

AEROMODELISMO

y RADIO CONTROL

Num 46

ENCICLOPEDIA PRACTICA



'REPRODUCCION DE AVIONES A ESCALA

'HELICÓPTEROS: ROTOR DE PASO COLECTIVO



Una publicación de
HOBBY PRESS, S.A.

Director editor
JOSE I. GOMEZ-CENTURION

Director de la obra
ANDRES AYLAGAS

Diseño y maquetación
PILAR GARCIA

Coordinación
MARTA GARCIA

Dibujos
JOSE MANUEL LOPEZ MORENO
JUAN MORENO
FERNANDO HOYOS

Fotografía
JAVIER MARTINEZ
y archivo

Colaboradores
JESUS ABELLAN, NARCISO CLAUDIO, FRANCISCO GARCIA-CUEVAS, MIGUEL A. HIJO-SA, ANTONIO LECUONA, ANTONIO MOTA, JULIO TOLEDO

Hobby Press, S.A.
Dirección, Redacción y Administración
Polígono Industrial de Alcobendas
c/ La Granja, s/n
Alcobendas (Madrid)
Tel. 654 32 11

Distribución en España:
COEDIS, S.A.
Valencia, 245
08007 Barcelona

Distribución en Argentina:
Importador exclusivo: **C.A.D.E., S.R.L.**
Pasaje Sud América 1532. Tel. 21 24 64
Buenos Aires - 1290 Argentina
Distribución en la capital: **AYERBE**
Distribución en el interior: **DGP**

Suscripciones y números sueltos:
Hobby Press, S.A.
Arzobispo Morcillo, 24 - Of. 4
28034 MADRID
Tels.: 733 50 12-16, 733 59 04

Impreso por **GRAFICAS REUNIDAS, S. A.**
28027 MADRID

I.S.B.N.: 84-86249-01-5 (obra completa)
84-86249-02-3 (fascículo)
84-86249-05-B (tomo III)

Depósito legal: M-41.889-1983
Printed in Spain

Plan general de la obra:
54 fascículos de aparición semanal
encuadernables en tres tomos
cuyas tapas se pondrán a la venta
con los números 18, 36 y 54

Hobby Press, S.A. garantiza la publicación de todos los fascículos que componen esta obra y el suministro de cualquier número atrasado o tapa mientras dure la publicación y hasta un año después de terminada. El editor se reserva el derecho de modificar el precio de venta del fascículo en el transcurso de la obra si las circunstancias del mercado así lo exigieran.

© Hobby Press, S.A. Madrid, 1985

Modelismo & Historia

250 pts.

REVISTA MENSUAL DE MODELISMO ESTÁTICO

Mes a mes mostramos la forma de pintar un pirata, construir un barco, la pasarela de los condenados, el mar y los propios tiburones.

Recorta o copia el cupón correspondiente y envíalo a MH Ediciones, Embajadores, 35. 28012 MADRID

CUPÓN DE SUSCRIPCIÓN

Nombre

Apellidos

Domicilio

Ciudad

Provincia

Edad

Teléfono

Desee suscribirse a M&H por un año consecutivo (12 números) al precio especial para suscriptores de 2.500 pts., a partir del número (este incluido)

El importe lo abonaré (señale con una cruz la forma de pago):
 Mediante Giro Postal n.º
 Contar reembolso del envío (en este caso se carga el importe del envío)

Suscripciones América: 30 dólares (como aéreo) Europa: 26 dólares (como aéreo)

- AVIONES
- DIORAMAS
- CARROS DE COMBATE
- VEHÍCULOS
- FIGURAS
- CIENCIA-FICCIÓN
- BARCOS



Un auténtico torrente de información, planos, dibujos, esquemas de color, etc.; todo lo necesario para pintar, decorar o superdetallar las maquetas de cada modelo y sus peculiaridades.

**IMPRESINDIBLE
PARA EL
MAQUETISTA
INQUIETO**



AEROMODELOS A ESCALA

LAS MAQUETAS

Cuando un aeromodelista ha superado la fase de iniciación, se da cuenta de la cantidad de posibilidades que este hobby le ofrece. Tantas como para llenar un buen número de horas en su vida, descubriendo y disfrutando cada logro con una intensidad indescriptible.

Llega entonces el perfecciona-

miento, y nada mejor para desarrollar esta etapa, que adentrarse en una especialidad del modelismo que prácticamente no tiene límite: la reproducción a escala de los modelos reales, o construcción de maquetas.

Esta frase sirve ya como definición de esta amplia faceta del aero-

modelismo. Se trata de construir modelos previstos para volar, bien por radiocontrol o en vuelo circular, reproduciendo a determinada escala algún avión que existe en la realidad.

El aeromodelismo hablando en términos generales, es al fin y al cabo una ciencia sobre la construc-





Maqueta a escala de la inolvidable Bucker, un avión que tiene excelentes características de vuelo, tanto el real como el aeromodelo.

ción de modelos de aviones a escala. Luego se encuentra la culminación cuando estos modelos además, son copia exacta de aviones auténticos. Sin embargo, aunque se define con pocas palabras, la especialidad del maquetismo es amplia, no sólo ya por la enorme variedad de aviones que se pueden reproducir, sino por los distintos grados de exactitud con que se puede llevar a cabo la construcción. Se puede hacer un modelo cuya forma exterior a grandes rasgos se parezca a un determinado avión, pero sin más. Esto es ya un principio de maqueta. Ese modelo cuando sea visto en el campo de vuelo, enseguida será reconocido como réplica del avión que se pretendió simular.

Pues bien, a partir de ahí, se puede enriquecer la calidad de construcción de ese mismo avión, hasta niveles que sorprenderían realmente al lector.

Competición con maquetas

Cada año se celebran competiciones internacionales de esta especialidad. En estos concursos, como es lógico, los mejores aeromodelistas del mundo hacen gala de su increíble habilidad y paciencia, cuya prueba son los aviones que presentan en estos certámenes. Viéndoles se podría decir que han reducido un avión real, utilizando una «varita mágica» o algo por el estilo.



Un modelo construido totalmente en aluminio, con todos sus detalles.



La cabina de esta Super Chipmunk tiene un excelente realismo.



Los aviones biplanos de época, se prestan a la construcción de escala por sus materiales básicos: madera y tela.



Ni el más complejo avión polimotor es un obstáculo, para algunos modelistas.



Únicamente por las personas cercanas, se ve que es una maqueta.

No sólo su forma es exacta al original, ya que los jueces emplean precisos sistemas de medición verificando mediante calibre cada cota del aeromodelo, sino que el interior, es decir la estructura, está construida exactamente igual que en el de verdad, incluso en algunos casos hasta con los mismos materiales.

En los últimos concursos los modelos ganadores estaban contruidos de aluminio y tenían exactamente el mismo número de remaches y tornillos que el avión original.

Esto es sólo un pequeño ejemplo de la interminable relación de detalles que se podrían citar describiendo uno de estos modelos.

Sin embargo y en contraposición a lo expuesto es curioso el hecho de que los pilotos de maquetas no son generalmente demasiado «finos» en el control del vuelo. Quizá centran demasiado su esfuerzo en la construcción y descuidan algo tan importante como es el pilotaje. Pero esto no es intencionado. Es como si las dos habilidades volar y construir difícilmente pudieran darse en la misma persona.

Tratando de buscar explicaciones a este hecho es probable que la emoción de tener en vuelo algo que tanto tiempo y trabajo ha costado, sea principio inconsciente del problema.

En las competiciones se realiza una prueba estática donde el concursante deberá acreditarse como



La mayoría de las piezas empleadas en la maqueta, no son de fabricación comercial, sino construidas hábilmente por el modelista.

constructor del avión, así como presentar documentación completa del modelo original, con el fin de que los jueces puedan comprobar su similitud hasta en los más pequeños detalles.

Esta prueba da una puntuación. A continuación es necesario efectuar dos o más vuelos realizando una serie de maniobras pre-establecidas y otras libres, dando lugar a otra puntuación que sumada a la anterior de la prueba estática, decide el total de puntos obtenidos por el concursante.

Las competiciones en esta especialidad son probablemente las más espectaculares y vistosas, por el realismo de los modelos y la contemplación de lo que tranquilamente se pueden titular de auténticas obras de arte.

Acopio de documentación y materiales

En el comercio se encuentran kits que se ofrecen como maquetas

de determinados aviones. Efectivamente lo son. Pero montando los elementos que incluyen esas cajas, se consigue únicamente un modelo que tiene el aspecto del avión que hemos elegido. Es lógico pensar que ningún fabricante puede ofrecer un kit de lo que sería una maqueta absoluta, ya que el número de piezas y la complejidad de éstas encarecerían el producto hasta hacerlo totalmente inasequible. Esto se entiende.

Gran parte del disfrute que supone la construcción de una verdadera maqueta está en la minuciosa e interesante labor de investigación, para conseguir la documentación fiable necesaria para una buena realización.

