va bien, corrige el par motor, las irregularidades de la pista también son atenuadas y el avión enfila bien derecho contra el viento. Al cabo de cierto tiempo, comienza a ser ligero sobre sus ruedas, preparado para despegar.

Tira ligeramente del mando. Ciertos aviones que tienen tendencia a trepar a todo gas no necesitan ayuda, despegan solos. Otros, más neutros, vuelan a todo gas en la horizontal. A éstos es necesario un toque de trim o una ligera tracción sobre el mando.

Trepada con poco ángulo. Incluso si la potencia del motor lo permite no salgas a toda pastilla. No es bonito y además es peligroso, pues el avión no toma su velocidad de vuelo normal y lo notarás por una inestabilidad que te parecerá atribuible al viento.

El aumento de velocidad después del despegue es importante por lo que se debe adoptar un ángulo regular de trepada.

Un exceso de trepada puede llevar al avión a una entrada en pérdida, difícil de recuperar en la escasa altura conseguida hasta ese momento.

## PUESTA A PUNTO DEL AVIÓN EN EL AIRE

El objetivo es verificar la buena marcha del avión.

Lo primero que se debe hacer, después de algunas evoluciones para tomar altura, es poner el avión a ralenti para evaluar su ángulo de descenso. Esto nos ayudará calcular su pendiente y a que el primer aterrizaje sea más preciso.

### En línea recta

En línea recta, contra el viento, con motor a todo gas el avión no deberá ganar altura. Esta medida es menos exigente para un avión de ala alta que para uno de ala baja.

Durante ésta línea recta, suelta los mandos y espera. El avión debe continuar derecho. Si encabrita, pica o vira, corrige con el trim para que vuele derecho por sí mismo.

Comienza la operación varias veces, para estar seguro de que la anomalía no es debida a una racha de viento fortuita. Aterrizas y reflexiona en el problema. En la medida de lo posible es preciso corregir la causa de las desviaciones y no volar

continuamente trimado. Pues la acción de los trims se traducen en un desplazamiento del neutro aerodinámico de los gobiernos.

Las causas de estas desviaciones de trayectoria pueden ser diversas: alas reviradas (difíciles de corregir), la deriva mal colocada, mal anclaje del estabilizador, falta de paralelismo entre las alas y el estabilizador. Es necesario en la medida de lo posible corregir estos defectos antes de ir más lejos. Si tienes que trimar los alerones a derecha, la causa puede no estar en el ala. Puede ser debido al efecto del par motor que tiene tendencia siempre a hacer virar el avión hacia la izquierda.

Verifica el ángulo de incidencia del motor hacia la derecha del eje del fuselaje en caso de necesidad aumentalo o ensaya con una hélice de menos paso. El remedio puede estar ahí.

### En viraje

El análisis del comportamiento del avión en viraje revela los errores eventuales del centrado. Pon el avión en viraje cerrado sin corrección de deriva (suponemos que tu avión está equipado con alerones). Si pica, claramente el centrado está adelantado, si la cola se hunde es a la inversa. Generalmente los defectos de centrado se pueden corregir sin adición de lastre, desplazando la posición de la batería.

### La chandelle o puntal

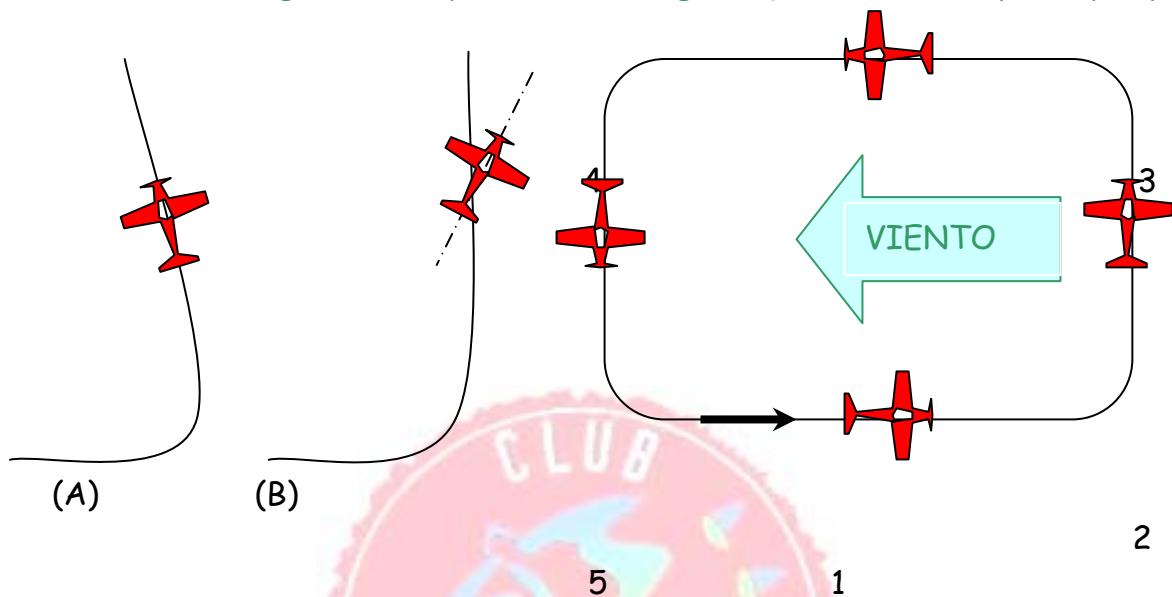
Se trata de una verificación poco conocida y por tanto llena de enseñanzas. Pon el avión contra el viento a todo gas. Cuando haya conseguido su velocidad máxima, ponlo en trepada vertical, siempre a todo gas. A menos que tengas un pequeño monstruo entre las manos, su velocidad irá disminuyendo progresivamente y después el avión volverá a caer hacia el suelo. En este momento pon el motor a ralentí y estabiliza. Es antes de esta caída cuando pasa todo. Observa a qué lado bascula. Si cae siempre del lado del ala izquierda por ejemplo, esta ala está sin duda demasiado pesada. Verifica el equilibrado en el suelo y corrige con lastre en el otro lado. Ésta maniobra de candela o puntal reagrupa muchas verificaciones. Es igualmente importante para evaluar el par motor. En efecto, si las alas están perfectamente equilibradas y el avión sigue cayendo hacia la izquierda, el ángulo de incidencia del motor no está suficientemente a la derecha o la hélice tiene un paso demasiado grande.

Estos ensayos son muy importantes y útiles para equilibrar correctamente, pues es muy difícil un avión perfecto desde el primer vuelo. Cada ensayo debe hacerse varias veces para estar seguro de que las conclusiones son correctas.

## EL ATERRIZAJE

Esta maniobra no es difícil de realizar, para el que está perfectamente familiarizado con su avión. Lo más delicado para hacer un aterrizaje de precisión es evaluar correctamente la altura y la distancia en el último viraje hacia la pista. Esta altura y distancia dependen del ángulo de descenso a ralentí, varía de un avión a otro. La precisión en el aterrizaje no se consigue más que con la práctica. Cuando hayas hecho 50 aterrizajes todo irá con naturalidad. Pero de momento es necesaria un poco de teoría.

En modelismo se sigue una trayectoria rectangular que estudiamos punto por punto.



La maniobra se empieza en el punto 1 vertical al punto de aterrizaje previsto. El avión se dirige según un eje paralelo a la pista ( en general viento de cara).

En 2, viramos 90° a la izquierda, sin perder altitud ni cambiar de velocidad. Sigue un tramo con viento atravesado que debe ser, perpendicular al eje de aterrizaje, manteniendo la misma altura.

Esta parte del recorrido no siempre es perpendicular al eje de a dirección del viento. Es preciso corregir con la deriva y poner nariz al viento, como indica la figura del centro (B).

En el punto 3, nuevo viraje de 90° a izquierda para volver a poner el avión paralelo al eje de la pista, con viento de cola.

En la etapa de viento de cola podremos disminuir la velocidad del avión sin perder altura disminuyendo el régimen del motor y encabritando ligeramente.

Tantea esta maniobra ya que si disminuyes demasiado el motor, el avión baja y si encabritas demasiado asciende. El avión puede quedar en equilibrio colgado de su hélice con una velocidad de traslación lenta.

En un nuevo viraje de 90° en 4, volvemos a colocar el avión en una zona con viento atravesado. En este recorrido es cuando puedes dejar el avión descender por sí mismo disminuyendo el régimen del motor sin tocar la profundidad.

El último viraje de 90° en 5, debe dejar al avión sobre el eje de la pista.

Una vez que el avión está estabilizado, es preciso tener una buena vista y estar habituado con tu aparato para apreciar el coeficiente de descenso. Con el motor a  $\frac{1}{4}$  de gas, acerca el aparato exactamente hacia el punto de aterrizaje previsto. Los desvíos laterales en relación con el eje se observan fácilmente mientras que los desvíos verticales en relación con la inclinación ideal hacia el centro del blanco son más delicados de detectar. Las correcciones son casi siempre necesarias.

Hay que olvidar completamente dos mandos en esta fase final, salvo en caso de necesidad absoluta, no es necesario tocar la profundidad ni los alerones. Éstos últimos no juegan un papel direccional y no deben ser utilizados más que para estabilizar las alas en la horizontal.

Si corrigieras con los alerones, inclinarías las alas y desviarías el avión del eje de pista. Además, corres el peligro de tocar el suelo con las puntas de las alas antes que con las ruedas.

Para desplazar lateralmente el avión actúa simplemente con la deriva, que tiene aquí su papel principal, y que se puede utilizar sin peligro a un palmo del suelo.

En cuanto a la profundidad, si tu avión va a aterrizar demasiado pronto, no se debe tirar del mando para mantener la altura, aumentarías la incidencia de las alas disminuyendo la velocidad con lo cual el avión descendería más deprisa. Por otro lado corres el riesgo de colgar el avión o entrarlo en pérdida (velocidad de pérdida de sustentación) y el avión da un hachazo o caída descontrolada con alabeo.

Si por el contrario el avión va a aterrizar demasiado lejos, hacerle picar con la profundidad, le va a hacer ganar la velocidad. Para mantener la altura del avión en aproximación final, utiliza el motor: mete un poco de gas; y a la inversa, si disminuyes gas (te recordamos que no estamos al mínimo, sino a  $\frac{1}{4}$  del recorrido) el avión va a descender más claramente.

Vamos ahora a aterrizar. Pon el motor totalmente a ralentí. El avión desciende y se aproxima al suelo. Contrarresta este movimiento encabritando muy ligeramente para mantener una trayectoria horizontal. Sobre todo, no tires demasiado del mando, si no el avión que todavía tiene bastante velocidad para volar, se remontará y no te quedará más remedio que meter gas y volver a hacer otra aproximación. Encabrita pues muy ligeramente.

No vas a poder mantener una trayectoria horizontal mucho tiempo, el avión descenderá y tocará con las ruedas en posición muy encabritada y a una velocidad moderada.

El aterrizaje está perfectamente realizado.

Entrénate y repite muchas veces cada maniobra, analiza las faltas cometidas.

También puedes entrenarte a hacer estas aproximaciones en circuito rectangular, hazlo muchas veces sin aterrizar volviendo a meter gases a un metro del suelo, comprobarás que esta técnica permite controlar el avión en todas las circunstancias reservando un margen de acción para tener cierta seguridad.

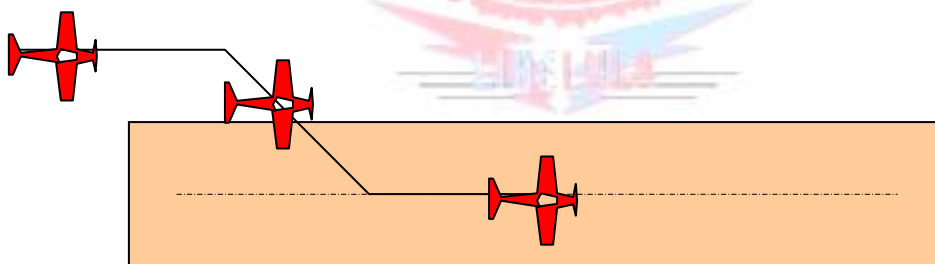
### DERRAPE EN EL AIRE

Con esta maniobra se pretende realizar virajes planos, sin inclinación de las alas. Cuando en lugar de usar moderadamente la deriva se la deja un cierto tiempo totalmente torcida en una posición fija el avión va a empezar un viraje con caída del ala del lado de viraje, el ala opuesta a éste se va a levantar, es posible oponerse a esto y mantener el viraje plano utilizando los alerones en contra. Entrénate en esta maniobra no utilizando los alerones más que lo necesario, haciendo derrape a derecha e izquierda. Con un avión lento o un entrenador permite darse cuenta de esta acción de la deriva que nos resultará muy útil cuando hagamos resbales.

### RESBALE

Igual que es posible hacer virar un avión sin inclinación de las alas, también se pueden inclinar las alas sin entrar en viraje.

En el primer caso corregimos la deriva por una acción de los alerones, en el segundo caso es a la inversa, inclinamos primero el avión con los alerones y antes de que empiece a girar aplicamos la deriva en sentido inverso, de forma bastante apreciable. El avión avanzará derecho desplazándose lateralmente en la misma dirección.



