HOP EDITA HOBBY PRESS S.A.

~~125 pts~~

AEROMODELISMO

y RADIO CONTROL

Num 2

ENCICLOPEDIA PRACTICA

*POR QUE VUELA UN AVION.

*ASI ES EL RADIO CONTROL.

AEROMODELISMO
y RADIO CONTROL

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. HIJOSA, ANTONIO LECUONA, ANTONIO MOTA, JOSE LUIS SEMPERE, JULIO TOLEDO

Hobby Press, S.A.
Dirección, Redacción y Administración
Arzobispo Morcillo, 24 - of. 4
MADRID-34
Tels.: 733 50 12-16

Distribución España:
COEDIS, S.A.
Valencia, 245
Barcelona, 7

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.
Apartado 54.062
MADRID
Tels.: 733 50 12-16

Impreso por ROTEDIC, S.A.
Ctra. Irún, km. 12,450. Madrid-34

I.S.B.N.: 84-86249-01-5 (obra completa)
84-86249-02-3 (fascículo)
84-86249-03-1 (tomo I)
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, 1984

nueva
ELECTRONICA
montajes de vanguardia al alcance de todos
de Hobby Press, S.A.

UNA REVISTA QUE CADA MES SORPRENDE A SUS LECTORES

¿LA CONOCE YA?
Pídala en su quiosco

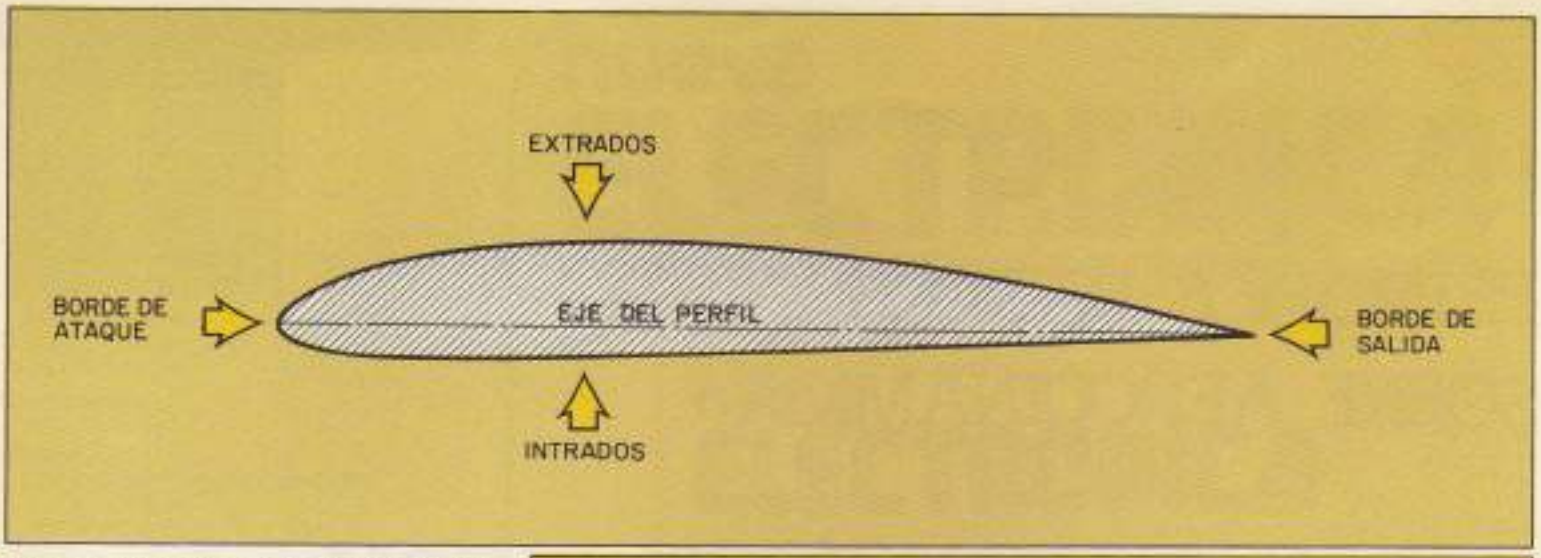
PRINCIPIOS BASICOS SOBRE AERODINAMICA

POR QUE VUELA UN AVION

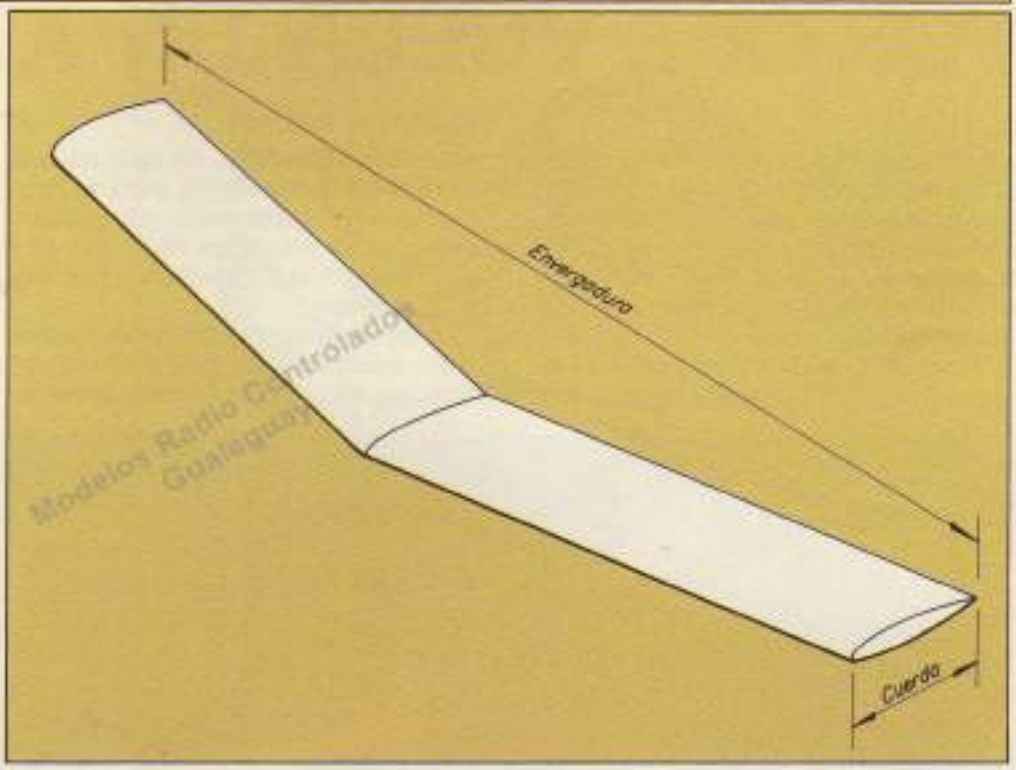
ALGO tan aparentemente complicado como es el hecho de que un avión, elemento más pesado que el aire, sea capaz de vencer la fuerza de la gravedad y mantenerse en vuelo, se basa en una sola palabra mágica: *sustentación*.