Una maqueta gana valor cuanto más compleja y menos popular sea el modelo escogido. Por ello, en algunos casos, la localización de fotografías del avión real, planos originales, detalles de construcción y vuelo, etc., supone una ardua tarea de varios meses e incluso años.

Ciertas piezas no incluidas en los kits plantean el mismo problema,



Si en tierra parecen reales, en vuelo es fácil confundirlos.



Algunos de los instrumentos de este panel funcionan perfectamente. Damos fe, que se trata de un aeromodelo.



...los con verdaderos aviones. Sobre todo algunos modelos cuyo vuelo es especialmente lento.

pues ni siquiera se venden como accesorios en las tiendas de modelismo. Esto obliga a disponer de un buen taller con maquinaria y herramientas a veces totalmente profesionales para fabricar uno mismo las distintas partes del avión.

Todo esto en el fondo llena de orgullo al maquetista, pues los modelos cobran más valor en la medida en que se prescinde de los elementos prefabricados, para realizarlos uno mismo. Tanto es así, que incluso los buenos modelistas, ni siquiera parten de un kit comercial para realizar una maqueta. Ellos hacen el diseño, y mecanizan cada pieza hasta terminar su obra. Este sistema de construcción total, se denomina en competición «scratch build».

Aerodinámica de las maquetas

En una maqueta, el único factor que se aparta de la realidad, aunque no siempre, es la aerodinámica.



En la realización de uno de estos modelos, se emplean a veces miles de horas, desde el principio al fin del proyecto.



Es comprensible que volar estas «joyas» produzca cierta excitación nerviosa.



Modelo de vuelo circular construido totalmente en aluminio.

ca. En los pequeños modelos resulta complicado a veces, y otras imposible utilizar los perfiles y momentos del avión real, pues su rendimiento sería escaso o nulo, llegando incluso a la imposibilidad de vuelo.

Esto tiene su lógica si partimos de que, la aerodinámica es la ciencia que estudia el efecto de los cuerpos al desplazarse en el aire. Pues bien, el aire resulta que no lo podemos reducir cuando construimos una maqueta. Evidente. Éste permanece común en todas sus propiedades, densidad, etc. tanto para el avión real como para su réplica en aeromodelo.

De esta forma nos condiciona, y nos obliga a adaptar la aerodinámica de la maqueta para que el resultado en vuelo sea equivalente al avión real.

Es por esto que hay una serie de perfiles que encuentran mejor empleo en aeromodelismo. Por la misma razón, a veces es necesario aumentar ligeramente las superficies para disminuir carga alar. Resulta que al ir aumentando el tamaño de un ala, o lo que es lo mismo, disminuyendo la escala del modelo, el rendimiento de los perfiles aumenta espectacularmente, precisamente por lo que se comentaba anteriormente sobre la densidad del aire. Existe un amplio estudio sobre este comportamiento, con tablas comparativas para cada valor de la cuerda de un perfil (Reynolds).



MOVIMIENTOS DEL HELICOPTERO

ROTOR DE PASO COLECTIVO

AL contrario que en los aviones, los mandos de vuelo del helicóptero están en el propio rotor, en la hélice que hace posible su vuelo. Para ello, se emplean complejos mecanismos que hacen posible la

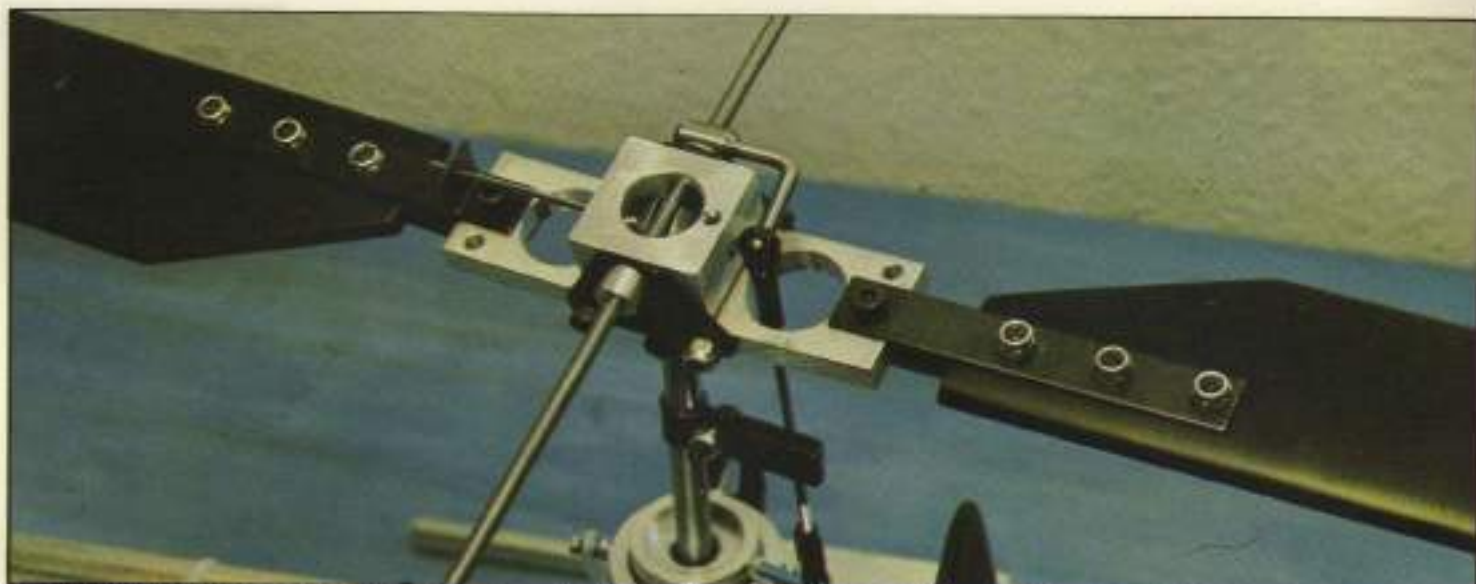
simultaneidad de movimientos de las palas del rotor.

Uno de los movimientos que puede efectuar un helicóptero es el de giro alrededor de su eje. Este movimiento le permite dirigir su proa en

cualquier dirección sin desplazarse de su vertical.

Cuando un helicóptero está en equilibrio en el aire, la única forma de que gire es la de aplicarle una fuerza perpendicular a su eje del ro-





Este rotor de paso fijo modifica su inclinación mediante una transmisión desde el plato oscilante, al estabilizador giroscópico.