En esta situación podemos desplazarnos paralelamente en el caso de no quedar alineados con el centro de la pista de aterrizaje.

También sirve para agrandar virajes demasiado cerrados, en este caso una vez inclinado el avión con los alerones aplica la deriva en contra y el círculo se ampliará.

## INVERSION DE MANDOS: EL INVERTIDO Y EL CUCHILLO

Cuando tenemos el avión de frente a nosotros ya hemos podido comprobar que debemos ser cautos con la inversión de los mandos:

- Alerones a izquierda el avión se inclina a nuestra derecha y viceversa
- Timón de dirección a izquierdas el giro a nuestra derecha y viceversa.

Así mismo, cuando un avión vuela en invertido, los mandos que están invertidos son:

- Profundidad picada: encabrita. Profundidad encabritada: pica.
- Deriva a derecha: giro a izquierda. Deriva a izquierda: giro a derecha.
- Alerones: la misma acción que en vuelo normal.

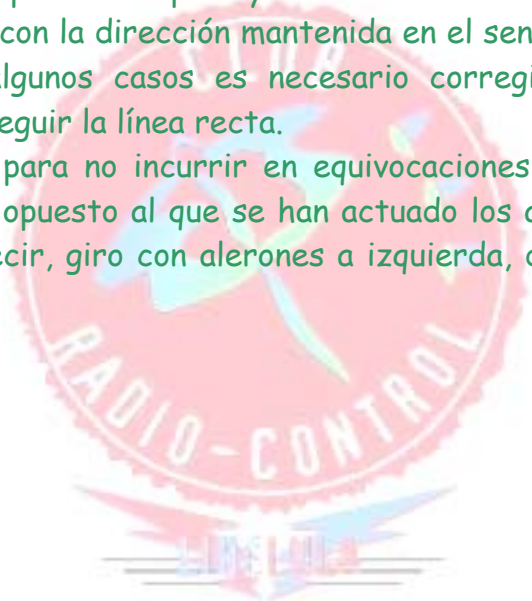
Es normal tener que mantener la profundidad picada en el vuelo invertido para mantener la altitud del avión.

Pero antes de pasar al vuelo invertido el avión toma todas las posiciones intermedias y hay una particular: el vuelo a cuchillo.

Los gobiernos van a cambiar de papel en el vuelo a cuchillo: la profundidad, horizontal, quedará vertical, se comportará como deriva. Al tiempo, la deriva va a tomar una posición horizontal y se comportará como profundidad.

El vuelo a cuchillo precisa de un avión con características particulares que pasan por una buena relación potencia - peso y un buen área lateral del modelo. El vuelo a cuchillo se mantendrá con la dirección mantenida en el sentido opuesto al que se ha girado el avión. En algunos casos es necesario corregir la trayectoria con la profundidad para conseguir la línea recta.

En todos los casos y para no incurrir en equivocaciones la dirección se aplicará siempre en el sentido opuesto al que se han actuado los alerones para producir el cuarto de tonel, es decir, giro con alerones a izquierda, dirección a la derecha y viceversa



## CAPITULO 2: RIZOS

### LOOPING INTERIOR Y EXTERIOR

Tabla Aresti

La diferencia entre estos dos tipos de looping es la dirección de la cabina del avión, si la cabina está hacia el interior del looping éste será interior y si ésta está hacia el exterior del looping, éste será exterior.

A la hora de ejecutarlos la diferencia estará en la forma de iniciar el looping y la capacidad del avión para ejecutarlo, ya que hay modelos como los entrenadores que al oponerse la sustentación de las alas a la fuerza centrífuga en el looping exterior, resultará más complicada su ejecución.

Es una de las figuras básicas de la acrobacia. Pero llegar a hacer tres loopings sucesivos, circulares y concéntricos supone un cierto entrenamiento y algún conocimiento.

Como toda figura realizada en un plano vertical, el looping tiene la característica de que la velocidad del avión varía constantemente a lo largo de toda su trayectoria. Así pues, la acción aerodinámica de los gobiernos variará también constantemente. Entonces describir un círculo cuando se sabe que el gobierno de la profundidad no tiene siempre la misma eficacia parece más delicado.

Las correcciones aplicadas a lo largo del looping son poco numerosas.

- Comienza el looping cara al viento y las alas bien horizontales.
- Tira bien de la profundidad.
- Justo antes de llegar a la cumbre del looping disminuye gas hasta el ralenti.
- Justo antes de llegar a la base del looping vuelve a meter gas a tope.

### Simplificando el looping

Si no nos queremos complicar, el looping se puede realizar sin tocar los gases en el transcurso de su ejecución. Está atento para no describir círculos demasiado pequeños ya que la fuerza centrífuga será muy grande y corre el riesgo de plegar las alas en V. Para evitar que los aparatos se accidenten se recomienda siempre reforzar las juntas de las alas de 20 a 30 cm por el intradós y extradós con fibra de vidrio y resina o Epoxi. Por otra parte hacer loopings demasiado pequeños le resta estética. Los loopings amplios son preferibles, permiten igualmente ver mejor las cosas y dan más tiempo para efectuar pequeñas correcciones.

El looping nos va a permitir regular el desplazamiento de la profundidad. Debe ser tal que con el mando totalmente encabritado, el avión describa un círculo del diámetro deseado. Si con el mando en esta posición describe un círculo ultra rápido de pequeña dimensión, desplaza el *kwick link* hacia el exterior de la escuadra para reducir el desplazamiento.

Puede ocurrir que el motor no permita describir un círculo completo, antes de llegar a la cumbre el avión se inmoviliza prácticamente y se desploma lamentablemente, en general hacia la izquierda debido al par motor. Par evitar esta maniobra hay dos soluciones: o bien comienzas el looping ligeramente picado para ganar velocidad, poco elegante pero eficaz, o bien buscas un motor más potente que te será muy útil cuando abordemos figuras como la M.

Es inútil entrenar loopings a gran altura. El looping interior se ejecuta enteramente por encima de nivel de vuelo de la entrada. Es preferible entrenarse a una altura moderada en la que se pueda distinguir perfectamente la posición de las alas. Por las mismas razones de visibilidad entrénate con el sol de espaldas.

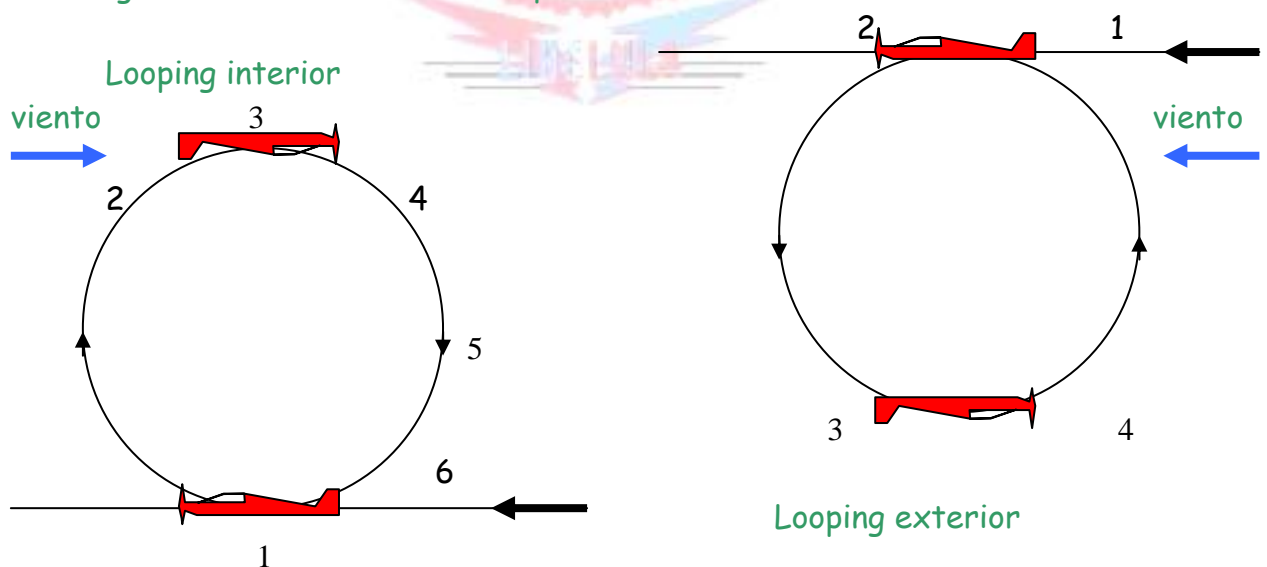
### El looping perfecto

Podrás constatar que en la ejecución de un looping simplificado, sin tocar gas, el círculo descrito tiene más la forma de un óvalo que de una circunferencia perfecta. Par obtener esta perfección es preciso acudir a la vez a la profundidad y al régimen del motor.

Siguiendo la figura:

- En 1, al comienzo de la figura, tira del mando  $\frac{3}{4}$  encabritando (y no a tope como en el looping simplificado).
- En 2, disminuye gas progresivamente hasta obtener pleno ralentí en 4.
- En 3, cumbre del looping, tira de la profundidad a tope y mantén esta posición hasta 5 donde volverás a  $\frac{3}{4}$  como al comienzo de la figura.
- En 6, vuelve a meter gas.

Esto representa una cierta gimnasia de dedos y algunas decenas de loopings entrenando, pero el resultado es evidente: los círculos son bien redondos y la salida de la figura está a la misma altura que la entrada.



## El looping exterior

La verdadera dificultad del looping exterior es de orden psicológico.

No es normal para un piloto normalmente constituido hacer picar brutalmente su avión hacia el suelo avanzando el mando de profundidad a tope.

Comienza la figura con el viento de cola:

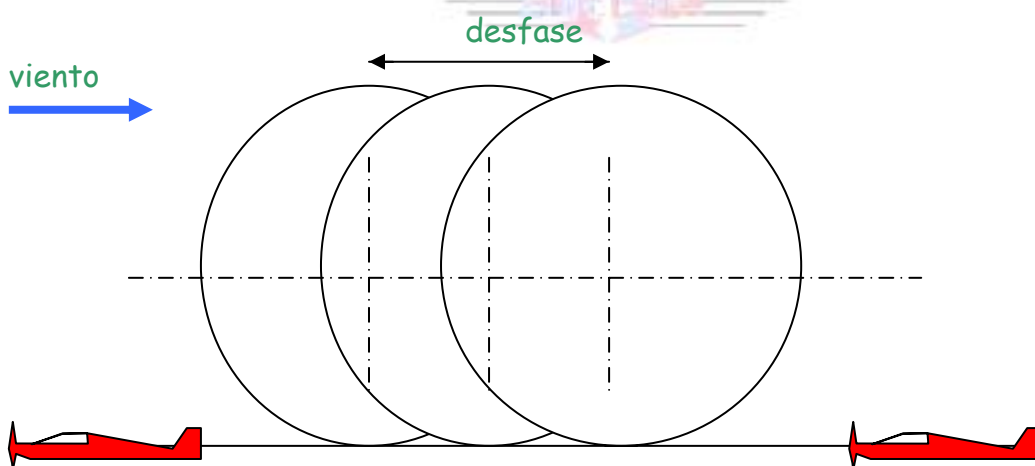
- En 1, reduce el gas a fondo lo suficiente para que el avión tenga tiempo de ralentizar netamente.
- En 2, pon el mando totalmente picado y déjalo en esta posición durante todo el looping.
- En 3, vuelve a meter gas lentamente para obtener la posición todo gas en 4.
- Al final del looping vuelve al punto 2 y suelta la profundidad... A menos que quieras efectuar los loopings exteriores encadenados.

## Los loopings encadenados

Con un mínimo de entrenamiento, un buen avión y un poco de suerte hacer un looping perfecto no es excesivamente complicado. Pero cualquier looping no es perfecto más que en apariencia, visto desde el suelo a 200 o 300m. Si intentamos varios loopings seguidos las imperfecciones se añaden unas a las otras en cada vuelta. Como resultado tenemos un tirabuzón. Lo más corriente es que con viento de cara los centros de los círculos queden desplazados. Si el viento está ligeramente atravesado se añade a este movimiento de traslación lateral.

Es preciso elegir un punto de comienzo de la primera figura y volver a pasar por este punto cada vuelta.

Los movimientos de las alas en el transcurso de la figura derivarán en tirabuzones. Hace falta tener buen ojo para detectar y corregir estos movimientos a tiempo.