Aunque existen complejas definiciones de este fenómeno físico, trataremos, en principio, de verlo de una manera clara y sencilla, para lo cual empezaremos haciendo un estudio del ala, elemento base del avión, que da origen a la sustentación y, por tanto, al vuelo.

En un ala, lo que podríamos llamar largo, ancho y alto, está definido en lenguaje aeronáutico como *envergadura*, *cuerda* y *espesor*. Se llama envergadura a la distancia entre puntas de ala, o bordes marginales. Cuerda es la medida entre la parte delantera, llamada *borde de ataque*, y la posterior o *borde de salida*. Por último, la distancia máxima entre la zona superior del ala, *extradós*, y la inferior o *intradós*, es el espesor.



*Arriba: Sección típica de un ala. En términos aeronáuticos se denomina **perfil**.*
*Derecha: Un ala convencional determinada por sus dos principales parámetros: **envergadura** y **cuerda**.*



Modelos Radio Controlados Guadalquivir

Estos son los parámetros básicos de un ala. Si damos un corte en sentido perpendicular a la envergadura, es decir, del borde de ataque al borde de salida, tendremos la sección del ala, que a partir de ahora denominaremos *perfil*. Este, con algunas variantes, según el tipo de avión, tiene una forma muy característica, como vemos en el dibujo, y es precisamente esa geometría la que da origen a la sustentación.

Si hacemos desplazarse un perfil plano en medio de un fluido laminar, en este caso el aire, y si pudiéramos ver las moléculas alrededor del cuerpo, observaríamos que la alteración producida es mínima y que los filetes de aire permanecen prácticamente paralelos. Sin embargo, si ponemos un perfil alar en ese fluido, veremos claramente que el comportamiento de los imaginarios filetes de aire es diferente. Naturalmente, éstos se ajustan a la forma del perfil, pero en la zona que está en contacto con el extradós, por su mayor curvatura, los filetes de aire se comprimen, lo cual obliga a las moléculas de aire a aumentar su velocidad de paso, creándose así una depresión o, lo que es igual, un efecto de succión en el extradós del ala.

Al contrario ocurre en el intradós, donde las líneas de corriente se separan y se produce una sobrepresión. Estos dos efectos contemplados en las leyes del movimiento de fluidos (Ley de Bernouilli), hacen que nuestro perfil, y por lo tanto el del ala, sea sometido a una fuerza vertical ascendente llamada sustentación. En esta fuerza tiene mayor influencia la depresión que se produce en el extradós, que la sobrepresión del intradós.

Vemos, entonces, que el avión vuela prácticamente gracias a la succión del extradós, es decir, como suspendido del ala en lugar de apoyado sobre ella como generalmente se cree.

Entrada en pérdida

En un perfil, la línea que pasa por el centro del borde de ataque y por el borde de salida se llama *eje del perfil*.

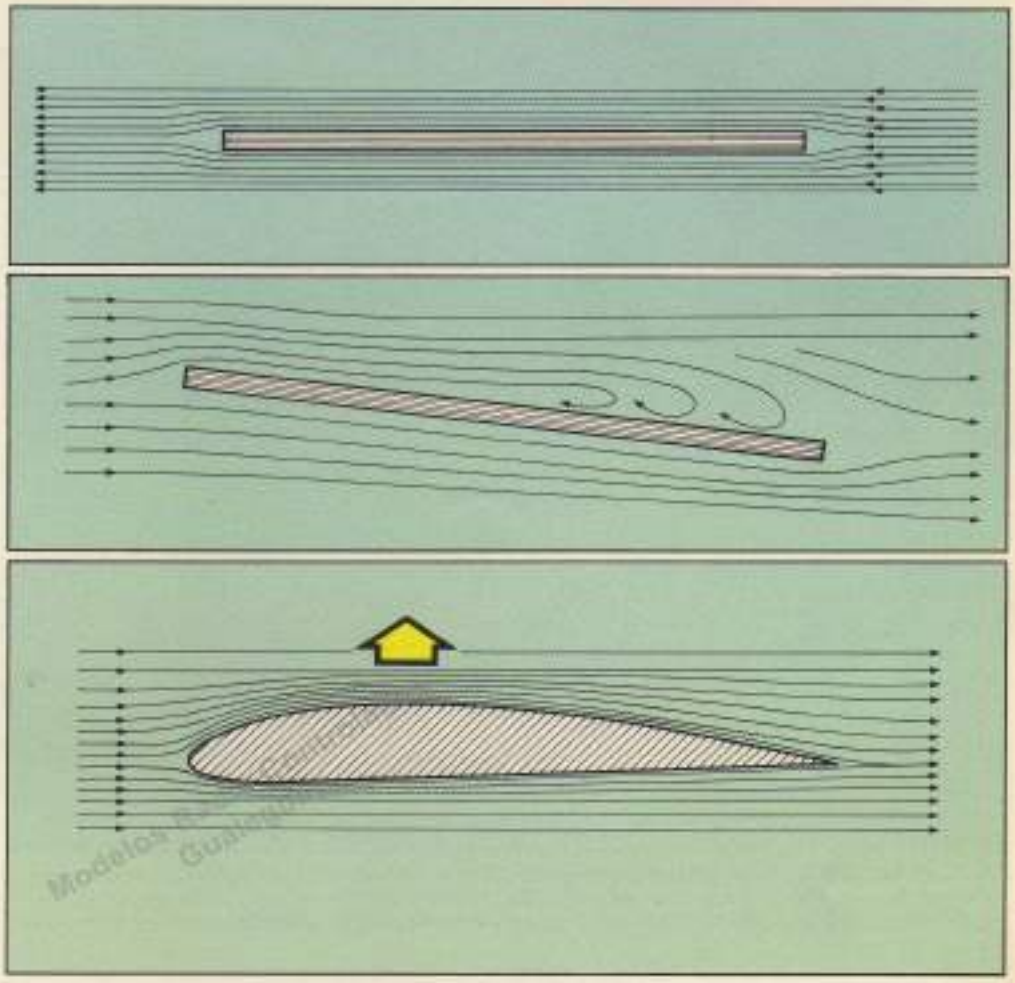
El ángulo que forma este eje con la línea del sentido de avance, recibe el nombre de *ángulo de ataque*. En la medida que ésta aumenta, se consigue mayor sustentación, ya que elevamos la sobrepresión del intradós y la depresión del extradós. Pero este ángulo tiene un límite, a partir del cual, las líneas de corriente se deforman y se desprenden del extradós, desapareciendo así el efecto de sustentación y, por lo tanto, la capacidad de vuelo del avión, que caerá bruscamente.