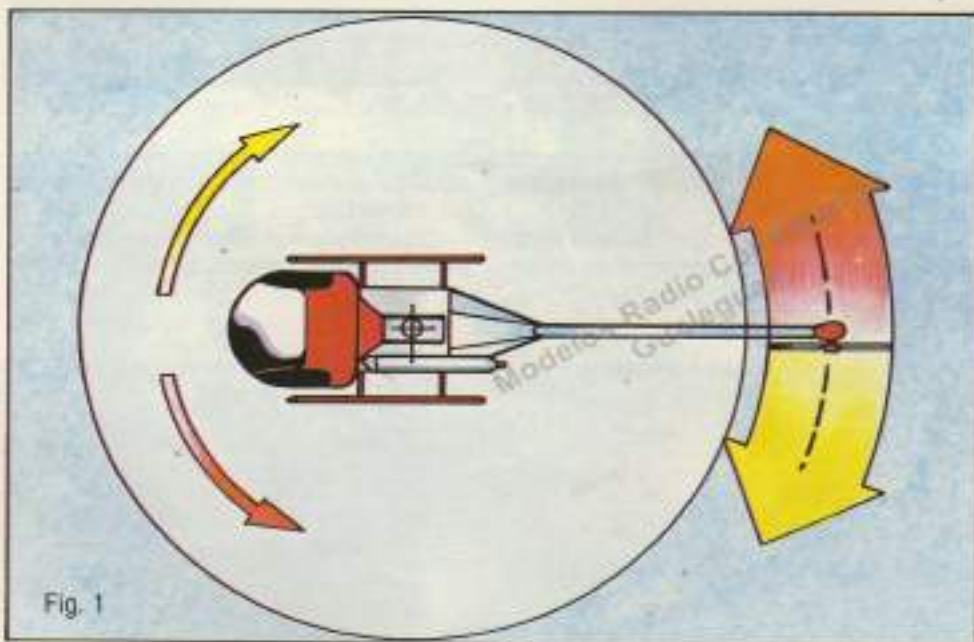


Fig. 1

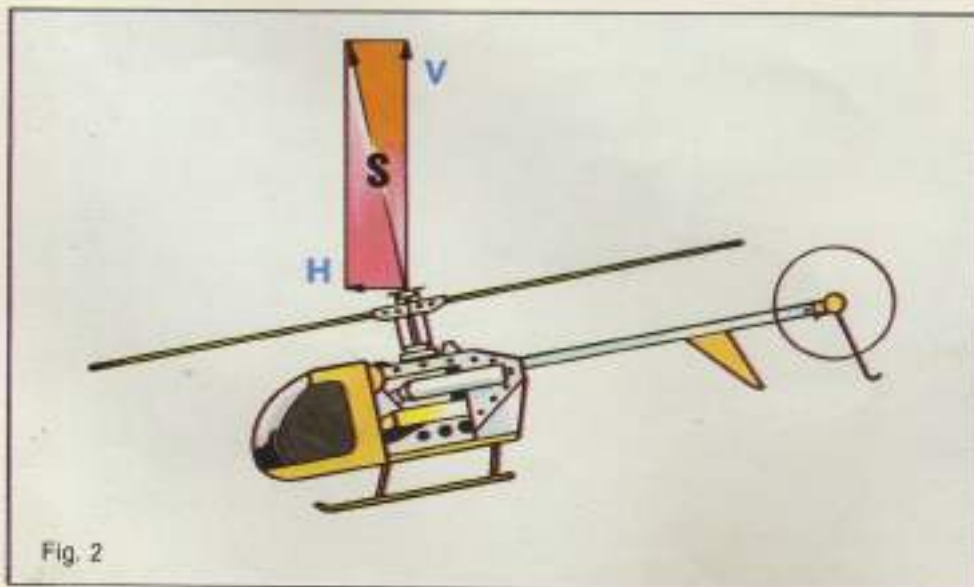


Fig. 2

tor y que no pase por él (fig. 1). Para ello, existen múltiples procedimientos, pero el único empleado es colocarle un pequeño rotor en la cola que es perpendicular al principal. Cuando este rotor ejerza una fuerza en cualquier dirección, la cola se desplazará en ese sentido y el helicóptero girará sobre su eje.

El rotor de cola es exactamente igual que el rotor principal aunque en pequeño, por tanto no es necesario repetir su estudio.

Si el rotor de cola tiene sus palas con paso nulo no ejerce ninguna fuerza; en cuanto su paso aumente, en uno u otro sentido, la cola se moverá en ese mismo sentido. Ahora bien, el rotor principal de un helicóptero, lo mismo que la hélice de un avión, produce un par que tiende a girar el aparato sobre su eje, por tanto si el rotor tiene paso nulo, el helicóptero giraría. Para evitar esto, el paso, con el helicóptero en equilibrio, tiene un cierto valor, el justo y suficiente para compensar el par producido por el rotor principal. Por esta razón al rotor de cola también se le conoce como antipar. Hay que tener en cuenta que el par del rotor principal varía en función de la potencia del motor y por tanto a cada variación de esta potencia, para subir o bajar el helicóptero como veremos al hablar del paso colectivo, tendremos que modificar el paso del rotor de cola para seguir equilibrando el aparato. Esto se consigue

La figura 1 muestra el movimiento sobre el eje vertical. En la 2, la descomposición de fuerzas al inclinar el rotor.

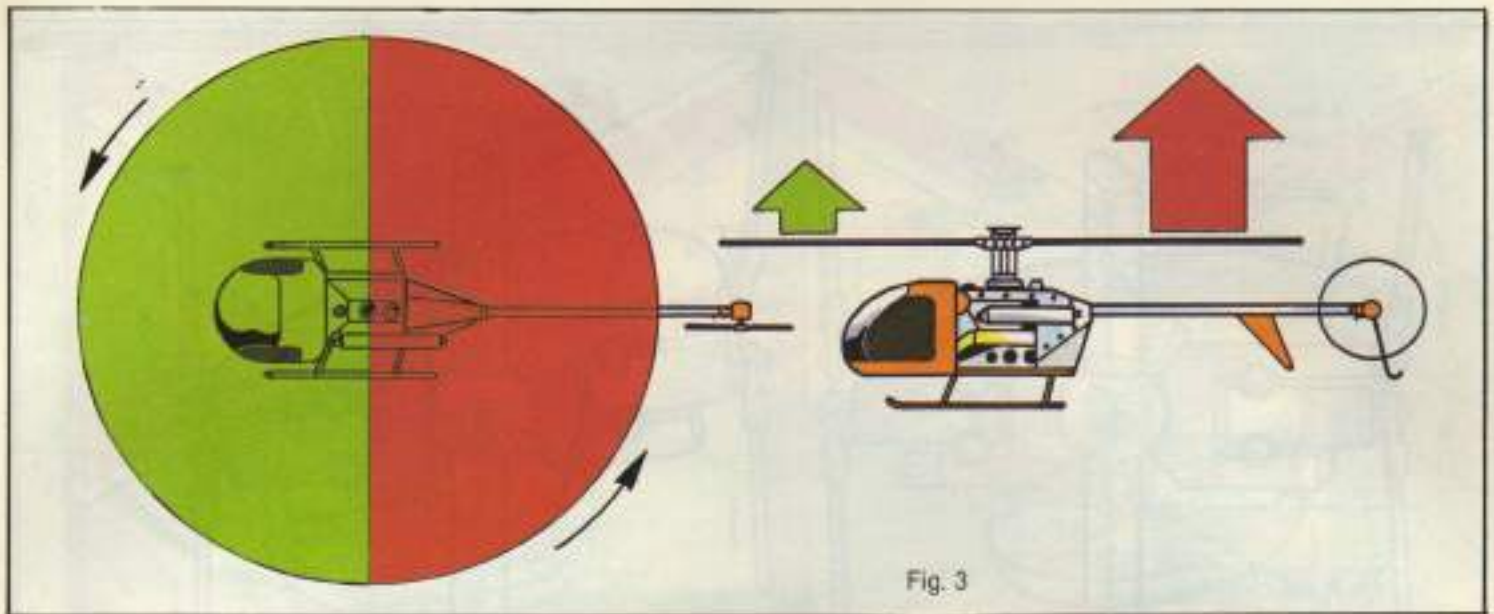


Fig. 3

efectuando una mezcla entre el mando del motor (o colectivo) y el de paso del rotor de cola. Esta mezcla se puede efectuar mecánicamente o aprovechando las posibilidades de las radios modernas, electrónicamente.

Mando de cíclico

El último movimiento que vamos a estudiar en un helicóptero es el que le permite desplazarse en cualquier dirección. Para que un helicóptero se desplace, lo único que tenemos que lograr es que el rotor principal se incline en esa misma dirección. Veamos la figura 2. Si el rotor del helicóptero está inclinado, la sustentación producida por sus palas, perpendicular al plano de giro, se descompone en dos, una vertical, equilibra el peso del aparato y le permite mantenerse en el aire. La otra componente, horizontal, al no estar compensada por ninguna otra, hace que el helicóptero se desplace en esa dirección.

Para inclinar el rotor de un helicóptero lo único que tenemos que lograr es que la sustentación producida por una parte del rotor sea mayor que la otra. Si en la figura 3, la sustentación producida por el rotor en el semicírculo trasero es mayor que la del delantero, el rotor tenderá a inclinarse hacia adelante.