## Looping triangular

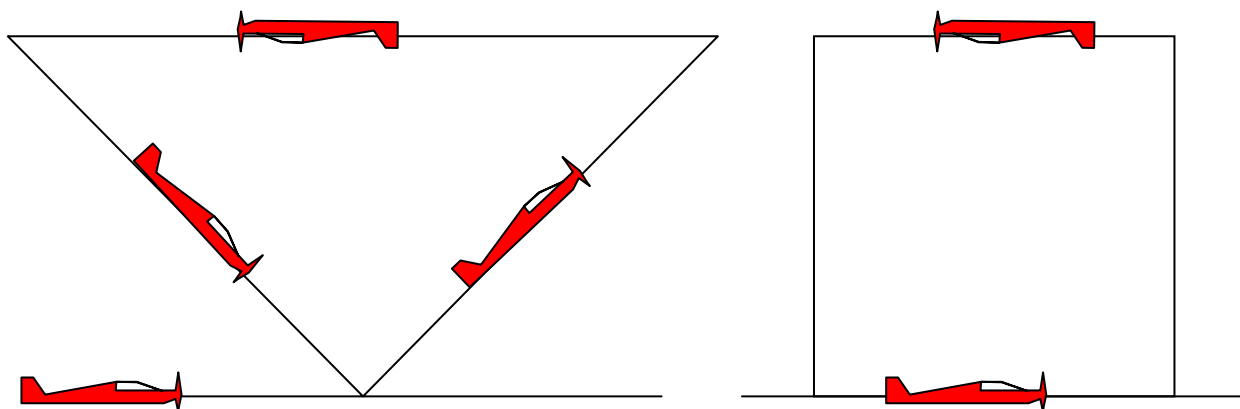
Esta modalidad de looping consiste en hacer una figura triangular, de lados rectos, todos ellos a  $45^\circ$  formando un triángulo equilátero.

- Comenzamos en vuelo recto y nivelado, contra el viento.
- Ascendemos, motor a tope en un ángulo de  $45^\circ$  sobre la horizontal.
- Después de un tramo recto en esa posición tiramos bruscamente de profundidad para colocar el avión en horizontal, en posición de invertido. El avión habrá girado  $135^\circ$ . Picamos levemente para mantener el nivel si es preciso.
- Nivelamos en esta posición, describiendo un tramo recto de la misma longitud que la recorrida a  $45^\circ$  ascendente.
- Reducimos motor a  $\frac{1}{4}$  y tiramos de nuevo de profundidad para situarnos  $45^\circ$  en dirección al punto donde iniciamos la primera maniobra. El avión habrá vuelto a girar otros  $135^\circ$ .
- Tiramos de profundidad en este punto para colocar el avión en horizontal en vuelo positivo. Se mete gas y se acaba la figura.

## Looping cuadrado

Se realiza de forma similar al anterior, describiendo tramos rectos a  $90^\circ$ .

- Comenzamos en vuelo recto y nivelado, a todo gas contra el viento.
- Tiramos bruscamente de profundidad para ascender en vertical a  $90^\circ$ .
- Ascendemos un tramo recto y tiramos, de nuevo bruscamente la profundidad para colocarnos en invertido.
- Describimos un tramo recto en invertido de la misma longitud que el tramo en vertical ascendente. Picamos levemente si es preciso. Reducimos gas a  $\frac{1}{4}$ .
- Tiramos bruscamente la profundidad para descender en vertical hacia el suelo.
- Próximo a la altura de entrada de la figura, tiramos la profundidad para situarnos en vuelo recto, nivelado y en positivo. Aceleramos para estabilizar el avión y cerrar el cuadrado.





## El rombo

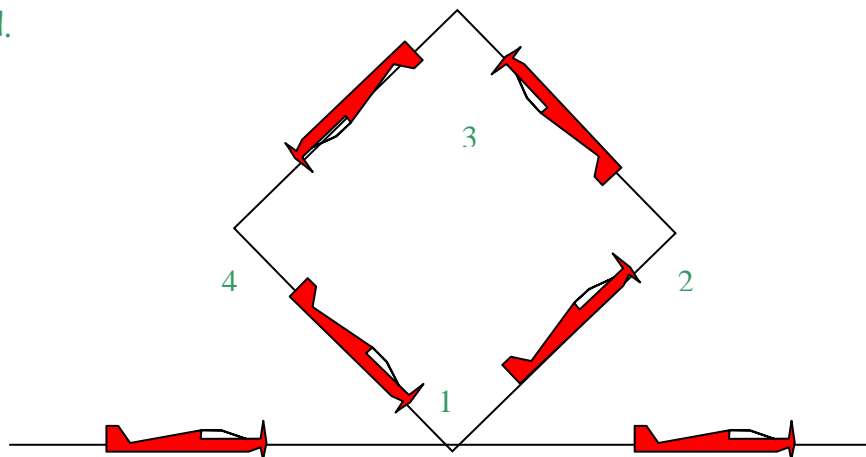
Es el Looping en el que describimos con nuestro avión un rombo, o mejor dicho un cuadrado girado  $45^\circ$  sobre la horizontal de forma que sus aristas forman siempre  $45^\circ$  con el horizonte.

Comenzaremos como en el [Looping triangular](#). Precisaremos mejor administración del motor.

- Vuelo recto y nivelado contra el viento. Motor a todo gas.
- Tiramos de profundidad en 1 para situarnos en una trepada a  $45^\circ$ . Tramo recto.
- Volvemos a tirar de la profundidad en 2 para girar  $90^\circ$  sobre la cabina de nuestro avión.
- Corrección de alerones si es preciso, tendremos el avión nuevamente a  $45^\circ$  sobre el horizonte, pero cabina abajo. El avión debe llegar a la posición 3 con suficiente motor.
- En 3 tiramos de la profundidad para girar otros  $90^\circ$  sobre la cabina. Reducimos motor a  $\frac{1}{4}$ . Corregir alerones si es preciso. Estaremos a  $45^\circ$ , cabina abajo y picando hacia el suelo.
- En 4 volvemos a tirar de la profundidad para girar otros  $90^\circ$ . Atacamos el suelo a  $45^\circ$  en posición positiva y picando. Mantenemos el régimen del motor.
- Si todo se ha realizado correctamente, volveremos a pasar por punto 1 donde tiramos por última vez de la profundidad para girar  $45^\circ$  y situarnos en posición horizontal nivelada. Aceleramos para estabilizar y salir de la figura, que con práctica será una de las más atractivas de nuestro repertorio.

Es importante la corrección de posición de las alas con los alerones ya que el avión va perdiendo velocidad y puede inclinarse lateralmente, depende de ello que podamos cerrar la figura en el punto que la comenzamos y no a varios metros desplazado lateralmente.

Desde esta figura podemos acometer otras más complicadas como el Looping hexagonal y octogonal, variando los ángulos de giro de los sucesivos tramos rectos. La potencia del motor debe ser bastante para llegar al azimut con suficiente velocidad.



## CAPITULO 3: FIGURAS EN LINEA E INVERTIDO

### VOLANDO EN INVERTIDO

Los acrobáticos con perfiles simétricos y con incidencia nula en las alas y en el estabilizador, están concebidos para volar indiferentemente en vuelo normal o invertido. Aunque incluso éstos, tienen tendencia a picar en vuelo invertido y necesitan corrección con la profundidad, picando.

La facultad de efectuar un vuelo invertido estable es muy variable para cada avión pero todos son capaces de mantener esta posición. Hay reconocer, que con algunos aviones con perfil hipersustentador se necesita algo más que un milagro.

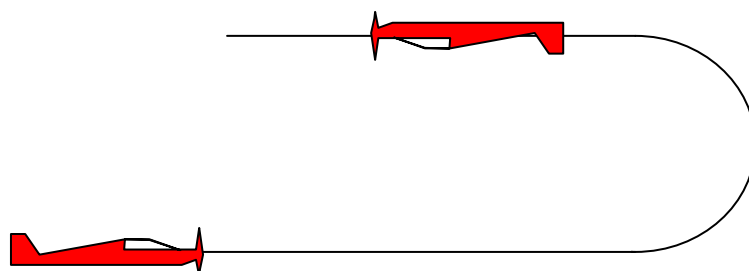
En invertido ciertos gobiernos quedan cambiados: la profundidad, es necesario picar para ascender y viceversa, incluso la deriva se mueve al revés. Por el contrario, los alerones se mueven siempre en el mismo sentido.

La puesta en invertido normal se efectúa haciendo un medio tonel. No obstante, para evitar sorpresas desagradables experimenta primero la puesta en invertido por un medio looping.

Es suficiente comenzar un looping pero sin quitar gas en el punto superior y relajando la profundidad entonces, el avión seguirá el vuelo invertido horizontal a partir de ese punto y a mayor altura. Observarás que deberás picar para mantener el vuelo horizontal. Cualquier avión es capaz de mantener el vuelo invertido con prácticamente el mismo régimen de motor que en el vuelo normal, por lo que no es necesario volar el invertido con el motor a tope sino al régimen que más cómodo te encuentres. Para mantener esta posición se puede actuar con el trim para no tener continuamente pulsada la profundidad y entrenarte a hacer largos virajes así.

Toda pérdida de altitud en los virajes se compensa picando más. Se pueden hacer los primeros ensayos entrando en el medio looping con el viento trasero y no de cara como habitualmente y lejos del piloto para volver viento en cara hacia el piloto en una larga línea recta que deja mucho tiempo para realizar ajustes. Puedes entrenarte a hacer en invertido cualquiera de las evoluciones que te parezcan normales en el vuelo normal, 8 horizontal, circuito de aproximación, etc. Cuando domines el invertido como el vuelo normal, recuerda que se aterriza del derecho.

Es importante tener en mente siempre que se vuela en invertido, y sobre todo a baja altitud, salir siempre del invertido con medio tonel o mejor, picando fuertemente si el motor te lo permite, ya que de lo contrario lo clavarás en el suelo.



## EL TONEL

El procedimiento más simple para realizar un tonel es el siguiente:

- Entra en la figura a todo gas.
- Encabrita ligeramente, después soltar la profundidad.
- Alerones todo a la izquierda o a derecha.
- Suelta en vuelo normal y encabrita ligeramente.

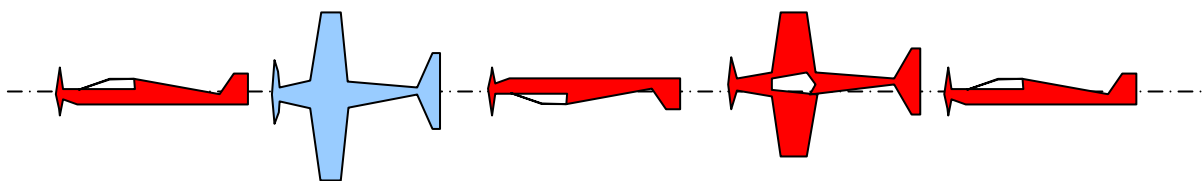
Suelen ser necesarias las dos acciones sobre la profundidad al comienzo y al final de la maniobra para compensar el picado cuando pasa por el vuelo invertido. La rotación de alerones a izquierda es más rápida por efecto del par motor. Pero con esta manera de realizar el tonel suele salir un tonel más volado (con forma de tirabuzón horizontal).

Normalmente un tonel se hace en un segundo y medio o dos segundos. La forma normal de proceder es la siguiente:

- Entra en la figura a todo gas
- Aplica los alerones todo a derecha o izquierda
- En la proximidad del vuelo invertido pica ligeramente para evitar el descenso, después relaja cuando el avión va a pasar a cuchillo
- Suelta los alerones en vuelo normal
- En caso de necesidad encabrita ligeramente para corregir una pequeña pérdida de altura

El par motor ayuda a que los toneles a derecha sean más lentos, así como el viento a favor, por lo que en estas dos situaciones la cantidad de palanca a aplicar será mayor.

Es muy recomendable una vez dominado este procedimiento, realizar encadenadamente dos o más toneles ya que favorecerán nuestro entrenamiento y nos prepararán para otras figuras que así lo requieren como podría ser la rueda de toneles.



## El tonel lento.

## Tabla Aresti

Cuando el avión pasa por el vuelo invertido y a cuchillo, la nariz tiende siempre a picar en estas posiciones. Cuanto más lento realicemos el tonel mayores deberán ser estas correcciones.

La secuencia de los movimientos es la siguiente:

- En 1, el avión vuela a todo gas, viento de espaldas horizontalmente.
- En 2, da un poco de alerón a izquierda (el tonel se gira mejor a izquierda que a derecha debido al par motor) y mantén esta misma dosis de alerones durante toda la figura. El avión pasa ahora por el vuelo a cuchillo: deriva a derecha.
- En 3, vuelo invertido, has relajado la deriva. Pulsa la profundidad picando para corregir a la vez la caída natural en vuelo invertido y la caída eventual resultado del paso por el cuchillo. El avión vuelve a pasar por el vuelo a cuchillo por la otra cara: aplica deriva a izquierda.
- En 4, el avión ha vuelto al vuelo horizontal. Si es necesario encabrita ligeramente para corregir la trayectoria.

Este tonel debería de realizarse en unos 5 o 6 segundos.

## El tonel por tiempos

Un tonel de cuatro puntos se parece a un tonel lento en el cual se detiene la rotación cuatro veces a lo largo del mismo: el vuelo a cuchillo, el invertido, el vuelo a cuchillo sobre el lado opuesto y el vuelo normal.

Las maniobras a efectuar son las mismas que en el tonel lento pero con retornos al neutro de la palanca de alerones en cada cuarto de vuelta:

1. Alerones a izquierda con retorno al neutro.
2. Deriva a derecha.
3. Alerones a izquierda con retorno al neutro.
4. Profundidad picada.
5. Alerones a izquierda con retorno al neutro.
6. Deriva a izquierda.
7. Alerones a izquierda con retorno al neutro.
8. Encabrita ligeramente.