El ángulo de ataque máximo, a partir del cual la sustentación empieza a bajar, se denomina ángulo de sustentación máxima o de *entrada en pérdida*.

En esta configuración de ángulo de ataque elevado, vemos que la superficie que presenta el ala al avance es mayor cuanto más grande sea el ángulo, lo cual supone una resistencia

que, o es compensada con un incremento de la potencia en el motor, o se traduce en una disminución de la velocidad de vuelo. El efecto de la sustentación está basado, como decíamos, en el desplazamiento del ala a través del aire y está en relación directa con la velocidad (a más velocidad, mayor sustentación); luego, si perdemos velocidad por la resistencia de un excesivo ángulo de ataque, perderemos gradualmente altura hasta llegar a una velocidad límite, por debajo de la cual no se produce la suficiente sustentación como para aguantar el peso del avión en el aire. Se produce, entonces, lo que se llama pérdida por falta de velocidad.

INFLUENCIA DE LA CORRIENTE LAMINAR



La corriente laminar es perturbada por la forma de los cuerpos sometidos a ella. En el primer caso vemos que la influencia es mínima por la escasa sección y por estar situado paralelo a las líneas de la corriente. En el segundo, al inclinar el objeto se crean ciertas turbulencias. En el tercer gráfico, el perfil alar genera una depresión en su extradós, dando origen a la sustentación que hace posible el vuelo de un avión.

Configuración básica de un avión

Aunque existen diversas configuraciones en el diseño de un avión, que veremos en capítulos posteriores, tomaremos como base el modelo más convencional, con el fin de identificar sus diferentes elementos básicos con un lenguaje propio y utilizarlos en este estudio de aerodinámica elemental.

Un avión está compuesto de las siguientes partes:

Ala. Es el plano sustentador principal, cuya misión consiste en generar la fuerza aerodinámica llamada «sustentación», que permite mantener un avión en vuelo.

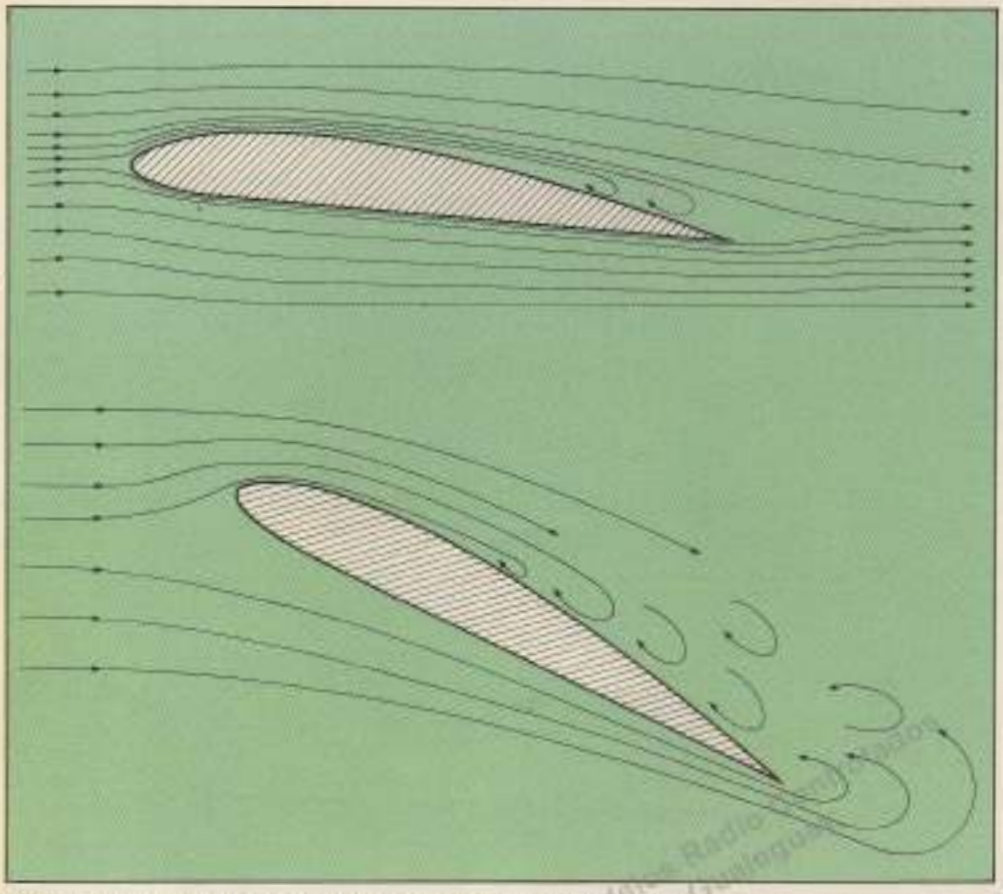
Su principal problema es de resistencia estructural, ya que ha de construirse con una determinada envergadura, poco espesor y poco peso, teniendo que soportar a cambio la mayor parte de los esfuerzos de flexión y compresión que se producen en un avión en vuelo.