Para conseguir esto sabemos,

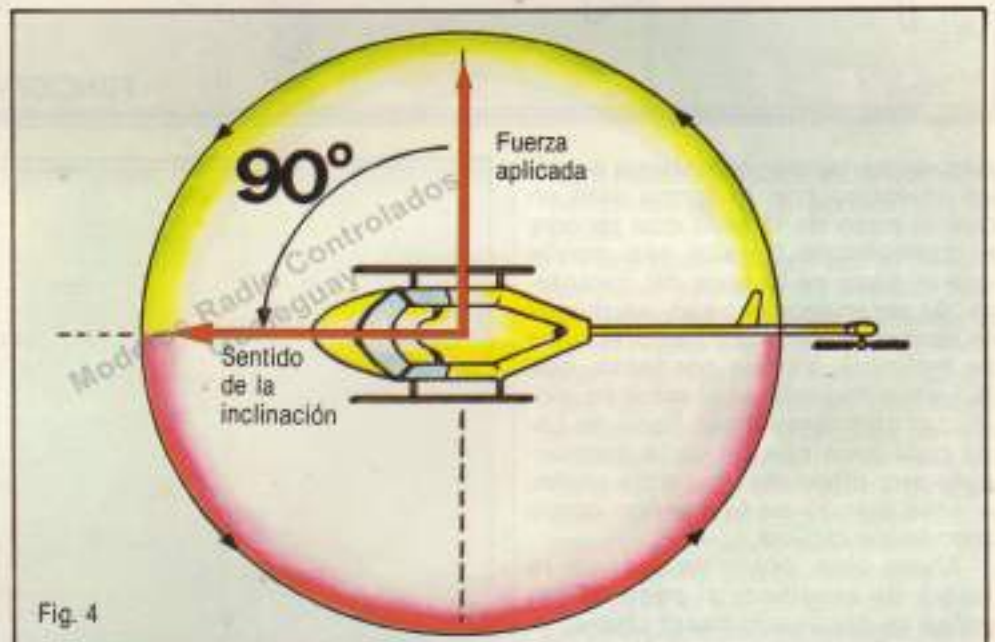
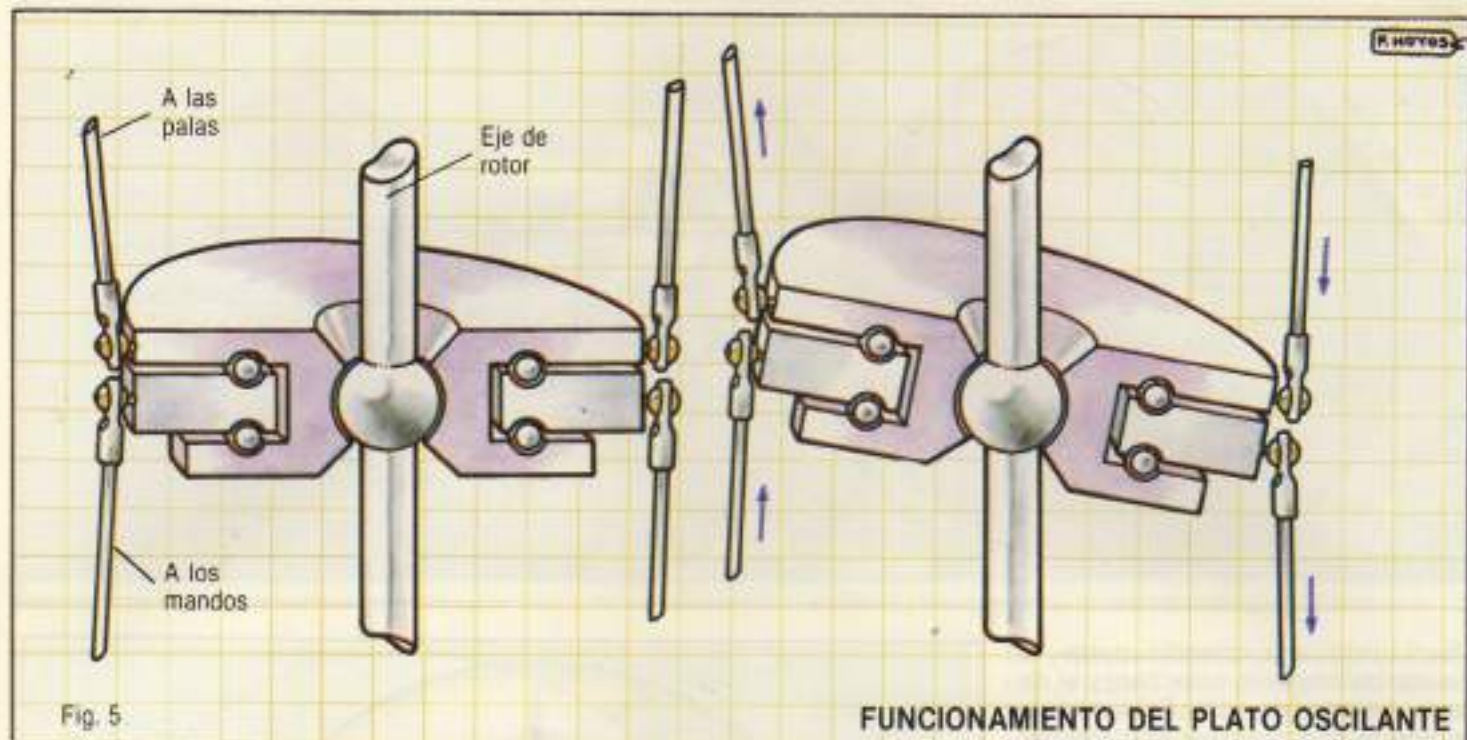


Fig. 4



Complejo rotor de paso colectivo. Se aprecia claramente el plato oscilante, y las transmisiones a las palas.



una vez estudiado el sistema de paso colectivo, que la forma está en que el paso de la pala que recorre el semicírculo trasero sea mayor que el paso de la pala del delantero. Al ser mayor el paso, es mayor la sustentación y por tanto el rotor se inclinará. Vemos por tanto, que la forma de inclinar el rotor es modificar ciclicamente el paso de cada pala para que en cada semicírculo sea diferente. Por esta razón, a este mando se le conoce como mando de cíclico.

Ahora bien, antes de explicar la forma de modificar el paso de las palas es necesario hacer una aclaración. El rotor de un helicóptero, como todas las masas en rotación, está sometido a los principios del giróscopo y por tanto si aplicamos una fuerza que tiende a inclinar el eje de giro del rotor, éste no se inclinará en ese sentido sino como si la fuerza se hubiera aplicado girada 90° en el sentido de rotación. Es decir, en el caso de la figura 3 el helicóptero no se inclinaría hacia adelante sino hacia su costado izquierdo, ya que el rotor gira a izquierdas. En la figura 4 se explica este fenómeno con más claridad. En este caso el semicírculo del costado izquierdo tiene más sustentación y por tanto la fuerza aplicada sobre el rotor tiende a inclinarlo hacia su costado derecho, pero si giramos 90° esta fuerza en el sentido de giro vemos que el helicóptero se incli-



A pesar de los complicados sistemas que hacen posible el vuelo de un helicóptero, en aeromodelismo

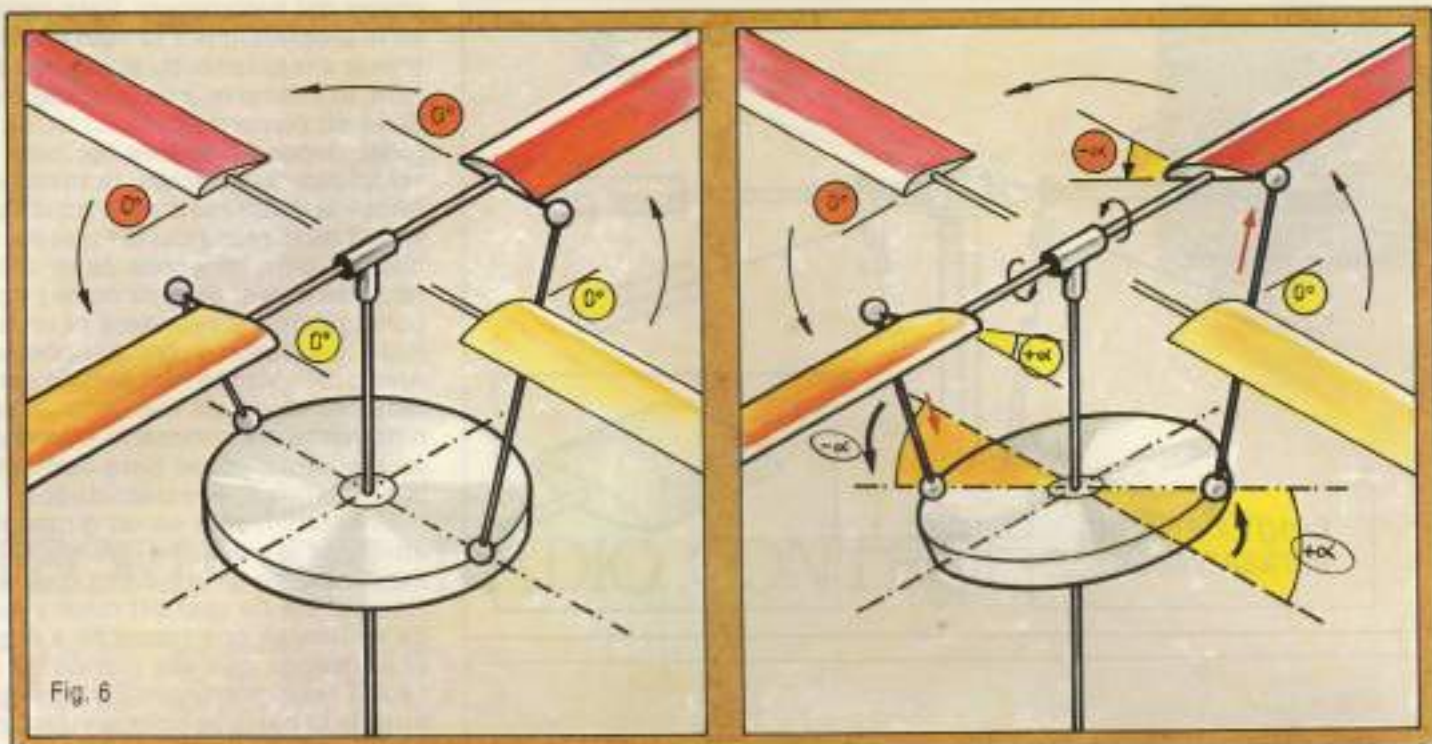


Fig. 6



no se ha conseguido con una perfección absoluta. Este vuelo estacionario es una prueba evidente.