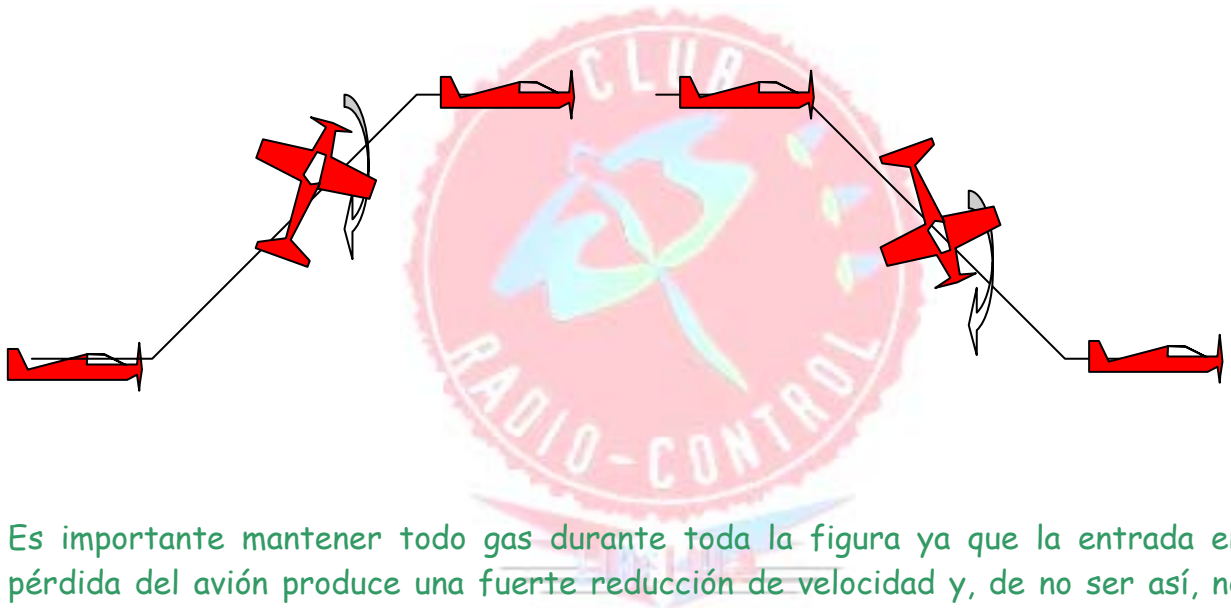
## El tonel rápido

## Tabla Aresti

Es una figura simple pero espectacular. Se puede realizar en la horizontal, o iniciarla subiendo o bajando en un ángulo de  $45^\circ$  para entonces realizar el tonel rápido, de ejecución distinta de la descrita hasta ahora, para continuar dicha línea a  $45^\circ$  y finalmente remontar a la horizontal. Esta figura suele integrarse en la realización de otras figuras, encadenándola.

Se realiza de la siguiente manera:

- Vuelo horizontal a todo gas.
- Opcionalmente, se inicia una trepada o descenso a  $45^\circ$ , siempre a todo gas.
- Se aplica profundidad y timón de dirección a tope en ambos mandos. No apliques alerones. Se produce una clara entrada en actitud de pérdida del avión y un giro sobre sí mismo vertiginoso en el que la cola del avión describe un cono. Se debe soltar profundidad antes del giro completo ( $180^\circ$ ) ya que la inercia del avión completará la vuelta.
- Continúa la trepada o descenso a  $45^\circ$  durante un segundo.
- Recupera el vuelo horizontal a todo gas.



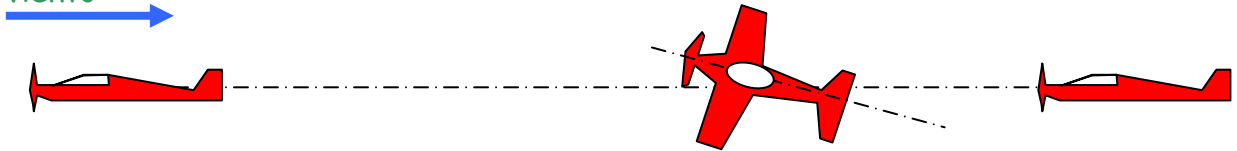
Es importante mantener todo gas durante toda la figura ya que la entrada en pérdida del avión produce una fuerte reducción de velocidad y, de no ser así, no completará la figura, o bien se desviará de la trayectoria planificada.

Se puede realizar la figura tanto encabritando como picando.

## El vuelo a cuchillo

Comienza un tonel contra el viento y suelta los alerones al cabo de un cuarto de vuelta. El avión en ese momento tiende a picar la nariz, para evitar esta caída aplicaremos el timón de dirección que actuará como timón de profundidad en esa posición y mandando lo suficiente para mantener el fuselaje en una posición encabritada muy característica.

viento



En esta posición el fuselaje presenta una incidencia con relación al eje de vuelo suficiente para producir la sustentación con la ayuda precisa de la potencia del motor y la deriva.

Un acrobático con fuselaje plano, buena relación de potencia y suficiente superficie lateral ayudará a la realización y mantenimiento de esta figura, bella como pocas. Dependiendo del avión, unos necesitarán poca corrección y otros precisan de grandes dimensiones de timón y ángulo de desplazamiento.

Se trata de encontrar la dosis correcta de desplazamiento del timón a aplicar para conseguir un vuelo mantenido a cuchillo sin variar de altitud. Algunos aviones además, se desvían de su trayectoria a derechas o izquierdas, para lo cual deberemos aplicar palanca de profundidad picando o encabritando suavemente según el caso.

Como ya hemos indicado en [inversión de mandos](#): giro con alerones a izquierda, dirección a la derecha y viceversa.

## CAPITULO 4: FIGURAS PLANAS HORIZONTALES

### FIGURAS PLANAS

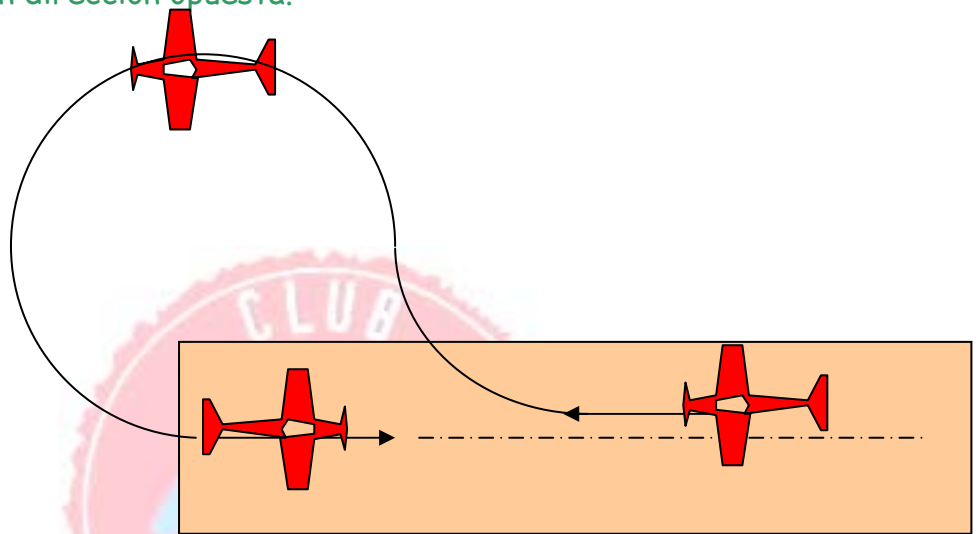
#### La media vuelta

Consiste en efectuar una rotación de  $360^\circ$  para cambiar la dirección del vuelo.

El avión vuela horizontalmente.

Viraje a derecha o izquierda para cambiar de dirección  $90^\circ$ .

Aplicando la misma dosis de alerón pero en el sentido contrario de forma que describa un viraje de  $270^\circ$  que va a dejar el avión en el eje de entrada de la figura pero en dirección opuesta.

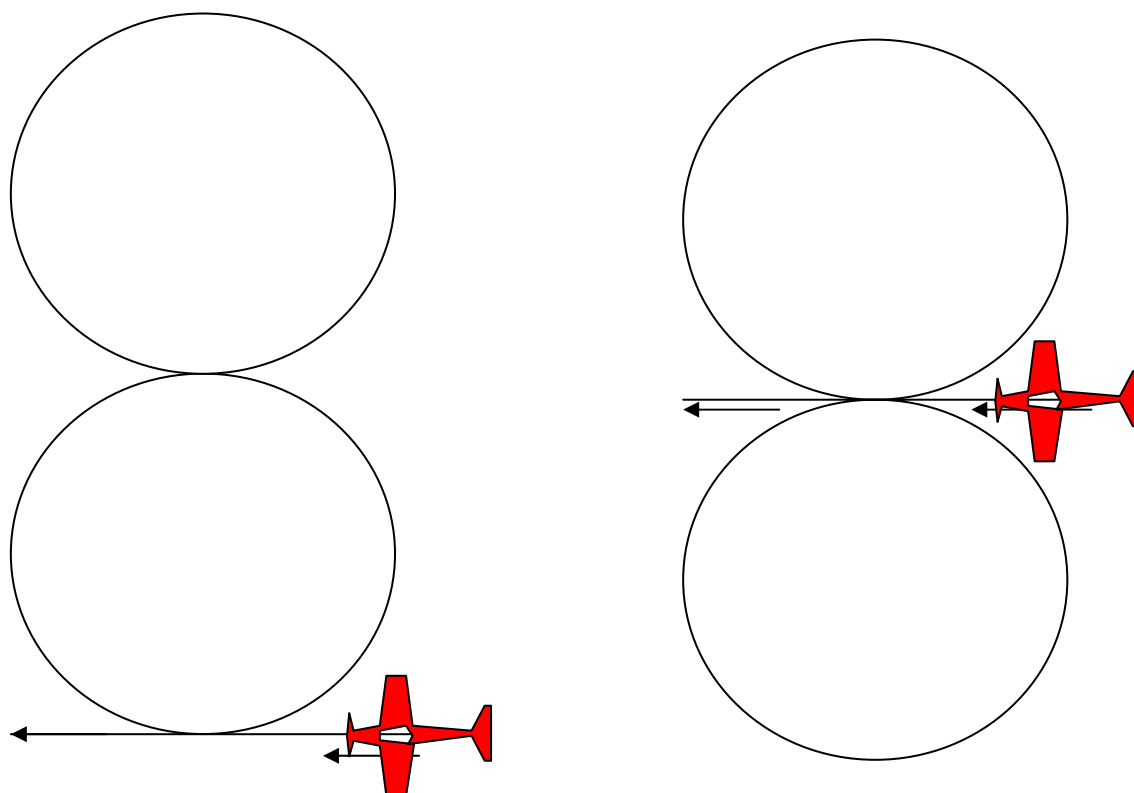


#### El ocho plano

El ocho plano es una figura que se desarrolla en un plano horizontal, paralelo al suelo, no hay que confundirlo con el ocho horizontal que tiene su eje principal paralelo al suelo pero se ejecuta en un plano vertical. Es una figura vertical.

La figura resume el procedimiento habitual. La entrada en la figura se hace con viento trasero. El ocho es mas regular si se empieza de esta forma que con el viento de cara o de lado:

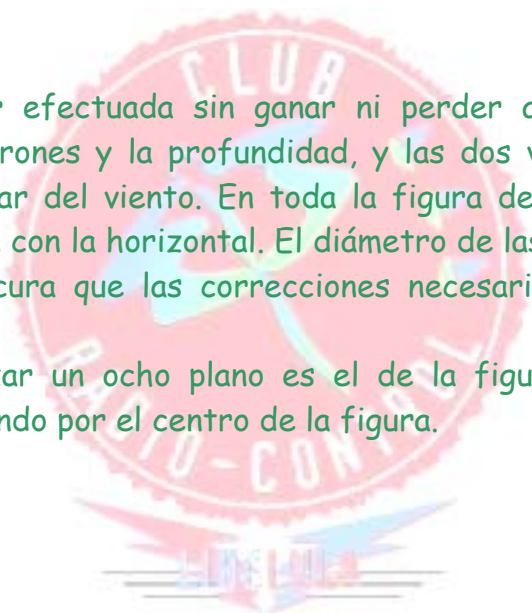
- Comienza en 1 un viraje de  $180^\circ$  sin perder altura
- En 2, aplicar alerones en sentido contrario para efectuar un círculo completo de  $360^\circ$  dejando el avión en el punto 3, coincidente con el 2.
- En 3, de nuevo alerones en el otro sentido para terminar el primer círculo con otro viraje de  $180^\circ$  dejando el avión en 4, exactamente en el punto de comienzo de la figura.



1

Esta figura debe ser efectuada sin ganar ni perder altura; es preciso coordinar bien los alerones y la profundidad, y las dos vueltas deben ser bien circulares, a pesar del viento. En toda la figura debe mantenerse el avión a  $45^\circ$  en relación con la horizontal. El diámetro de las vueltas debe ser bastante grande. Procura que las correcciones necesarias sean lo menos visibles posibles.

Otra forma de realizar un ocho plano es el de la figura de la derecha comenzando y terminando por el centro de la figura.