En el ala van instalados los *alerones*, que son los mandos de vuelo; mediante su deflexión simultánea y opuesta, hacen que el avión se incline, girando sobre su eje longitudinal. Este movimiento se llama *alabeo* y sirve para virar o cambiar la ruta de vuelo. Los alerones intervienen también en la realización de varias figuras acrobáticas.

Asimismo, van incluidos en el ala los *flaps*. Estos son unas superficies que al ser deflectadas, también simultáneamente, pero no en el mismo sentido, hacia abajo, producen una sustentación extra y reducen la velocidad de vuelo, con lo que se facilitan las maniobras de despegue y aterrizaje. Más adelante estudiaremos

La sustentación necesaria para iniciar el vuelo se consigue cuando el avión alcanza cierta velocidad en su carrera de despegue.

ANGULO DE ATAQUE DE UN PERFIL



Al aumentar el ángulo de ataque se incrementa la sustentación y también la resistencia al avance. Si este ángulo llega a ser excesivo, la corriente de aire se desprende del perfil, desapareciendo la sustentación. Esta reacción se llama ***entrada en pérdida*** *y está representada en la figura inferior.*

las diferentes geometrías, estructuras y sistemas para construir alas.

Estabilizador horizontal. Es un plano que puede o no ser sustentador. Su misión principal es conseguir la estabilidad longitudinal del avión.

Consta de un plano fijo y una superficie móvil, llamada *timón de profundidad* o de altura, empleada para conseguir el balanceo del avión sobre su eje transversal. Los movimientos que se producen reciben el nombre de *picado* (bajar el morro) y *encabritado* (subir el morro).

Estabilizador vertical. Está compuesto por una superficie fija llamada *deriva* y otra móvil o *timón de dirección*. Mediante la deflexión de esta última a derecha o izquierda se consigue que el avión gire sobre su eje vertical con un movimiento que en aviación se llama *guiñada*.

El conjunto de cola formado por el estabilizador horizontal y el vertical recibe el nombre de *empenaje*.

Fuselaje. El fuselaje o cuerpo principal del avión, además de ser el elemento de unión de las alas y los estabilizadores, sirve para alojar en él los diversos mecanismos de control, carga, motor y tren de aterrizaje en algunos casos, pues éste último puede también ir sujeto en el ala.

Mandos de vuelo de un avión radiocontrolado

En aviación real se controla el vuelo con una deflexión parcial o combinada de las diferentes superficies de mando del avión y la mayor o menor aceleración del motor.

En aeromodelismo, aunque la teoría aplicada es la misma, sólo es válida cuando el modelo dispone de todos los mandos de un avión real, es decir: alerones, timón de profundidad, timón de dirección, control de aceleración de motor y flaps.

El modelo más elemental, un simple planeador de vuelo libre, no dispone de posibilidad de control alguno. Así, se confía el vuelo a la buena estabilidad propia del modelo, correcta situación del C.G. (centro de gravedad), buena construcción y la benevolencia de las condiciones atmosféricas. Tan sólo en algunos casos se dispone de un *destermalizador*, consistente en un mecanismo de relojería que a un tiempo predeterminado hace posible la deflexión total del estabilizador, con lo que el modelo interrumpe su vuelo y desciende en una especie de barrena o espiral. Pero esto no se asemeja en forma alguna a los reglamentarios sistemas de mando de un avión.