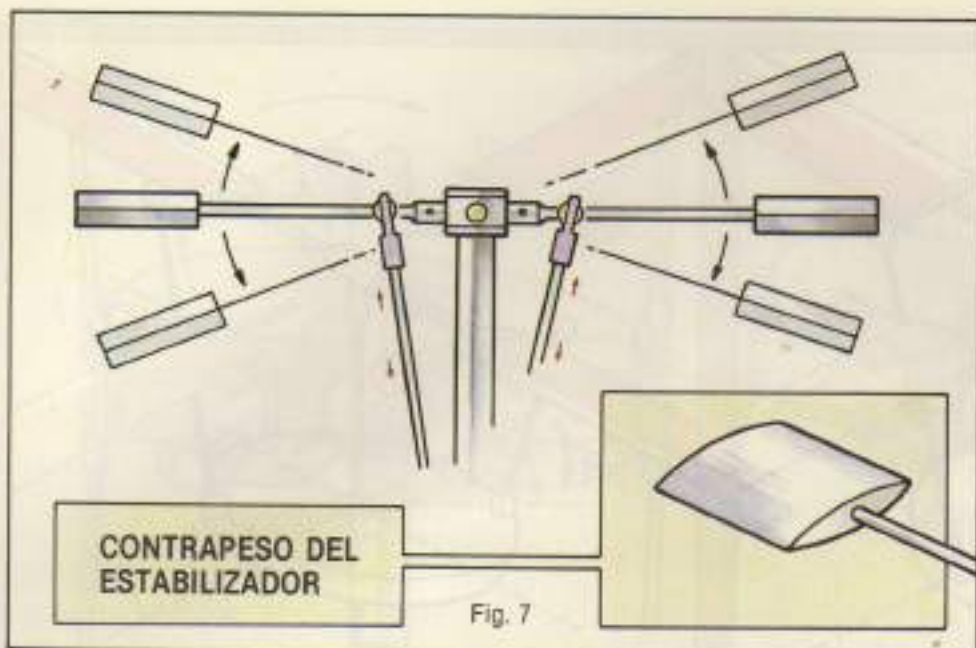
nará hacia adelante. Este fenómeno se conoce como «precesión giroscópica».

Para poder lograr que el paso de las palas sea distinto en cada semicírculo es necesaria la introducción de un nuevo elemento de mando: el plato oscilante. El plato oscilante (ver fig. 5) consiste en dos piezas unidas entre sí a través de un rodamiento. La parte superior está unida a las palas del rotor y gira con ellas, la inferior está unida a los elementos de mando del cíclico. Todo el conjunto puede inclinarse con respecto al eje de giro del rotor.

Si el plato oscilante está perpendicular al eje del rotor y por tanto paralelo al plano de giro, las palas tienen el mismo paso, ahora bien, si se inclina como se muestra en la figura 6 un cierto ángulo, vemos que las bielas que lo unen a las palas hacen que el paso de éstas varíen, aumentando en una y disminuyendo en la otra el mismo ángulo que se inclina el plato. Durante una rotación completa el semicírculo que está más bajo hace que la biela baje y la pala aumentará el paso durante todo ese semicírculo con lo cual tenemos el problema resuelto.

Estabilizadores

El rotor de un helicóptero será más estable cuanto mayor sea su rigidez giroscópica, otro de los prin-

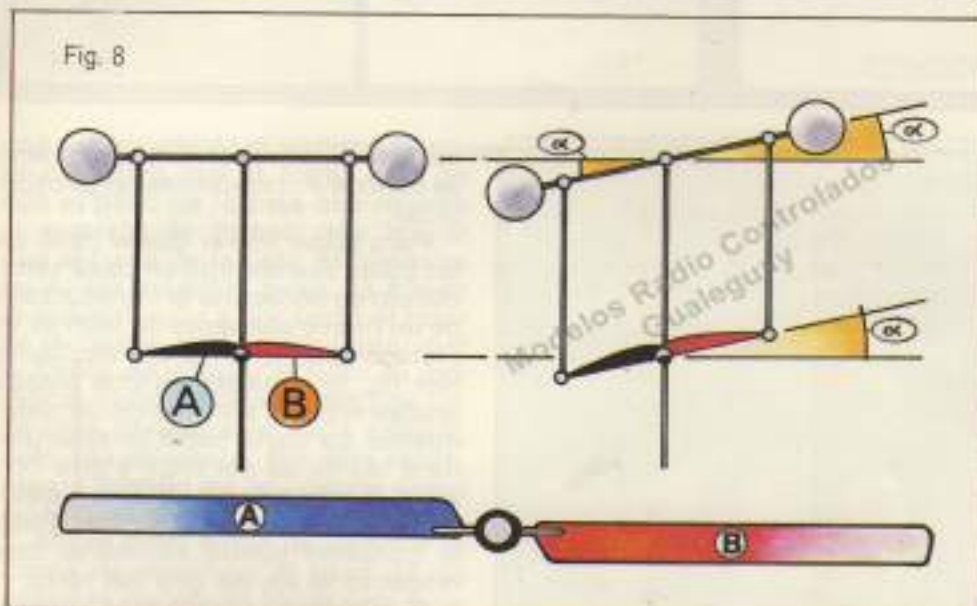


ciplos del helicóptero. Esta rigidez es la propiedad por la cual un rotor tiende a mantener su plano de rotación, lo mismo que un péndulo mantiene su plano de oscilación. La rigidez depende de tres factores, la velocidad de rotación, la masa del rotor y la distancia del centro de gravedad de la masa del rotor al eje de giro. Cuanto mayores sean estos factores mayor será su rigidez y por consiguiente mayor será la estabilidad del rotor y del helicóptero. Ahora bien, como ninguno de estos factores se puede aumentar indefinidamente es necesario introducir un elemento nuevo para aumentar la estabilidad: el estabilizador.

El estabilizador es un giroscopo adicional al rotor con una gran rigidez. Consiste en una barra que atraviesa el eje de giro del rotor y puede inclinarse con respecto a él para conseguir que sus planos de rotación sean diferentes. En los extremos de la barra se colocan unos pesos con el objeto de aumentar la rigidez (fig. 7).

Si por alguna razón no deseada, el rotor del helicóptero se inclina, el estabilizador, al tener más rigidez mantiene constante su plano de rotación. Las palas están también unidas a la barra estabilizadora y por tanto la diferencia de planos de rotación hace que el paso de las palas varíe igual que al hablar del mando cíclico. Esta variación de paso es tal que obliga al helicóptero a restablecer su plano de rotación original (ver fig. 8).

Esa especie de pequeña pala, es el estabilizador que funciona por el principio giroscópico.