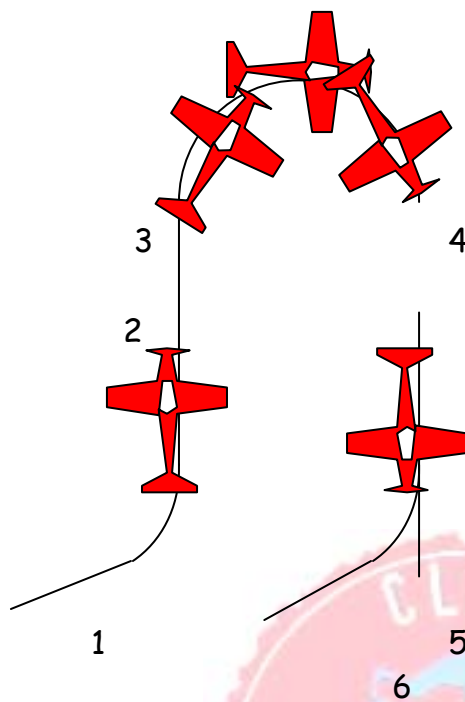


## CAPITULO 5: FIGURAS VERTICALES

### LA CAIDA DE ALA

Cualquier aparato suficientemente motorizado puede hacer una caída de ala. Consiste en realizar un tramo de vuelo horizontal, remontar en trepada vertical hasta perder casi por completo la velocidad y antes de pararse en esta ascensión, el avión bascula  $180^\circ$  sobre la punta del ala describiendo un semicírculo en el mismo plano, desciende paralelamente a la trepada y al llegar a la altura donde empezó el puntal, bascular  $90^\circ$  para volver a tomar una línea de vuelo horizontal, paralela a la línea de vuelo de entrada en sentido opuesto.

El dibujo ilustra esta figura:



En la caída de ala dirigimos el avión contra el viento, a todo gas en vuelo horizontal.

- En 1, tira de la profundidad describiendo un ángulo recto.
- La velocidad de trepada disminuirá progresivamente sin tocar los gases, el avión detendrá en 2 y volverá a caer, pero...
- En el punto 3, justo antes de que esto ocurra, aplicamos completamente la deriva a derecha o izquierda. El avión aún tiene algo de velocidad y el motor, que gira a todo régimen, impulsa fuertemente la deriva y lo hace bascular sobre el extremo del ala.

- Se deja proseguir este movimiento hasta que el avión se encuentra con la nariz abajo en posición vertical ( punto 4). En ese momento suelta la dirección y se reduce al ralentí.
- Dejar caer hasta el punto 5 a la misma altura que el punto 2 y, ahí, tirar de nuevo de la profundidad. El aparato describirá un nuevo ángulo recto para colocarse en una trayectoria horizontal, paralela a la de entrada en sentido opuesto.
- En el punto 6, vuelve a meter gas lentamente.

Las alas durante el semicírculo deben quedar en el mismo plano de la figura. Durante la trepada atiende a la posición de las alas, corrige alerones y ponlo en su sitio. El punto donde bascula el avión es el más delicado de la figura. Si mandas sobre la deriva demasiado pronto el avión se desviará pero no realizará la caída de ala esperada. Si mandas la dirección demasiado tarde, el impulso de la hélice no es suficiente para hacer bascular el avión. No se debe tampoco, disminuir gases en la fase de ascenso para no perder este impulso en la cola del avión. Además, si bascula demasiado tarde el avión caerá en cualquier dirección no esperada.

La caída de ala correcta es aquella en la que el avión pivota sobre la punta del ala sobre la que gira. En los concursos se penalizará la desviación o desplazamiento de ese extremo más allá de una semi envergadura.

## LA BARRENA

### Tabla Aresti

La figura resume las diferentes fases de esta maniobra:

Eleva el avión a una buena altura y se estabiliza en un vuelo horizontal.

En 1, reduce gases hasta el ralentí. Evita que el avión descienda tirando de la profundidad, el avión perderá velocidad rápidamente y entrará en pérdida.

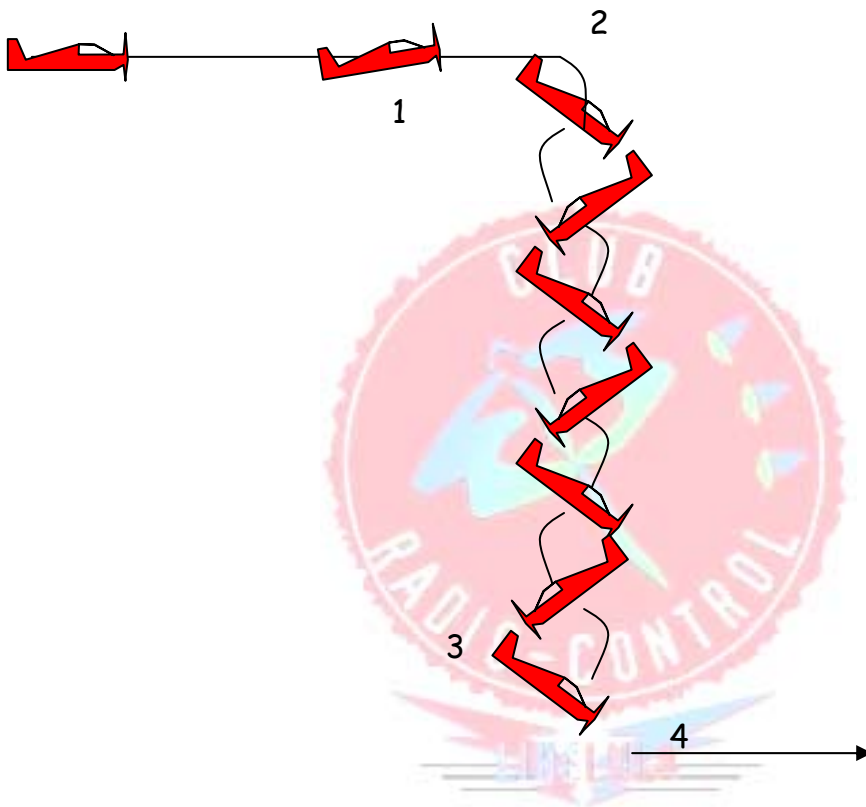
En este momento (2) actuarás sobre la deriva a la izquierda a tope. La entrada en barrena es más fácil haciendo girar a izquierda que a derecha por efecto del par motor. Aplica también a tope la profundidad completamente encabritada. Se puede ayudar a la maniobra, metiendo alerones igualmente a tope a la izquierda, aunque no es lo correcto.

En la barrena auténtica se hace girando el avión aproximadamente alrededor de su centro de gravedad. El fuselaje inclinado  $45^\circ$ , las alas casi horizontales. La cola del aparato describe un cono. La barrena no es un tonel en vertical, es una rotación ajustada sobre el centro de gravedad del avión como consecuencia de un viraje muy cerrado y una entrada en pérdida evidente.

Normalmente se deben hacer tres vueltas de barrena. Cuando el avión dé la primera vuelta se cuenta "uno", "dos" la segunda vuelta y no tendrás tiempo

de contar "tres" porque un poco antes de terminar la tercera vuelta, en el punto 3, se sueltan todos los mandos simultáneamente. El avión guiado por su propia inercia girará apenas  $\frac{1}{4}$  de vuelta. Justo lo que se necesita para terminar la tercera vuelta de barrena. La rotación se acaba idealmente cuando el avión tenga de nuevo la nariz orientada en la dirección de entrada (punto 4).

En este mismo instante se vuelve a meter gases y la barrena está acabada.



No todos los aviones pueden meterse en barrena. La entrada en barrena necesita un avión que sea un poco inestable. Algunos aparatos de entrenamiento, muy estables, son difíciles de meter en barrena como es el caso por ejemplo de los entrenadores. Es inútil ensayar lo imposible con estos aparatos, sea cual sea el centrado, no obtendrás mas que una vaga espiral.

Otos aviones entran difícilmente en barrena debido al centrado. Un avión de centrado adelantado, es más estable. Es preciso pues, para hacer una barrena un avión ligeramente centrado por detrás. Si durante un vuelo encuentras dificultades para poner el avión en barrena, haz otras figuras y al final del vuelo te saldrá mejor porque con el depósito prácticamente vacío el centrado se retrasa.

Si al terminar la barrena encuentras que no puedes salir de ella, el problema es de un centrado netamente trasero. Prueba a picar metiendo gas y poniendo la deriva y los alerones en sentido contrario a la rotación. Se puede esperar así que la hélice impulsando el estabilizador consiga restablecer la maniobrabilidad.

Si esta maniobra de apuro no sale bien... recoge los trozos y en el próximo avión revisa el centrado.

## HUMPTY BUMP

## Tabla Aresti

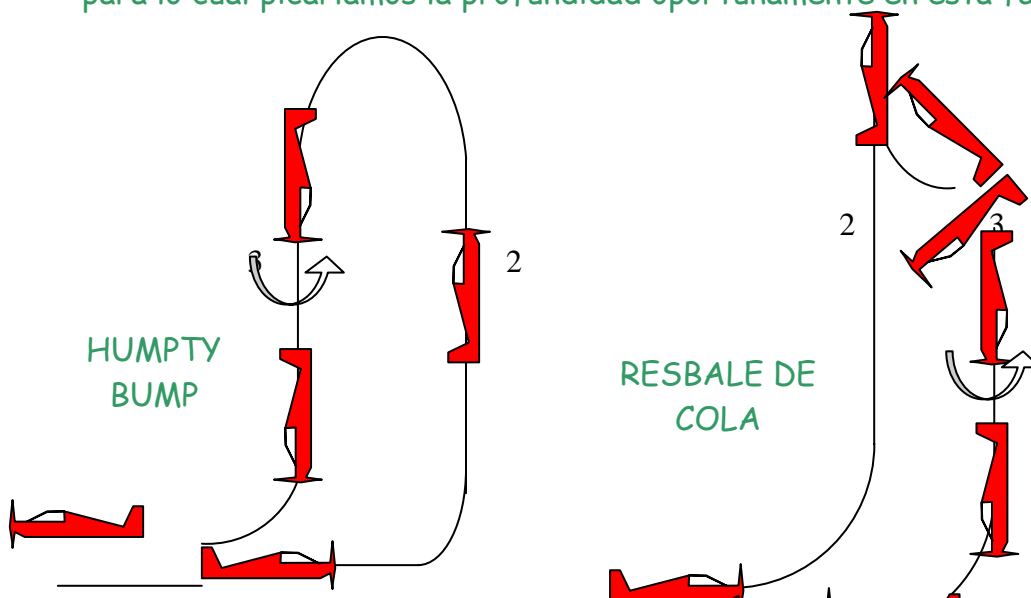
Es una figura similar hasta el punto 2 a la caída de ala, en la que el avión después de subir en vertical, realiza un giro de  $180^\circ$  sobre su eje transversal (el de las alas), vuelve a bajar en vertical para, finalmente recuperar la horizontal a la misma altura que la empezó.

Las fases a seguir serían las siguientes:

- Vuelo horizontal a todo gas
- En 1, tirar bruscamente de la profundidad para subir a  $90^\circ$
- Soltar la profundidad hay mantener gases a tope hasta perder casi por completo la velocidad del avión.
- Sin quitar gases, en 2 el avión conserva algo de velocidad y máximo empuje, tirar de profundidad a tope hasta girar  $180^\circ$
- En 3, disminuir motor a  $\frac{1}{4}$  y descender
- En 4, realizar  $\frac{1}{2}$  tonel, descendiendo hasta la altura de entrada en la figura.
- Tirar de profundidad en 5, hasta  $90^\circ$  para recuperar la horizontal
- Mete gases nuevamente

Muchas variaciones se pueden realizar en esta figura realizando toneles o fracciones de toneles tanto en subida como bajada para entrar y salir o no en la misma dirección. Ejemplo, subida en vertical +  $\frac{1}{4}$  tonel + giro  $180^\circ$  +  $\frac{1}{4}$  tonel

Otra variación es realizar la joroba en giro exterior, cabina hacia fuera, para lo cual picaríamos la profundidad oportunamente en esta fase.



5

1

1

5

## RESBALE DE COLA

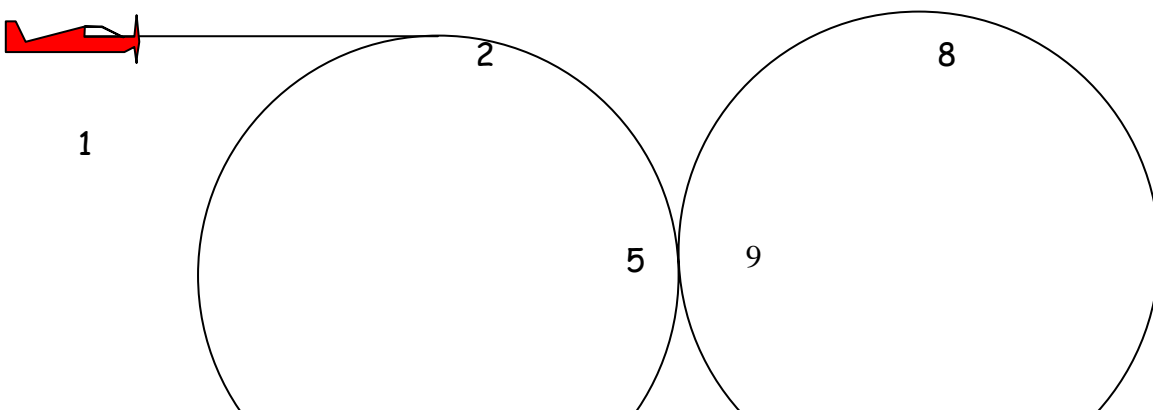
Tabla Aresti

El resbale de cola es una figura que, consiste como en la anterior figura en subir desde un vuelo horizontal hasta una posición en la que el avión pierde por completo la velocidad de ascenso y en ese momento resbala y se deja caer en dirección a su cola para pivotar hacia delante o atrás, según la acción que le apliquemos, y posicionarlo en vertical descendente y posterior recuperación a la horizontal.