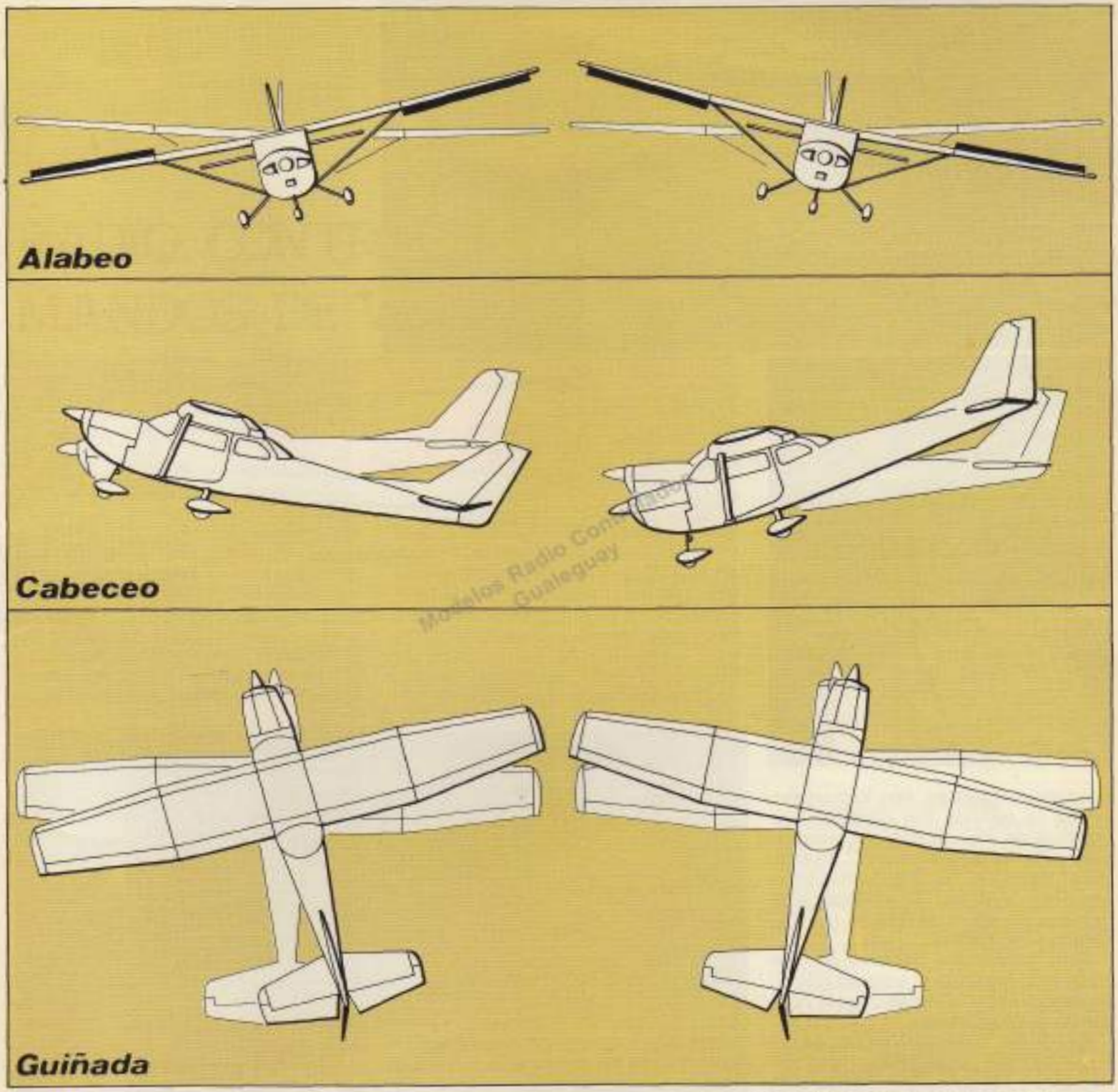
Posibilidades de mando

Los aeromodelos dirigidos por radio control sí disponen de los mandos de vuelo reales, aunque no todos los modelos tienen todos los mandos.

El sistema más simple consiste en hacer volar un modelo teniendo control solamente sobre el timón de dirección. Conseguiremos, así, realizar virajes y, por tanto, variar la dirección

En el lanzamiento a mano de un modelo, se le deberá dar la suficiente velocidad inicial, para evitar su entrada en pérdida en tan crítico momento.

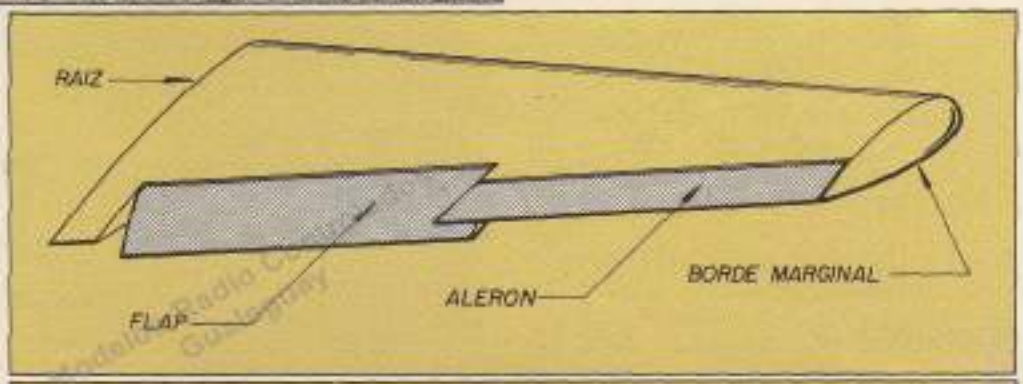
ACTUACION DE LAS SUPERFICIES DE MANDO EN UN AVION

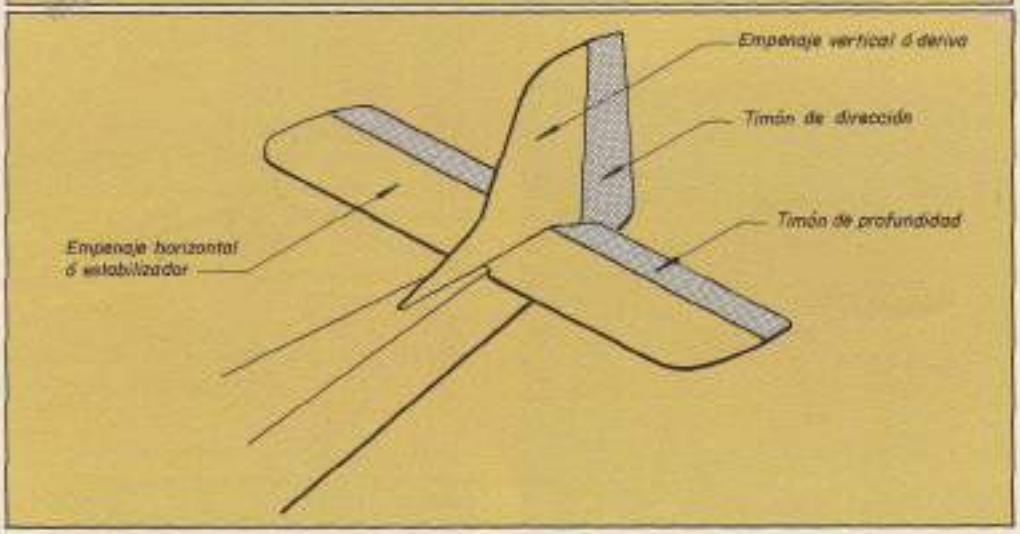


El primer gráfico muestra el movimiento de inclinación o ***alabeo*** *conseguido mediante la deflexión simultánea y opuesta de los alerones. En segundo lugar vemos el movimiento de cabeceo producido por la deflexión del timón de profundidad. Cuando el avión sube el morro se llama* ***encabritar*** *y al caso contrario se denomina* ***picar.*** *En el tercer dibujo se ve el efecto que produce la deflexión del timón de dirección en ambos lados. Estos movimientos reciben el nombre de* ***guiñada.*** *Con todas estas posibilidades de mando se consigue variar la posición del avión en el espacio.*

Estos movimientos se pueden realizar de forma independiente, o combinándolos entre sí, dando lugar a las más variadas figuras acrobáticas. Un avión convencional dispondrá de estos mandos básicos, pero en aeromodelismo se puede prescindir de alguno de ellos, en función del tipo de avión a construir.

En la foto de la izquierda se aprecian los flaps bajados, en el centro del ala. Su aumento de sustentación asegura los momentos de despegue y aterrizaje. Debajo, los timones de dirección y profundidad en un aeromodelo.





de vuelo a voluntad, con lo cual evitamos la pérdida del modelo y se practica de alguna manera, aunque sea la forma más elemental de controlar un avión. Naturalmente, tiene una serie de problemas y riesgos añadidos al no tener control de la estabilidad longitudinal.