TEORIA DEL RADIO CONTROL

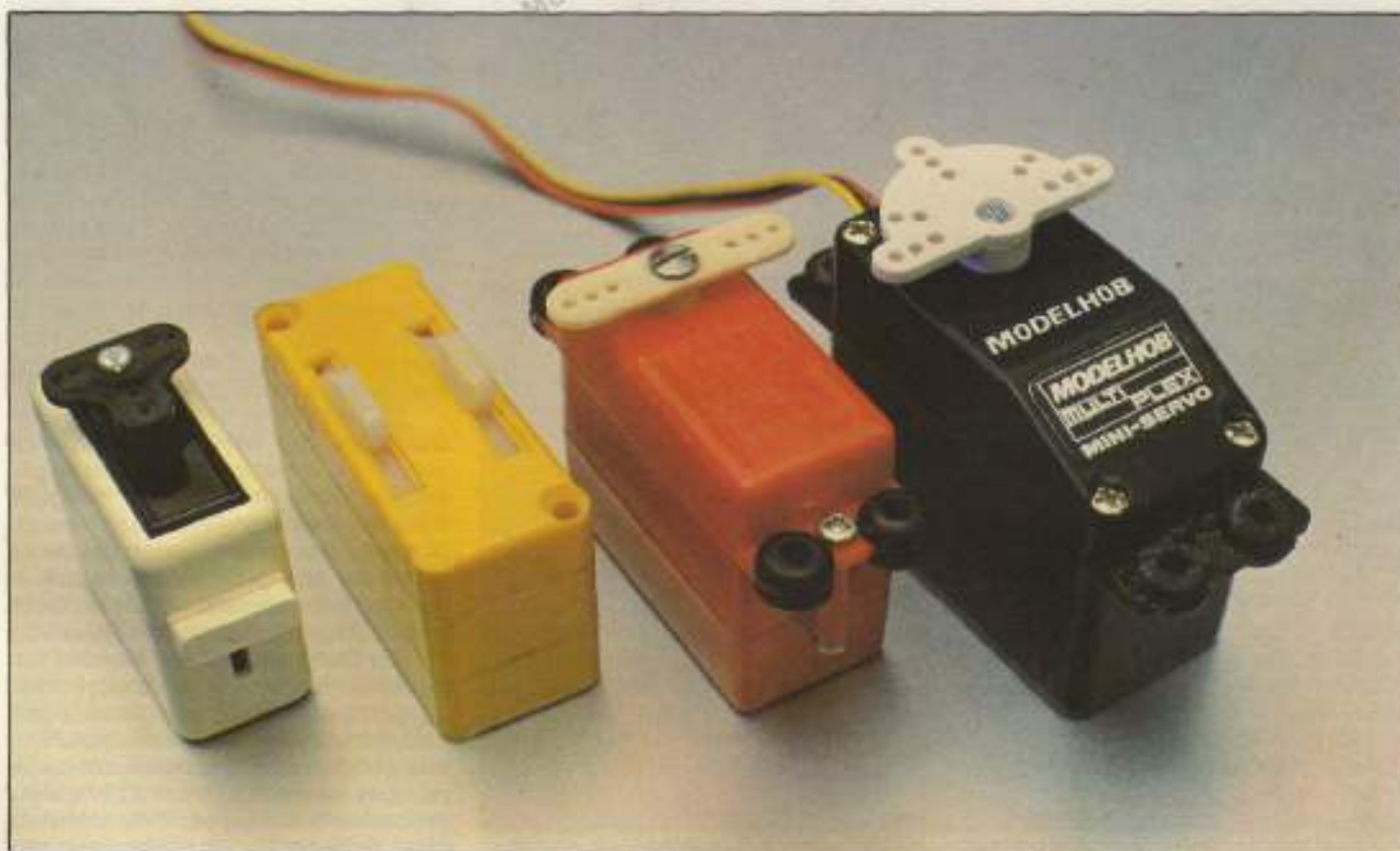
LOS SERVOS

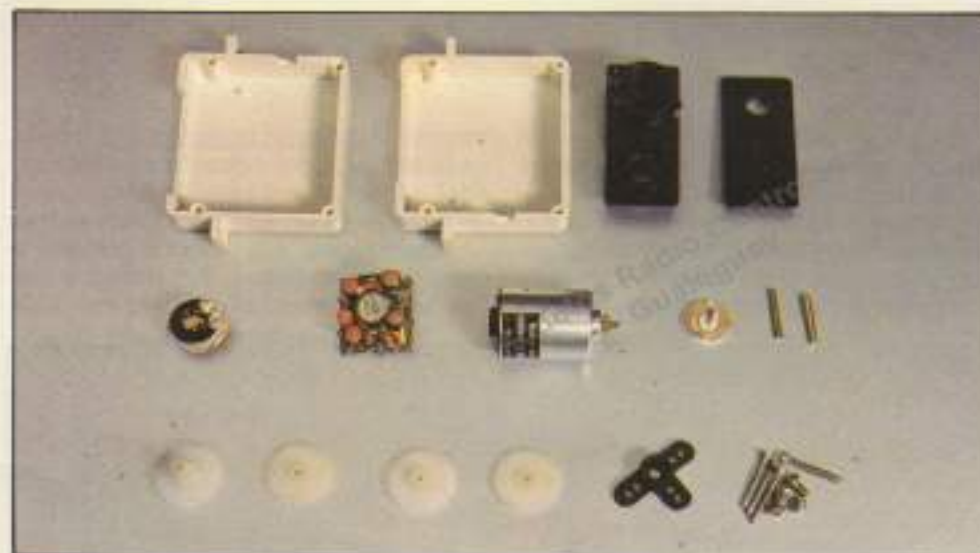
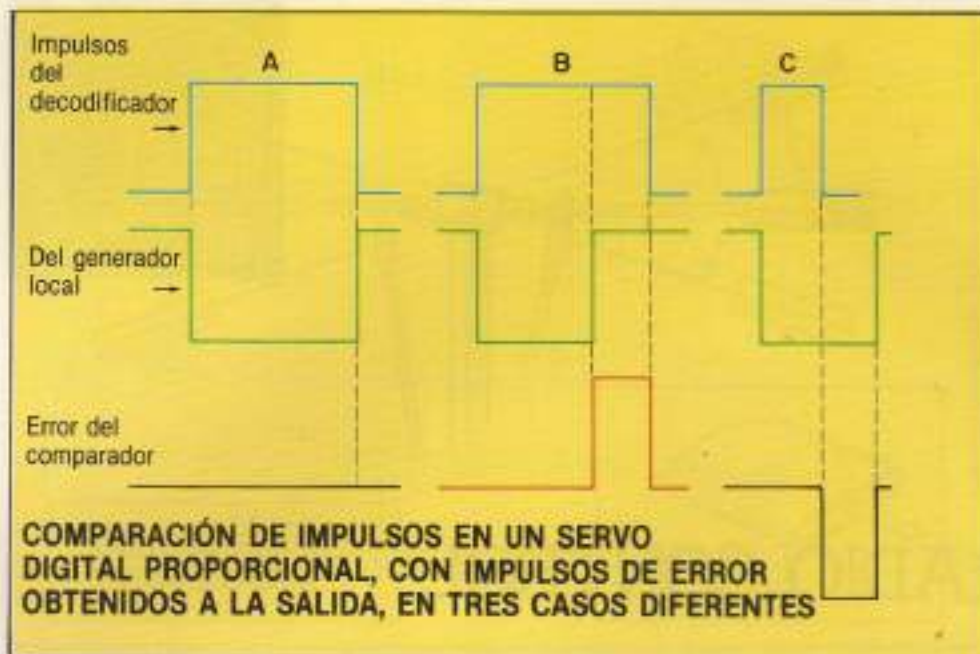
EL servomotor o servo, como más vulgarmente se le conoce, constituye el eslabón final de la cadena del sistema de radiocontrol digital proporcional, cuya misión consiste en accionar por medio de una transmisión mecánica, las superfi-

cies de mando aerodinámicas del avión, en función de los impulsos codificados recibidos.

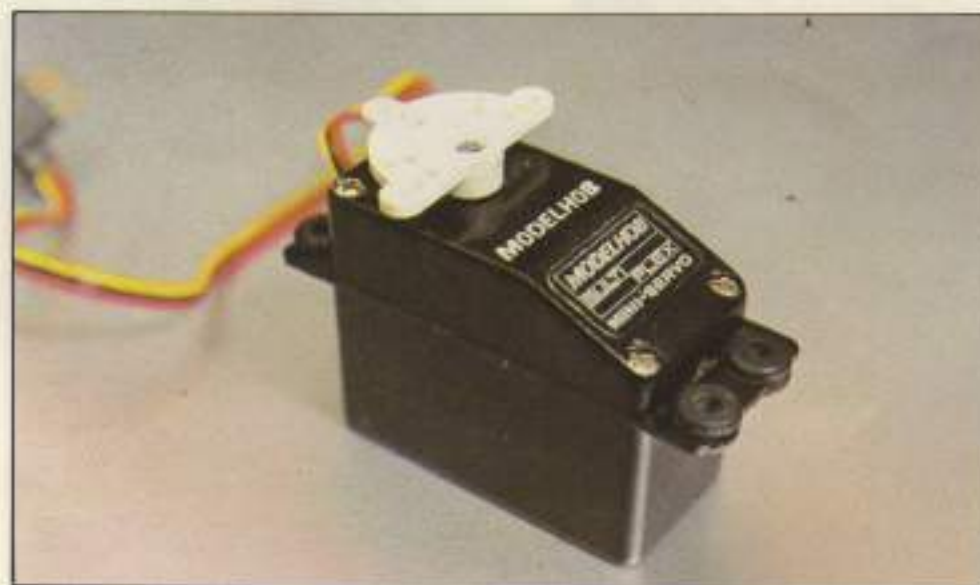
Anteriormente se ha visto, como el decodificador recibe el tren de impulsos y «reparte» a cada canal o, lo que es lo mismo, a cada servo, su

correspondiente impulso. Por tanto, a la entrada del circuito electrónico del servo se está recibiendo constantemente un impulso cada veinte milisegundos, cuyo ancho puede variar de $1,5 \text{ mseg.} \pm 0,5 \text{ mseg.}$ y cuyo valor instantáneo determina la





Despiece de un servo convencional. Como se ve, el circuito electrónico está reducido al máximo.



La transmisión de movimiento mediante un brazo o semiáster, es el sistema más empleado.

posición mecánica del brazo del servo.

Cuando los impulsos correlativos tienen un valor de 1,5 milisegundos, el circuito electrónico está ajustado para que el servo permanezca en reposo, valor que corresponde al neutro. Si en un momento dado, los impulsos empiezan a aumentar progresivamente su ancho hasta un valor de 2 milisegundos y manteniéndose en este valor, el brazo del servo seguirá en perfecto sincronismo su movimiento, con el mismo régimen de variación y velocidad del símpulso, movimiento que llamamos *proporcional*, hasta efectuar un desplazamiento angular de 45° en un sentido, valor que se ha normalizado como estándar. En el momento en que los impulsos empiezan a decrecer hasta 1,5 milisegundos, el brazo del servo vuelve a su posición original o de reposo.