Las fases a seguir serán, según la figura:

- Vuelo horizontal a todo gas.
- Trepada a 90° tirando bruscamente de profundidad, en 1.
- Dejar subir en vertical corrigiendo posibles desviaciones.
- En 2, disminuir gases hasta que el avión se detenga.
- El avión debe descender claramente hacia atrás sin cambio de actitud (apuntando su nariz hacia arriba), a partir de ahí le guiaremos (en 3):
- Si aplicamos profundidad picando, la cola del avión descende hacia la parte inferior del mismo (la panza) y pivotará sobre el lado de cabina.
- Si aplicamos profundidad encabritando la cola ascenderá y el avión pivotará sobre la panza del avión.
- En cualquiera de los casos anteriores que hayamos elegido para nuestra figura el avión acabará en vertical descendente. Hay que evitar que el avión bascule más veces. Opcionalmente aplicamos alerones en 4, haciendo  $\frac{1}{2}$  tonel para restituir la cabina del avión hacia el mismo lado que subiendo.
- Recuperamos en 5 la horizontal con un giro de 90° cerrado y a la misma altura que la entrada. El avión saldrá en sentido opuesto o el mismo sentido según hayamos realizado el  $\frac{1}{2}$  tonel o no.

## EL OCHO HORIZONTAL



El ocho horizontal se ejecuta en un plano vertical, normalmente con el eje de la figura horizontal paralelo al suelo y a la pista de vuelo. Antiguamente el ocho horizontal era una consecución de dos loopings, uno interior y otro exterior con un punto de tangencia a la altura del centro. Pero la forma actual de ejecutarla es la siguiente, según la figura:

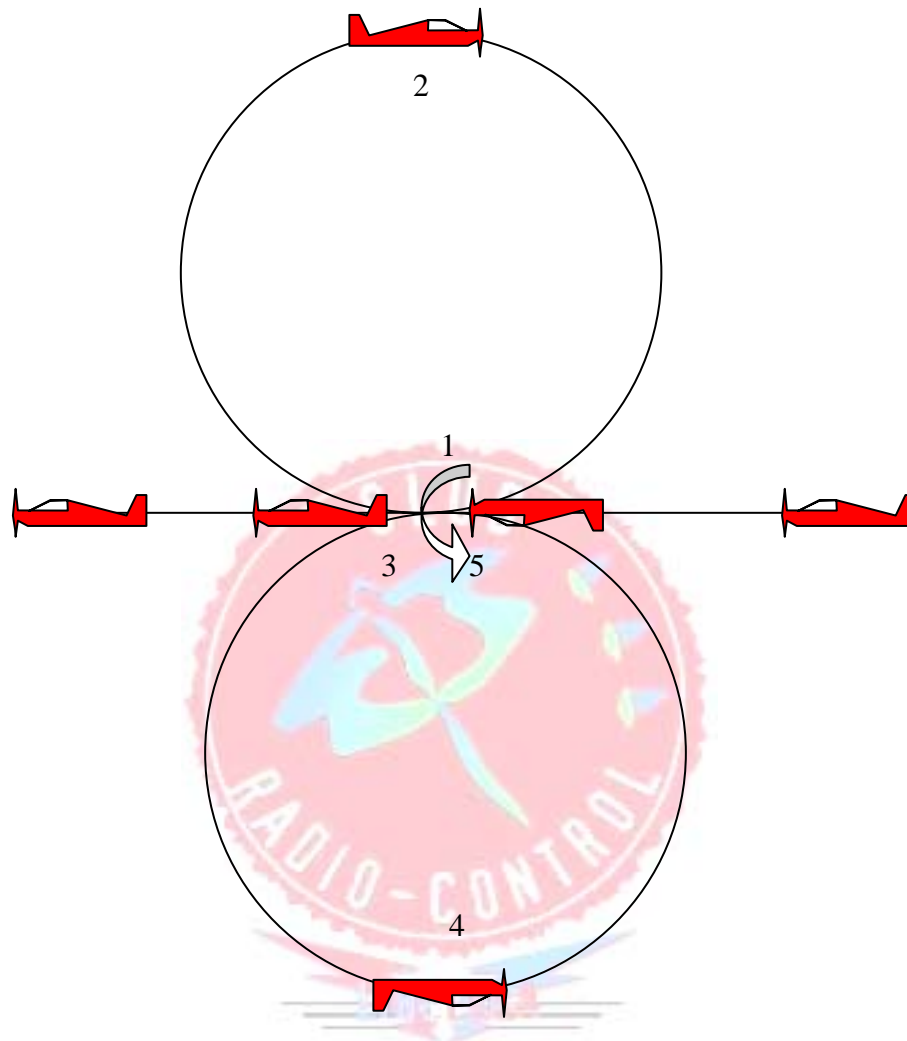
- En 1, se comienza en vuelo horizontal, viento en cara.
- En 2, reduce gas y desciende para comenzar un cuarto de looping exterior, cabina hacia el exterior del círculo. Pasa por primera vez por el centro de la figura.
- En 3, manteniendo el mando picando acelerar progresivamente.
- En 4, verificar la horizontalidad de las alas y corregir posibles desviaciones. Continuamos el looping exterior como indicamos en el [capítulo 2](#), hasta el punto 5 centro de la figura.
- Pasar rápidamente de totalmente picado a encabritado o casi según el reglaje de la profundidad del avión.
- En 6, antes de llegar a lo bajo del segundo looping volver a meter progresivamente gases.
- En 7, verificar la horizontalidad de las alas y corregir posibles desviaciones. Proseguir el looping a todo gas hasta la cumbre.
- En 8, justo antes de la cumbre reduce de nuevo gases como en el [looping interior](#).
- En 10, volver al vuelo horizontal y acelerar.

Es importante mantener la velocidad del avión durante toda la figura, que los círculos sean amplios, del mismo tamaño y a la misma altura, así como que el avión pase en las tres ocasiones por el mismo punto de tangencia de los dos círculos. Aprovecha los tramos de subida para corregir sutilmente las desviaciones en la dirección y las alas para mantener el plano de ejecución de la figura.

## EL OCHO VERTICAL

La figura es la de un 8 en un plano vertical con el eje que une los centros de los círculos también vertical

- Se comienza en vuelo horizontal, viento en cara.
- En 1, se efectúa un medio tonel para ponerse en vuelo invertido e inmediatamente realizar un looping exterior ascendente con la profundidad totalmente picada o casi. Asegúrate que las alas estén perfectamente horizontales o su trayectoria se desviará a derecha o izquierda del plano vertical.
- Seguir el looping exterior reduciendo gases a fondo en 2.
- En 3, el avión estará en vuelo invertido al final del looping exterior. Soltar la profundidad y efectúa rápidamente un medio tonel e inmediatamente, realiza el segundo looping interior picando de nuevo a fondo.
- En 4, acelera progresivamente.
- En 5, al llegar al punto de tangencia de los círculos se sale derecho en vuelo horizontal.

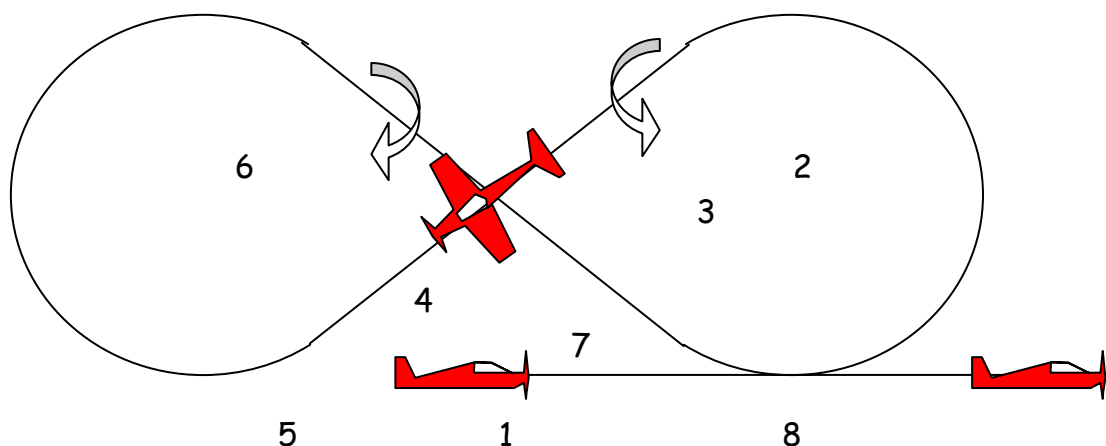


Como en anteriores figuras es importante la amplitud de los círculos, idénticos en tamaño, y centrados en el eje de ejecución, así como pasar siempre por el mismo punto de tangencia. Aprovechar los tramos verticales de subida para realizar las oportunas correcciones.

## EL OCHO CUBANO

### Tabla Aresti

La figura se compone de  $\frac{3}{4}$  de looping seguido de un picado en invertido a  $45^\circ$  con medio tonel a la altura del centro del looping, después otro  $\frac{3}{4}$  de looping comenzado a la misma altura que la entrada, seguido igualmente de un picado invertido a  $45^\circ$ , medio tonel en el centro y salida horizontal a la misma altura y en la misma dirección que la entrada. Simple, no?



- En 1, entrada horizontal: a todo gas, viento de espaldas.
- En 2, algo más de medio looping ascendente.
- En 3, profundidad al neutro, reduce gas, descenso a  $45^\circ$ .
- En 4, en el centro de la figura realizar medio tonel.
- En 5, acelerar progresivamente y encabritar hasta los  $\frac{3}{4}$  de looping.
- En 6, reduce motor, profundidad al neutro y descenso a  $45^\circ$ .
- En 7, medio tonel en el centro de la figura.
- Salir en 8, en vuelo horizontal a la misma altura y en el mismo sentido que la entrada.

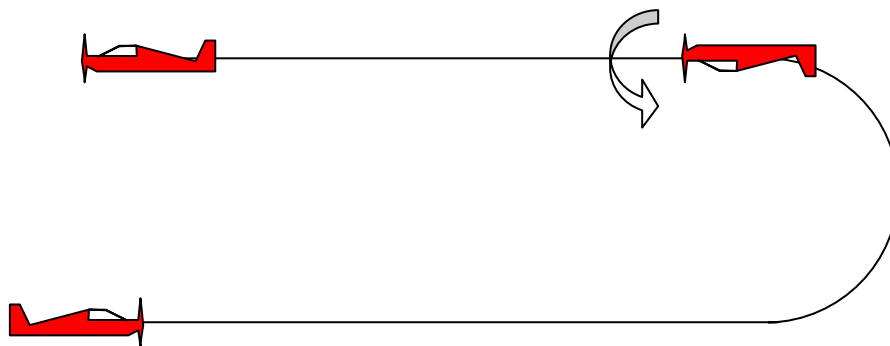
El Ocho Inverso se realiza comenzando por la trepada a 45° y medio tonel para continuar el resto del ocho de forma similar al ocho cubano.

### EL IMMELMAN

El immelman es una figura que no es mas que un medio looping seguido de un medio tonel. Esta figura simple en sí misma, sirve para encadenar otras figuras y para devolver el avión, tras una pasada por pista, a la misma línea de pista a mayor altura lo que nos sitúa en perfectas condiciones nuestro aparato para realizar una nueva acrobacia.

#### El immelman simple

#### Tabla Aresti



- En 1, vuelo horizontal a todo gas. El immelman se puede comenzar con viento de cara o de espaldas.
- En 2, comienza un medio looping.
- En 3, volver la profundidad al neutro y realizar un medio tonel.

Conviene comenzar del medio tonel ligeramente antes de la cumbre del looping.