Otra posibilidad consiste en controlar dos mandos: el anterior (timón de dirección) y el estabilizador horizontal (profundidad).

Si el modelo no tiene motor, es decir, si se trata de un velero o planeador, ésta es la solución más habitual, ya que es posible así gobernar el modelo sobre dos ejes. Si le ponemos un motor, es suficiente para realizar vuelos con toda normalidad, a excepción de algunas maniobras acrobáticas.

La tercera versión se consigue añadiendo a la anterior el mando de alerones (alabeo), con lo cual estamos ya en igualdad de condiciones que un avión real, a excepción del mando de aceleración del motor, que completa la cuarta configuración en modelos radiocontrolados.

Flaps

El mando de flaps es un extra que, aunque no excesivamente, sí se emplea en los aeromodelos de cierta complejidad.

Los diferentes sistemas de control ennumerados, no suponen necesariamente un orden a seguir en el aprendizaje, pues se puede iniciar, sin problemas, con la segunda o tercera posibilidad. Se trata de una exposición de las amplias posibilidades que ofrece el aeromodelismo radiocontrolado, ajustándose a la economía y habilidad de cada uno.

RADIO CONTROL Y MANDOS DE VUELO

EL AVION DIRIGIDO POR RADIO

UN equipo de radio control se compone, básicamente, de un *emisor*, un *receptor*, unos electromecanismos llamados *servos* y las *baterías* que alimentan todo el conjunto. De estos cuatro elementos, el primero es manejado desde tierra por el piloto, y mediante unos mandos que recuerdan bastante a los de un avión real, se ordenan las maniobras deseadas. Estas son recibidas en forma de ondas electromagnéticas por el receptor que va instalado en el avión, y transmitidas por éste a los servos correspondientes que, asimismo, van instalados a bordo.

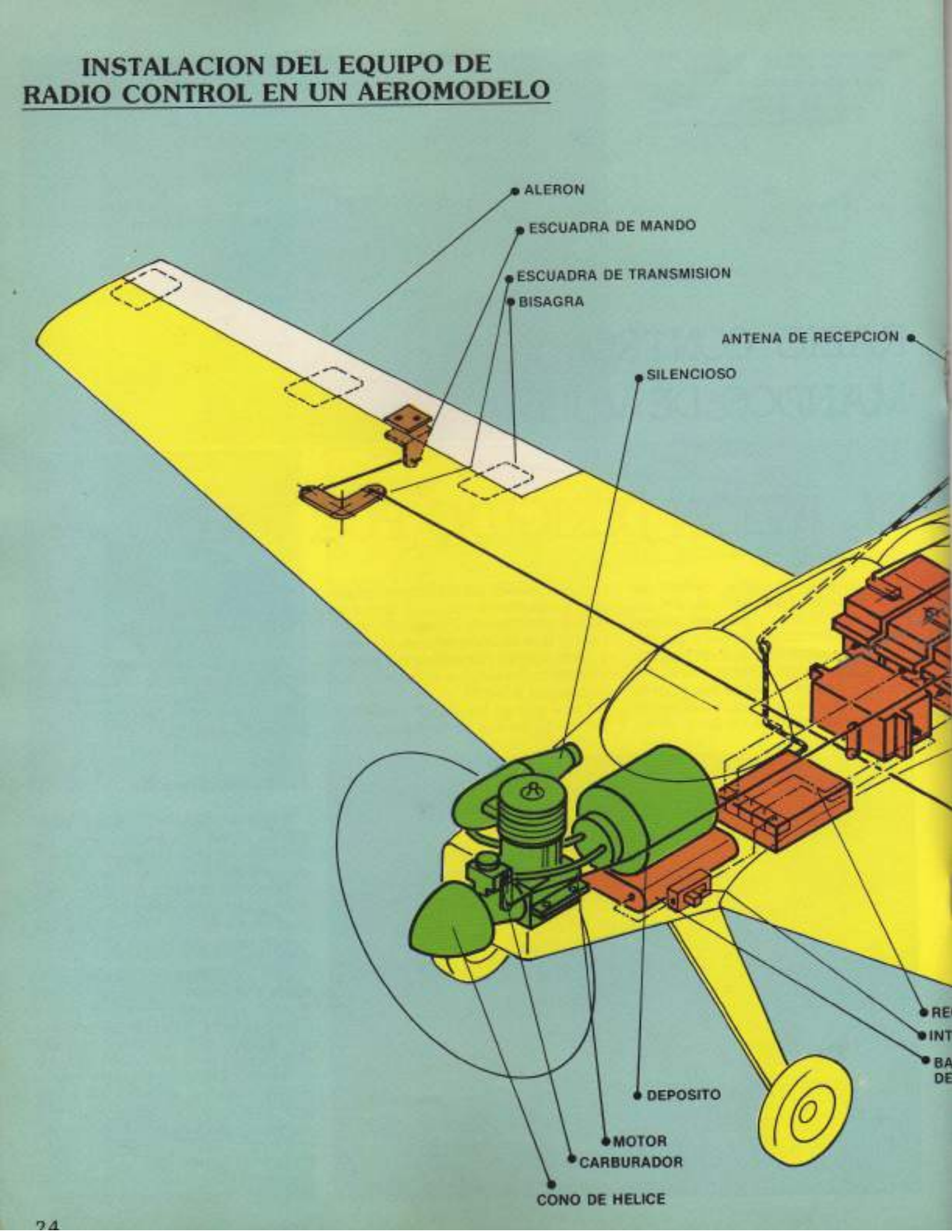
Cada una de las superficies móviles del avión que controlan su posición en el aire, van conectadas a un servo mediante un sistema de transmisión de mando mecánico. Por lo tanto, hay un servo para mover los alerones, otro para el timón de profundidad, otro para el timón de dirección y un cuarto para regular la aceleración del motor, pudiendo llegar, incluso, a pararlo.