Si la variación es negativa, o sea, el valor de los impulsos decrecen a 1 milisegundo, el servo girará ahora otros 45° pero en sentido contrario, realizándose todo el proceso en la misma forma. Naturalmente, si la variación del valor del ancho de los impulsos, en cualquier sentido, no llega al tope máximo de $\pm 0,5$ milisegundos, el movimiento del servo será proporcional al valor de la variación del impulso. Por ejemplo, si el impulso varía la mitad (0,25 seg.), el servo girará la mitad (22° 1/2) y así para cualquier valor.

Para entender la perfección con que trabaja todo el sistema, baste decir que el circuito electrónico del servo es capaz de discernir variaciones de 1 microsegundo, valor que se ha estandarizado como mínimo, ya que por debajo, debido a las tolerancias electromecánicas, el servo estaría vibrando continuamente, aunque los sticks del transmisor se mantuviesen inmóviles.

La teoría electrónica del funcionamiento del servo es realmente sencilla e ingeniosa. Para su explicación, nos referiremos a la figura 1 y a las formas de onda asociadas. Los impulsos procedentes del decodificador son aplicados a la entrada (input) del circuito electrónico del servo, bifurcándose a continuación en dos caminos, por una parte el impulso va directo a un circuito llamado comparador de impulsos y por otra, va a un generador de impulsos que produce un impulso local cada vez que es excitado por el impulso procedente del input. Este impulso local tiene un ancho correspondien-

FUNCIONAMIENTO DE UN SERVOMECANISMO DIGITAL PROPORCIONAL, CON IMPULSOS MODULADOS EN ANCHO

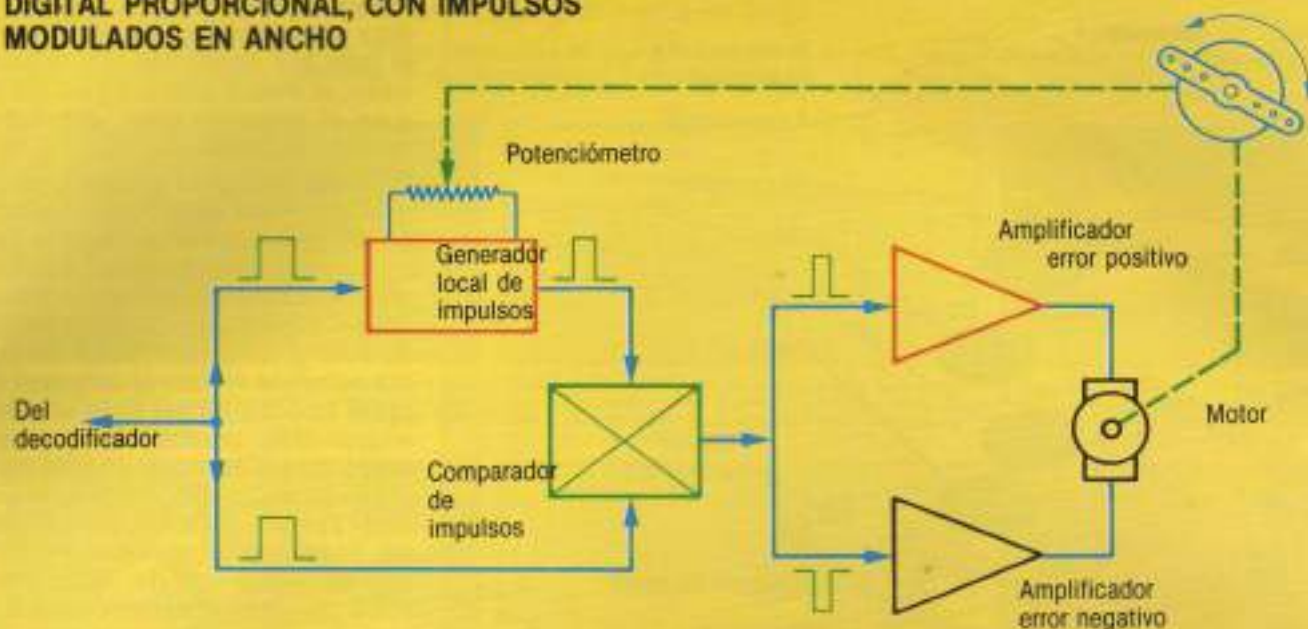


Fig. 1



En este servo la transmisión es completamente lineal.



En los puntos de anclaje se utilizan pequeños anillos de goma.

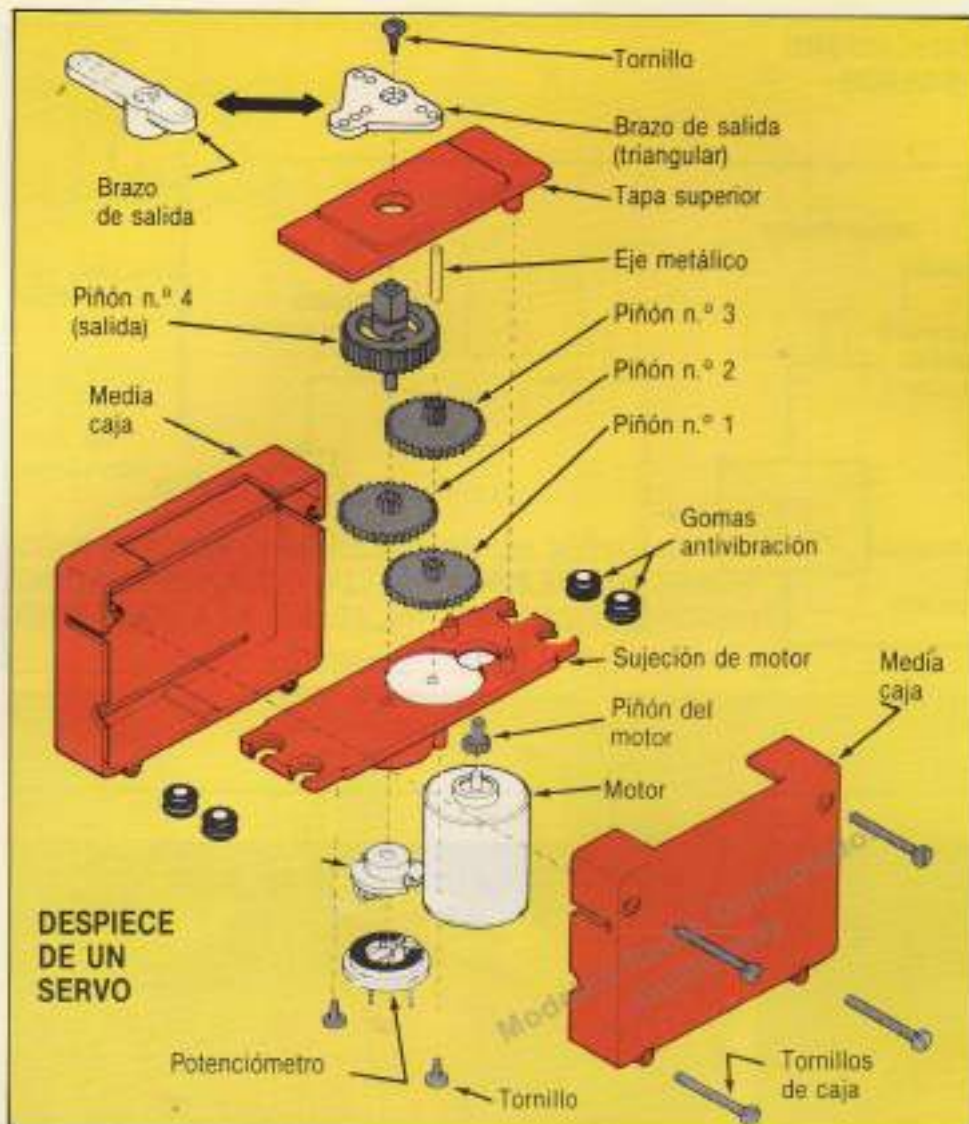
te a la constante de tiempo definida por el valor, en ese momento, del potenciómetro que va incorporado en todos los servos y que está acoplado mecánicamente al tren de engranajes; así cuando el motor gira, a través de sus ruedas dentadas, el cursor del potenciómetro girará también.

El impulso generado localmente es conducido al mismo circuito comparador de impulsos citado, donde ambos impulsos se comparan para hallar su diferencia. Real-

mente se efectúa una resta electrónica.

Pueden ocurrir tres casos: Que los impulsos comparados sean iguales; que el impulso exterior sea mayor que el generado localmente por el circuito del servo, o que el impulso exterior sea menor que el local. Estos tres casos están representados en las figuras A, B y C. Los impulsos están dibujados en oposición de fase para indicar que en el comparador se restan. En la parte inferior se indican los resultados,

viéndose que en el primer caso la diferencia es cero (línea horizontal, sin ningún valor de tensión), en consecuencia el servo no se mueve. En el segundo caso, la diferencia es positiva a favor del impulso de entrada, produciendo el comparador un impulso de salida de polaridad positiva. En el tercer caso, ocurre exactamente al revés y el impulso de salida es de polaridad negativa. A continuación, estos impulsos, cuyo ancho es la diferencia de los impulsos comparados y cuya polaridad de-



pende de cuál de ellos es mayor, se bifurcan a sendos amplificadores de error o diferencia. Uno de ellos sólo deja pasar los impulsos positivos y el otro los negativos. En el primer caso, el motor girará en un sentido y en el segundo caso girará en el sentido opuesto.