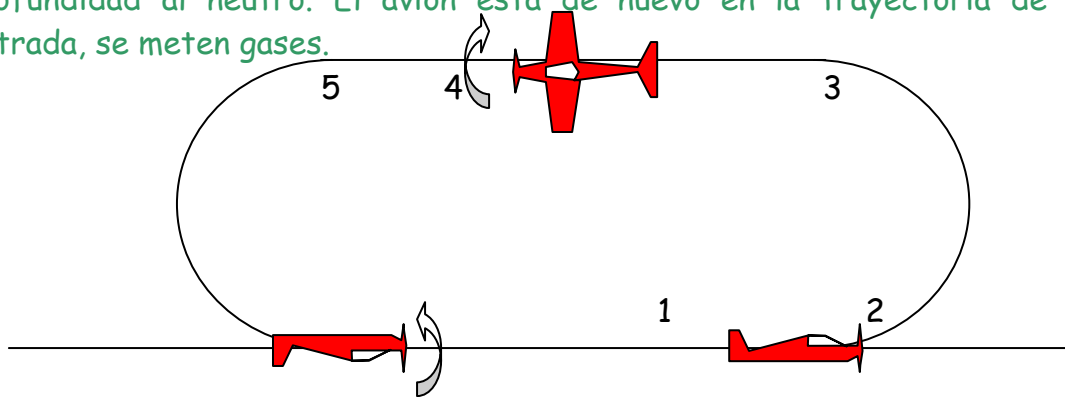
#### El doble immelman

#### Tabla Aresti

La sucesión de un immelman derecho y otro del revés nos dará un doble immelman:

- En 1, entrada en vuelo horizontal a todo gas.
- En 2, profundidad encabritada para el medio looping.
- En 3, profundidad al neutro y medio tonel.
- En 4, reduce gases, deja volar al avión en la horizontal durante un segundo.
- En 5, comienza un medio looping exterior.

- En 6, aplica los alerones para efectuar un medio tonel y vuelve la profundidad al neutro. El avión está de nuevo en la trayectoria de entrada, se meten gases.



## HAMMERHEAD

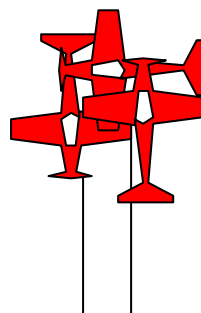
## Tabla Aresti

Es una figura de factura similar en sus comienzos a la caída de ala. Hay una característica fundamental que las diferencia. En la caída de ala el avión pivota sobre el extremo del ala, mientras que en el hammerhead el avión debe pivotar sobre el eje vertical del avión (el que pasa por el centro de gravedad perpendicular al plano de las alas y fuselaje).

Se realiza como sigue:

- Dirigimos el avión contra el viento, a todo gas en vuelo horizontal.
- En 1, ascenso en vertical en un ángulo recto. Corrige posibles desviaciones
- La velocidad de trepada disminuirá progresivamente sin tocar los gases, el avión detendrá en 2 completamente. Corrige la acción del par motor.
- En este punto justo antes de caer, aplicamos completamente la deriva a derecha o izquierda. El motor, que gira a todo gas, impulsa fuertemente la deriva y lo hace bascular sobre sí mismo.
- Se deja proseguir este movimiento hasta que el avión se encuentra con la nariz abajo en posición vertical. En ese momento suelta la dirección y reduce al ralenti.
- Deja caer hasta la misma altura que el inicio tirando de nuevo de la profundidad para recuperar la trayectoria horizontal, paralela a la de entrada en sentido opuesto. Se vuelve a meter gas lentamente.

El giro plano sobre la vertical debe no desviar el avión en sus tramos ascendentes y descendentes más de  $\frac{1}{2}$  de la envergadura. Durante el giro el avión no debe descender. El giro a izquierda estará ayudado por el par motor.





## CAPITULO 6: FIGURAS ENCADENADAS

Se pueden realizar multitud de figuras complejas encadenando algunas de las que hemos descrito en los capítulos anteriores para conseguir tanto figuras clásicas de la acrobacia como las que el piloto sea capaz de imaginar y realizar. Algunas de ellas son las siguientes:

### LA TRENZA

#### Tabla Aresti

Se asemeja al dulce de repostería consistente en un lazo con los extremos retorcidos. Con esta misma configuración espacial la realizaríamos así:

- Se comienza con vuelo horizontal a todo gas y viento en contra.
- Se realiza un tonel a derechas 180° sobre su eje longitudinal.
- Al finalizar el mismo se tira de la profundidad para realizar un looping completo.
- A la salida del looping se realiza un tonel completo a izquierdas.

Se debe tener la seguridad de dejar perfectamente horizontales las alas después del primer tonel para que el looping no salga desplazado del plano vertical.

### AVALANCHA

#### Tabla Aresti

Encadenar un looping con un tonel rápido o avalancha no parece fácil y de hecho no lo es.

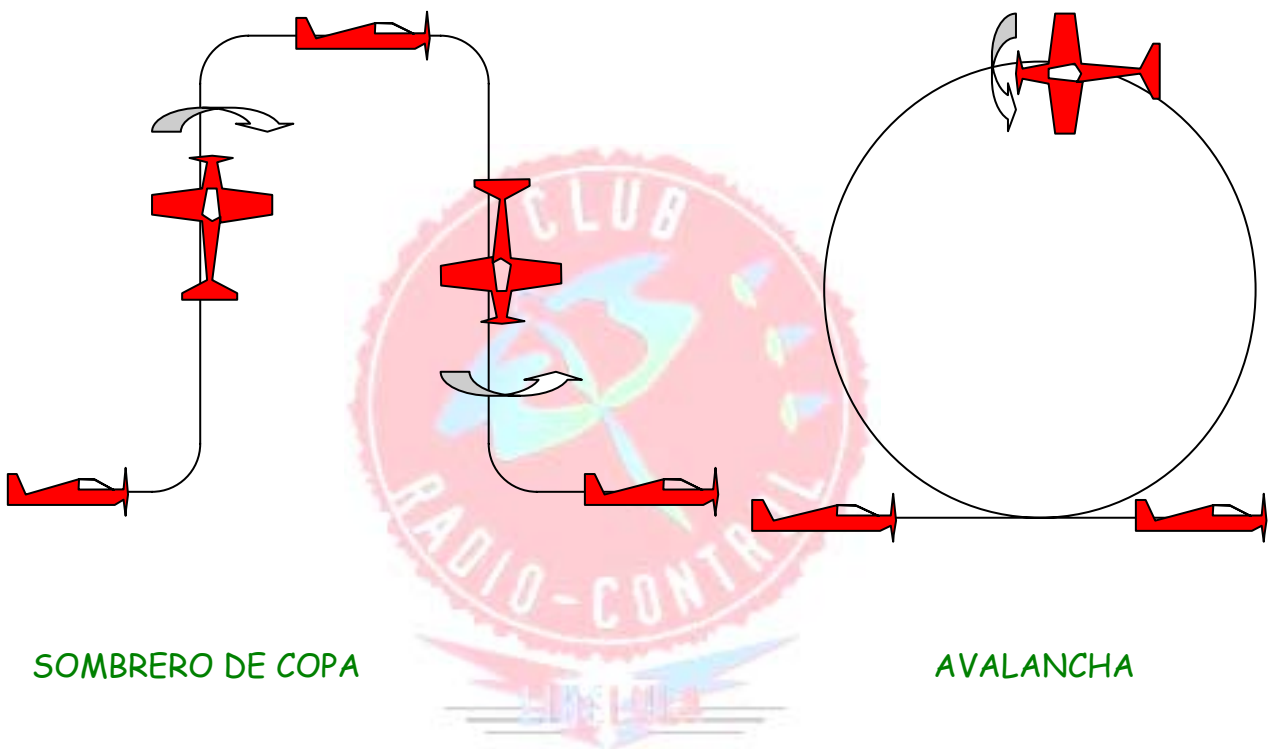
La ejecución del looping no será exactamente como indicábamos para el looping normal ya que tiene que llegar con bastante velocidad a la cumbre del looping.

- Se comienza en vuelo horizontal a todo gas y viento en contra.
- Comenzamos un looping amplio manteniendo el gas a tope.
- Poco antes de llegar a la cumbre, el avión se encuentra en invertido y con la nariz ligeramente apuntando hacia arriba, se accionan a tope la profundidad y la dirección a izquierdas (el par motor favorece el giro), para realizar la avalancha.
- Poco antes de la revolución completa del avión se sueltan los mandos, el motor sigue a tope y se nivelan las alas para continuar el looping descendiendo.
- Se reducen gases hasta la parte inferior del looping corrigiendo cualquier desviación de las alas.
- En la parte inferior del looping acelera progresivamente y recupera la horizontal a la misma altura del inicio del looping.

## EL SOMBRERO DE COPA

Siguiendo la figura tendremos:

- La entrada en vuelo horizontal, alas bien niveladas, contra el viento a todo gas. Tirar bruscamente de profundidad par pasar al tramo vertical, el giro debe ser cerrado, no un cuarto de looping.
- Realiza el tonel centrado en el tramo vertical ascendente.
- A la llegada a la cumbre, la velocidad debe ser suficiente para picar la profundidad, restableciendo la horizontal. Este tramo debe ser la mitad de la longitud del tramo vertical.
- Reduce gases y picar para el segundo tramo vertical descendente.
- Realiza otro tonel completo.
- A la salida de este tramo, de nuevo tirar de profundidad para volver al vuelo horizontal a la misma altura y en la dirección que la entrada.

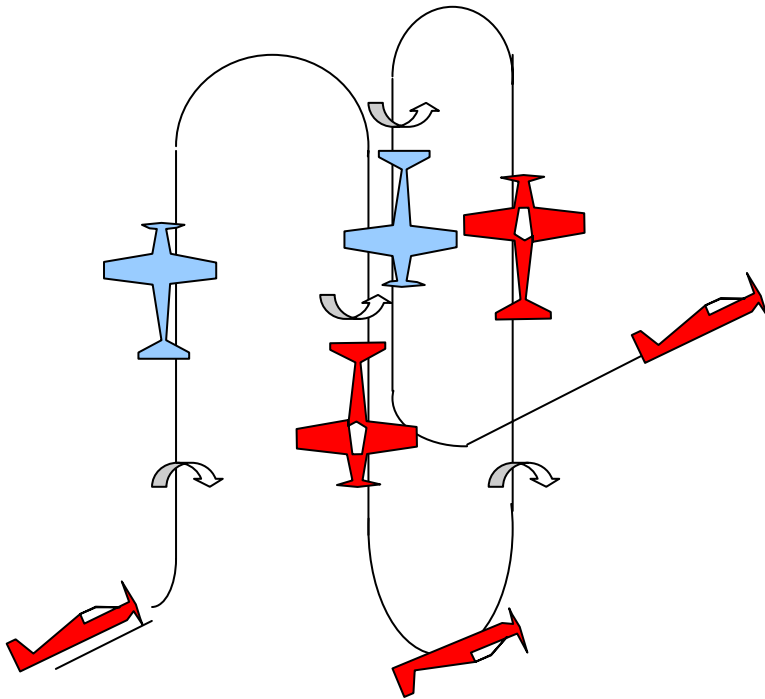


SOMBREIRO DE COPA

AVALANCHA

## LA FIGURA M

El avión comienza la ejecución de la figura con un vuelo horizontal rectilíneo, después se encabrita hasta la vertical. Ejecuta entonces un medio tonel después un reverso (caída de ala) describiendo  $180^\circ$ , seguido de un medio tonel descendente, después del cual efectúa un medio looping exterior para volver al vuelo vertical ascendente. Un tercer medio tonel seguido de un segundo reverso en el sentido opuesto al primero, seguido de un cuarto medio tonel y al final se recupera a la misma altura y siguiendo la misma dirección que al comienzo de la figura.



Siguiendo la figura:

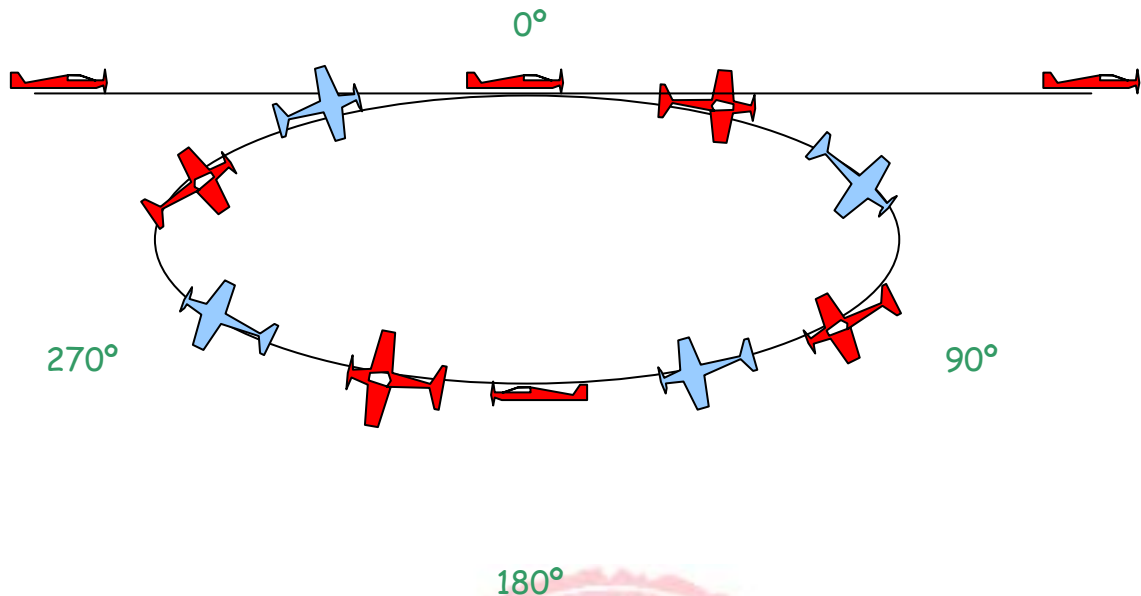
- Vuelo horizontal, nivelado y a todo gas.
- Tira de profundidad hasta vuelo ascendente perpendicular al suelo.
- Realiza medio tonel ascendente, a la mitad del tramo vertical.
- Caída de ala con motor a tope, aplicando dirección a izquierdas, según el ejemplo de la figura.
- Descenso en vertical, perpendicular al suelo, disminuye gases.
- Medio tonel descendente, a la mitad del tramo vertical.
- Pica para realizar medio looping exterior, aumentar gases a tope.
- Nueva subida perpendicular al suelo.
- Tonel ascendente, a la mitad del tramo vertical.
- Caída de ala a la derecha, al contrario que el primero. Disminuye gases.
- Medio tonel descendente, a la mitad del tramo vertical.
- Pica para restablecer el vuelo horizontal. Meter gases.