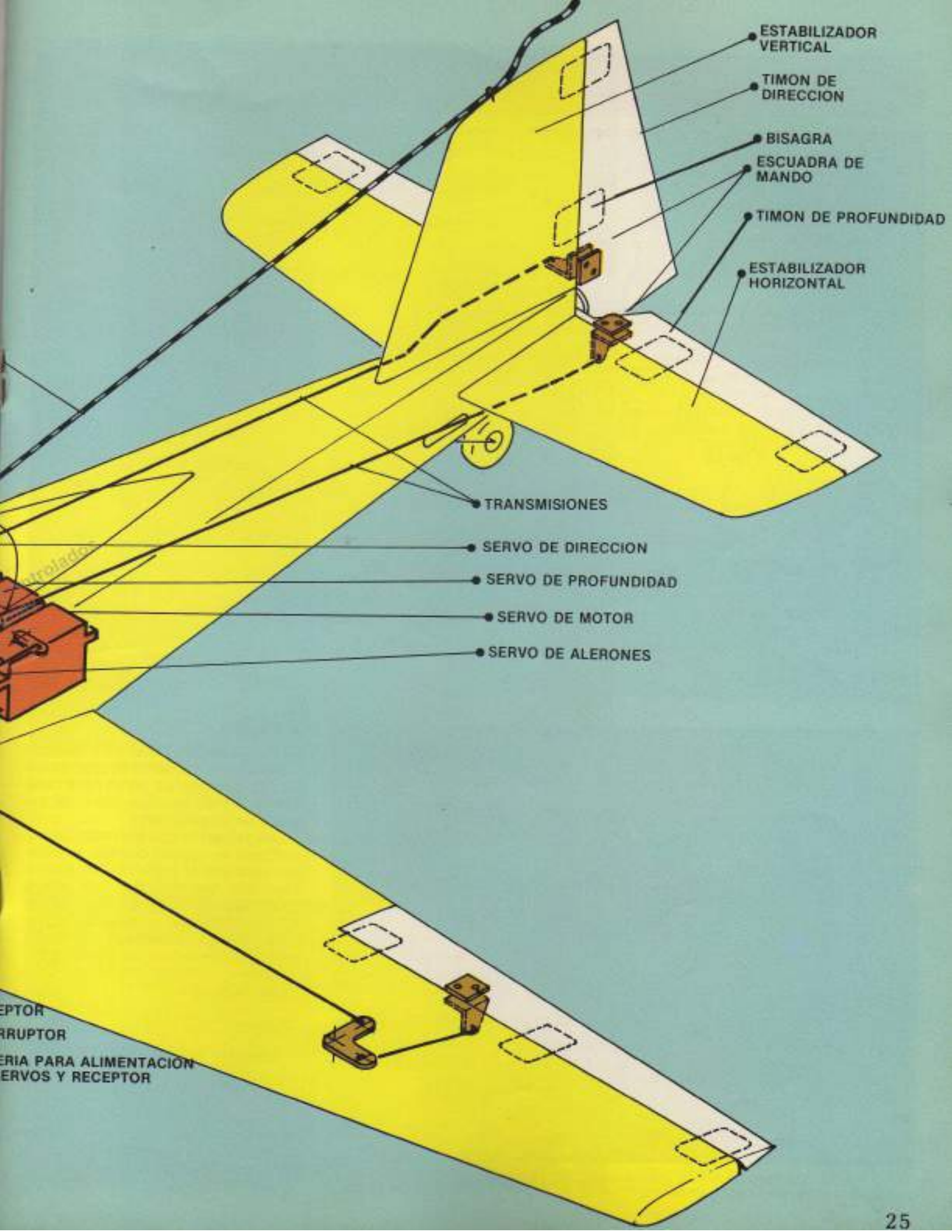
Timón de dirección

Algunos aviones tienen la posibilidad de mover la rueda de morro o la de cola, con el fin de dirigir su sentido de marcha también cuando está rodando por el suelo. Entonces, este control de rueda directriz, se consigue mediante una transmisión del mismo servo que mueve el timón de dirección.

Este movimiento simultáneo de la rueda y el timón no crea problemas al avión, sino todo lo contrario, ya que mientras esté rodando lentamente por el suelo, será la rueda quien dirija al modelo en la dirección deseada, sin afectar para nada el timón, que no influye mientras el avión no tenga una determinada velocidad. Pero una vez en la pista, cuando se acelera para iniciar el despegue, rueda y timón trabajarán juntos para que el avión mantenga una trayectoria recta hasta que consiga levantarse del suelo.