Si no existiese ninguna acción más por parte del circuito electrónico del servo, el motor seguiría girando constantemente en un sentido, o en el contrario, mientras mantuviésemos el stick fijo en un extremo o en el otro. La originalidad del sistema consiste en que al empezar a girar el motor y mover todo el tren de engranajes, además de mover el brazo de salida, hace girar el cursor del potenciómetro, modificando su valor resistivo. Como ya sabemos, los impulsos locales tienen un ancho que depende del valor en ohmios de dicho potenciómetro, por tanto, el sentido de giro del cursor es tal como para hacer que los impulsos del generador local se igualen con los de entrada, en cuyo momento la diferencia se hace cero y el motor se para.

Supongamos el caso B. El impulso de entrada es mayor (de 2 mseg. por ejemplo) que el impulso local (de 1,5 mseg. partiendo de la situación de reposo o neutro), la diferencia es un impulso *positivo* de 0,5 mseg. que, amplificado por el circuito amplificador de error positivo, hace girar el motor a derechas y, digamos en el mismo sentido, el cursor del potenciómetro para aumentar su valor en ohmios, con lo que va aumentando progresivamente el ancho del impulso local, hasta el momento en que la diferencia se hace cero y el motor se para.

Supongamos ahora el caso C. El impulso de entrada es menor (de 1 mseg., la diferencia es un impulso *negativo* de 0,5 mseg. que, amplificado por el amplificador de error negativo, hace girar el motor a izquierdas (naturalmente al contrario que el caso anterior) y a izquierdas también el cursor del potenciómetro, disminuyendo su valor y en consecuencia el ancho del impulso local hasta igualarse con el impulso exterior, para quedar todo en reposo.

Tal es el funcionamiento del servo con impulsos modulados en ancho, según el sistema digital proporcional, que consideramos de gran sencillez, enorme eficacia y de difícil superación en cuanto a la idea base de funcionamiento.



La miniaturización es impresionante en algunos servos especiales para veleros.

CONSTRUYA SU PROPIO MODELO A PARTIR DE PLANO

Estos son algunos de los planos disponibles, garantizados por la revista RC Model y Aeromodelismo y radio control, de venta por correo. Para adquirir cualquiera de ellos basta con rellenar el cupón que figura al pie de página, indicando sus datos personales y la forma de pago.

Al precio indicado debe añadirle 50 ptas. de gastos de envío, si se trata de un solo plano, y otras 25 ptas. por cada plano adicional. No se envían planos contra reembolso. Si es Vd. suscriptor, indique el número.



MONSTER: Envergadura: 2.076 mm. Longitud total: 1.310 mm. Peso: 4.800 gr. Motor: 10 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: 4-6 canales. Precio: 1.300 ptas. (suscriptores 1.060 ptas.). Referencia: P-20



DRAGO: Envergadura: 1.205 mm. Longitud total: 927 mm. Peso: 1.700 gr. Motor: 6,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Cuatro canales. Precio: 800 (suscriptores 725 ptas.). Referencia: P-21



FILMAR: Envergadura: 1.466 mm. Longitud total: 1.206 mm. Peso: 2.500 gr. Motor: 6,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Cuatro canales. Precio: 800 ptas. (suscriptores 725 ptas.). Referencia: P-22



PATO: Envergadura: 906 mm. Longitud total: 1.035 mm. Peso: 1.120 grs. Motor: 2,5 cc. Materiales a emplear: Foamblatta. Equipo de radio: Tres canales. Precio: 700 ptas. (suscriptores 620 ptas.). Referencia: P-24



CESSNA 177 CARDINAL: Envergadura: 1.700 mm. Longitud total: 1.230 mm. Motor: 6,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Precio: 800 ptas. (suscriptores 725 ptas.). Referencia: P-26



MIRAGE: Envergadura: 940 mm. Longitud total: 1.070 mm. Peso: 2.000 gr. Motor: 6,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Tres canales con mezclador. Precio: 800 ptas. (suscriptores 725 ptas.). Referencia: P-27



SPINK AKROMASTER: Envergadura: 2.000 mm. Longitud total: 1.900 mm. Peso: 5.500 grs. Motor: 20 cc. a 40 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Cuatro canales. Precio: 1.200 ptas. (suscriptores 1.050 ptas.). Referencia: P-28



MONCAYO CB-307: Envergadura: 1.230 mm. Longitud total: 995 mm. Motor: 3,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Cuatro canales. Precio: 600 ptas. (suscriptores 525 ptas.). Referencia: P-31



DUENDE V: Envergadura: 1.200 mm. Longitud total: 820 mm. Peso: 900 gr. Motor: 1,5 cc. Materiales a emplear: Foamblatta. Equipo de radio: Dos canales. Precio: 600 ptas. (suscriptores 525 ptas.). Referencia: P-32



VOSS N-G1 A: Envergadura: 2.900 mm. Longitud total: 1.440 mm. Peso: 8.000 gr. Motor: Quadra 32 cc. Materiales a emplear: fibra de vidrio/combinada. Precio: 950 ptas. (suscriptores 875 ptas.). Referencia: P-33



AGUILA: Envergadura: 1.440 mm. Longitud total: 1.000 mm. Motor: 2,5 a 3,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Cuatro canales. Precio: 650 ptas. (suscriptores 575 ptas.). Referencia: P-36



COLIMBO: Envergadura: 2.420 mm. Longitud total: 1.390 mm. Peso: 2.900 gr. Motor: 3,5 cc. Materiales a emplear: Todo madera. Equipo de radio: Tres canales. Precio: 950 ptas. (suscriptores 850 ptas.). Referencia: P-36

BOLETIN DE PEDIDO DE PLANOS

SI SE ACOMPAÑA TALON O CUALQUIER OTRA FORMA DE PAGO, ENVIAR EL BOLETIN DENTRO DE UN SOBRE CERRADO

Para cualquier consulta, llamar al teléfono 733 50 12 de Madrid

GASTOS DE ENVIO 50 pesetas por un plano.
25 pesetas por cada plano adicional.

Apellido: _____
Domicilio: _____
Provincia: _____
Número de suscriptor: _____
planes editados por HOBBY PRESS S. A.

Desee recibir en mi domicilio los siguientes planos adjuntos por HOBBY PRESS S. A.
El importe total de este pedido más los gastos de envío lo abono de la siguiente forma: _____
Mediante talón bancario adjunto a nombre de HOBBY PRESS S. A.
Por giro postal número _____
Fecha: _____
Firma: _____

NOTA: Los lectores que no sean suscriptores deberán escribir la palabra NO en la casilla donde se solicita el número de suscriptor. Los suscriptores que no sepan o no recuerden su número deberán con que abogan en esta casilla la palabra SI. No se envían planos contra reembolso.

AHORA PUEDE VD. SUSCRIBIRSE A

“AEROMODELISMO
Y RADIO CONTROL
ENCICLOPEDIA
PRACTICA”
Y RECIBIR EN SU
CASA LOS TOMOS YA
ENCUADERNADOS



Todos aquéllos que no hayan podido suscribirse a la «Enciclopedia práctica del aeromodelismo y radio control» en su día, ahora tienen la posibilidad de adquirir, según se van editando, los

tres tomos de la obra ya encuadernados, al precio de 9.500 ptas. Además, al igual que los lectores que realizaron su suscripción al principio de la obra, recibirán en su domicilio, junto con el primer volumen y de forma totalmente gratuita, un kit del avión para radio control «Escuela» de Modelhob.

OFERTA VALIDA SOLO PARA ESPAÑA

GRATIS

Suscríbese ahora y recibirá un magnífico kit de avión para radio control junto con el primer tomo de la obra.



Recorte o copie este
cupón y envíelo a Hobby Press, S.A.
Apartado 54.062. Madrid

Nombre: _____ Edad: _____
Apellidos: _____
Domicilio: _____
Localidad: _____ Provincia: _____
Código postal: _____ Teléfono: _____ Profesión: _____

Deseo suscribirme a «Aeromodelismo y RC. Enciclopedia Práctica» recibiendo en mi casa los tres volúmenes según se vayan editando encuadernados.
Esta suscripción me da derecho a recibir gratis un kit del avión «Escuela» de Modelhob.
El precio de esta suscripción (9.500 ptas.) lo pago de la siguiente forma:

- Mediante talón nominativo a Hobby Press, S.A.
 Mediante giro postal n.º _____
 Mediante tarjeta de crédito

Fecha y firma _____

Visa n.º _____
Master Charge n.º _____
Fecha de caducidad de la tarjeta _____