### CIRCULO DE TONELES

El círculo de toneles consiste en realizar un círculo en un plano horizontal al suelo, en el que al mismo tiempo vamos a ir realizando toneles encadenados. Se pueden abordar de varias maneras, a derechas con tonel a derechas o a izquierdas, o a izquierdas con toneles a derechas o izquierdas según

nuestras preferencias o lo que esté estipulado en la tabla del concurso en el que participemos.

La rueda o círculo de toneles se realiza con una consecución de cuatro toneles al cabo de una vuelta completa, Así pues debemos ajustar la velocidad de rotación axial de nuestro avión para que realice un tonel en cada cuarto de la rueda. Probaremos el desplazamiento de la palanca de alerones a esta rotación para mantenerla en ese desplazamiento durante toda la figura. El régimen de motor también permanecerá constante.



### Método simplificado

Para no complicar mucho al principio la ejecución de la figura, empezaremos utilizando solamente tres palancas, alerones, profundidad y motor. La cantidad de mando de profundidad que apliquemos será la que contribuya al radio del círculo que describiremos.

- En 0°, vuelo horizontal con motor a todo gas, aplica alerones a derechas, si elegimos el ejemplo en la figura, en la proporción en el que el giro nos proporcione la velocidad de rotación deseada (1 revolución por  $\frac{1}{4}$  de círculo). Mantendremos esta posición de la palanca durante toda la figura.
- Cuando el avión comienza a girar empezamos a tirar progresivamente de la profundidad llegando al máximo desplazamiento cuando el avión se sitúa a cuchillo.
- Desde esa posición vuelve a disminuir progresivamente la profundidad hasta el neutro, el avión estará en invertido en la posición de 45° del círculo.
- El avión sigue rotando por la acción de los alerones cuando empiezas a picar progresivamente hasta el máximo desplazamiento de profundidad en la otra posición de cuchillo.

- Disminuye progresivamente la profundidad hasta el neutro, los 90° en posición normal. Habrás hecho un tonel en  $\frac{1}{4}$  de vuelta.
- La sistemática se repite, tira de profundidad progresivamente hasta los 90°.
- Suelta progresivamente la profundidad hasta el neutro, el avión estará en los 180° del círculo.
- Repite esta cadencia de movimientos en los siguientes dos toneles, hasta haber completado los 360°.
- Relaja todos los mandos y sales en la misma dirección, sentido y altitud que la entrada.

### Método perfecto

La perfección en esta figura se consigue cuando sujetamos al avión en sus pasos por las posiciones próximas al cuchillo con ayuda de la dirección. En este caso serán los desplazamientos de los mandos de profundidad y dirección los que determinen el radio de giro de nuestro círculo.

- Rotación con mando de alerones a derecha, posición que no debes variar, empieza a tirar de profundidad y aplica también, progresivamente, la dirección a izquierdas.
- A 45° de rotación la profundidad estará a mitad de recorrido y la dirección a la mitad en su recorrido máximo.
- Continúa aplicando dirección y profundidad hasta el máximo en la posición de cuchillo (90°). Comienza a disminuir profundidad.
- A 135° de rotación, comienza a picar profundidad y disminuye la dirección hasta el invertido, estarás en los 45° del círculo.
- En los 180° pica progresivamente y aumenta algo más la dirección para mantener el círculo.
- A 225° comenzamos a cambiar dirección a derechas y continuamos la acción de picar progresivamente hasta los 270°.
- En 270° tendremos máxima profundidad picando y dirección a derecha.
- A partir 315° cambiamos a encabritar hasta los 360° manteniendo la dirección a derechas.

La tabla resumen de las acciones:

$\alpha$	CD RD		CI RI		CD RD		CI RI	
	DIR	PROF	DIR	PROF	DIR	PROF	DIR	PROF
0°	DN	PE+	DN	PE+	DN	PP+	DN	PP+
45°	DI+	PE++	DD+	PE++	DI+	PP++	DD+	PP++
90°	DI++	PE+++	DD++	PE+++	DI++	PP+++	DD++	PP+++
135°	DI+	PP+	DD+	PP+	DI+	PE+	DD+	PE+
180°	DI++	PP++	DD++	PP++	DI++	PE++	DD++	PE++

225°	DD+	PP+++	DI+	PP+++	DD+	PE+++	DI+	PE+++
270°	DD++	PP++++	DI++	PP++++	DD++	PE++++	DI++	PE++++
315°	DD+	PE+	DI+	PE+	DD+	PP+	DI+	PP+
360°	DD++	PE++	DI++	PE++	DD++	PP++	DI++	PP++
45°	DI+	PE+++	DD+	PE+++	DI+	PP+++	DD+	PP+++

**CD** > CIRCULO A DCHA

**CI** > CIRCULO A IZQ.

**RD** > ROT. ALERONES DCHA

**RI** > ROTACIÓN ALERONES IZQ

$\alpha$  > ANGULO ROTACIÓN

**DN** > DIRECCIÓN NEUTRA

**DI** > DIRECCIÓN IZQ.

**DD** > DIRECCIÓN DCHA.

**PN** > PROFUNDIDAD NEUTRA

**PE** > PROFUNDIDAD ENCABRITA

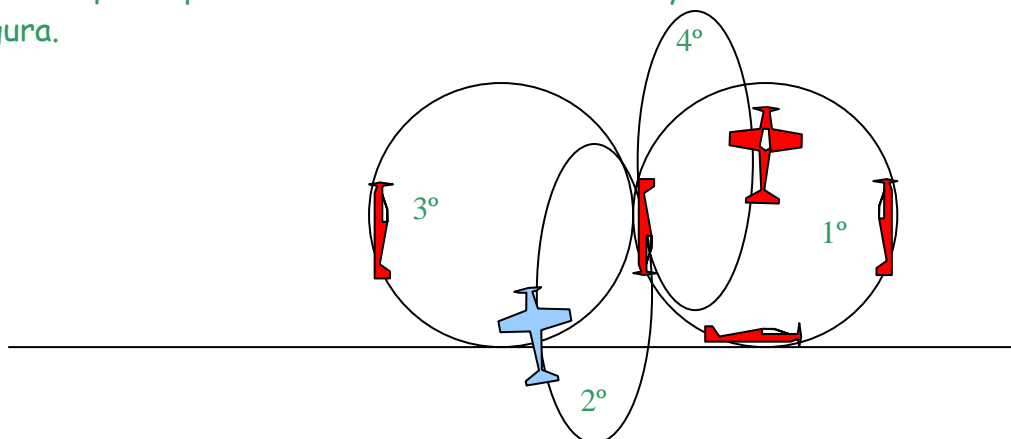
**PP** > PROFUNDIDAD PICA

**+** > DESPLAZ. DE PALANCA

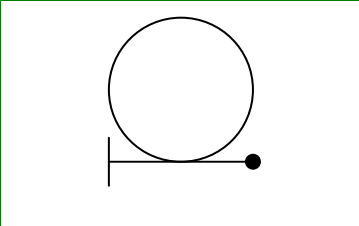
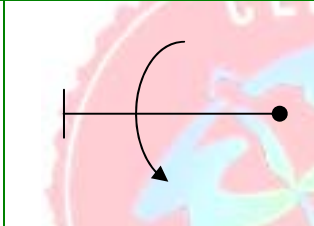

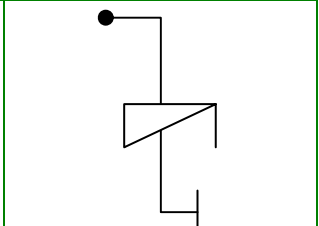
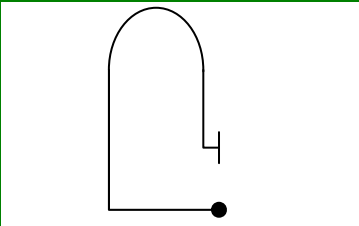
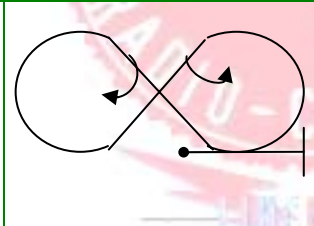
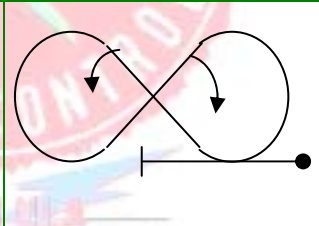
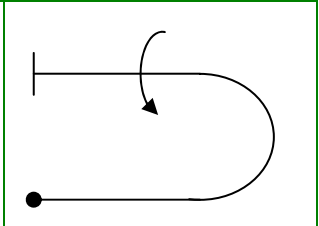
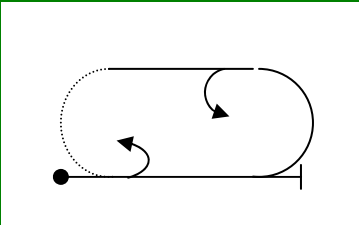
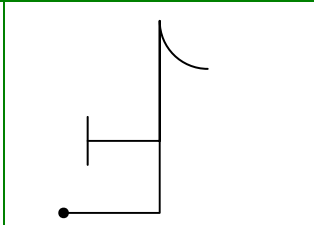
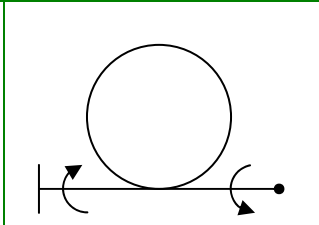
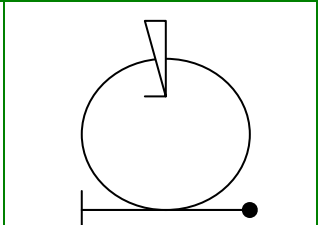
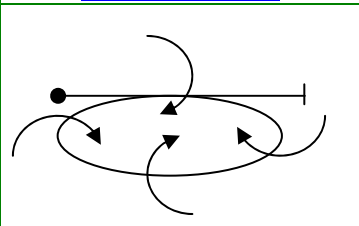
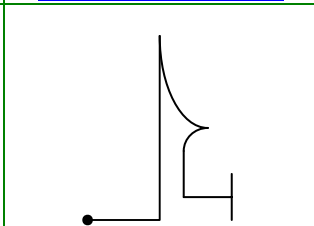
## EL TRÉBOL DE CUATRO HOJAS

Esta figura consiste, en su conjunto, en describir con nuestro avión cuatro looping girados 90°, en realidad  $\frac{3}{4}$  de looping, y tangentes en el centro como se clarifica en la figura, para ello comenzaremos:

- En vuelo recto y nivelado a todo gas contra el viento, comenzaremos el primer looping, tal como describimos en [el looping perfecto](#). Salvo que:
- Cuando estemos en los  $\frac{3}{4}$  de nuestro looping, punto central de nuestra figura, neutralizamos los mandos y giramos con alerones 90°, por ejemplo a izquierdas.
- Inmediatamente aplicamos profundidad para comenzar nuestro segundo looping perfecto. El avión describirá un nuevo círculo a 90° del anterior.
- De igual forma, a los  $\frac{3}{4}$  del segundo looping volvemos a girar 90° alerones a izquierdas, neutralizamos los mandos y volvemos a aplicar profundidad para acometer el tercer looping. Un nuevo círculo a 90° del anterior y opuesto al primero.
- En los  $\frac{3}{4}$  del tercer looping repetimos las maniobras para acometer el cuarto y último looping.
- El cuarto looping es de igual factura que los anteriores con la única excepción de que a los  $\frac{3}{4}$  del looping giramos por última vez 90° los alerones y tiramos de profundidad hasta describir el cuarto de looping que nos queda para restablecer el vuelo recto y nivelado de salida de la figura.





<u>TABLA ARESTI DE LAS FIGURAS</u>			
			
<u>LOOPING</u>	<u>TONEL</u>	<u>TONEL RAPIDO</u>	<u>BARRENA</u>
			
<u>HUMPTY BUMP</u>	<u>OCHO CUBANO</u>	<u>OCHO INVERSO</u>	<u>IMM. SIMPLE</u>
			
<u>IMM. DOBLE</u>	<u>HAMMER HEAD</u>	<u>TRENZA</u>	<u>AVALANCHA</u>
			
<u>CIRCULO DE TONELES</u>	<u>RESBALE DE COLA</u>		

Temas de la nueva revisión 1

Looping triangular

Looping cuadrado

Rombo

Trébol de cuatro hojas