INSTALACION DEL EQUIPO DE RADIO CONTROL EN UN AEROMODELO



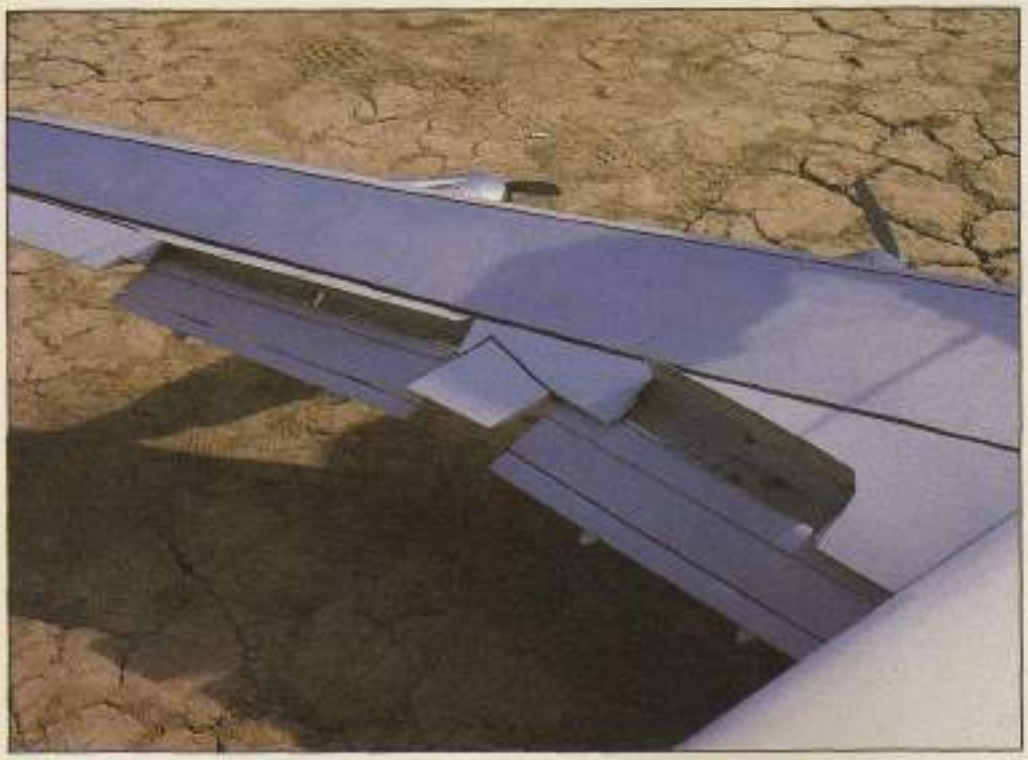

ESTABILIZADOR VERTICAL
TIMON DE DIRECCION
BISAGRA
ESCUADRA DE MANDO
TIMON DE PROFUNDIDAD
ESTABILIZADOR HORIZONTAL
TRANSMISIONES
SERVO DE DIRECCION
SERVO DE PROFUNDIDAD
SERVO DE MOTOR
SERVO DE ALERONES
EPTOR
RRUPTOR
ERIA PARA ALIMENTACION
ERVOS Y RECEPTOR

FUNCIONES BASICAS EN UN EQUIPO DE RADIO CONTROL

Antena telescópica
Indicador de batería
Interruptor
Trim profundidad
Trim motor
Trim alerones
Trim dirección

A MOTOR
B DIRECCION (derecha e izquierda)
C PROFUNDIDAD (arriba - abajo)
D ALERONES (derecha e izquierda)

Modelos Radio Controlados Guadalajara



Como ejemplo de la sofisticación del aeromodelismo RC, este ala, con todos sus elementos hipersustentadores, pertenece a un Boeing 747 de 20 kg. de peso y 3 mts. de envergadura.

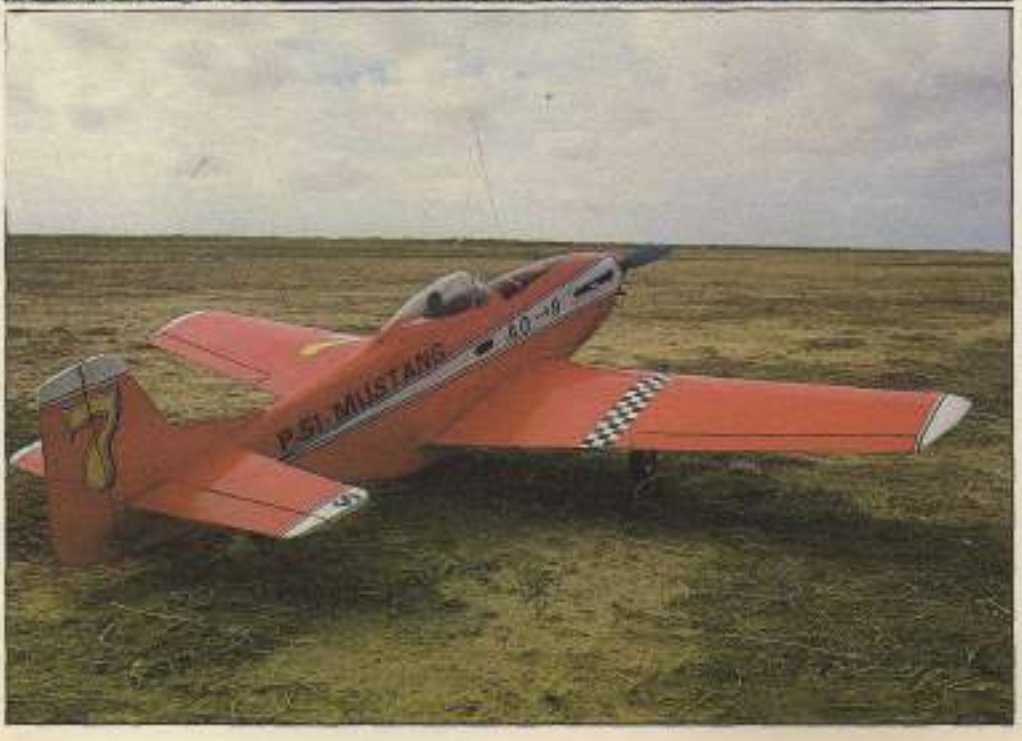
Alerones

Excepto en modelos de gran tamaño, que precisan un servo para cada alerón, lo más usual es conectar los dos a un mismo servo.

Los esfuerzos que soportan las superficies de control cuando se mueven para que el avión realice alguna maniobra, son mínimos. Los servos están calculados para ofrecer la potencia necesaria sobradamente en cada caso. En el mercado existe una amplia gama de servos con diferentes potencias, llegando incluso a los 15 kg. de fuerza.

Timón de profundidad

Para accionar el timón de profundidad se emplea, generalmente, un solo servo. En determinados modelos de aviones, por necesidades de diseño, el timón de profundidad está formado por dos partes separadas, pero como en cualquier caso ambas de-



berán moverse simultáneamente y en el mismo sentido, se procede a unirlas mediante un alambre de suficiente grosor para que no haga torsión. Se pueden unir, también, con una pieza de madera dura (pino, haya, etc.).

Una vez realizada esta operación, se conecta la transmisión del servo a una de las dos partes del timón, que hará moverse conjuntamente a la otra.

Revoluciones del motor

Para variar en vuelo o en tierra las revoluciones del motor, éste dispone de un carburador en el que se puede controlar la entrada de aire y combustible, moviendo una pequeña palanca. Esta es conectada a un servo, pudiendo realizar así las oportunas regulaciones de motor desde nuestro emisor de radio control.

Flaps y tren de aterrizaje

Los modelos más complejos utilizan sistemas hipersustentadores (flaps), para facilitar las operaciones de despegue o aterrizaje, o simplemente porque se trata de la reproducción de un avión real que lleva estos elementos.

Los flaps son accionados por un servo conjuntamente, ya que se mueven simultáneamente y en el mismo sentido.

Otra espectacular sofisticación consiste en instalar en el avión, un tren de aterrizaje retráctil, es decir, con posibilidad de subirlo o bajarlo a voluntad desde el emisor RC.

Algunos de estos sistemas llevan incorporado un pequeño motor eléctrico para su accionamiento. Otros disponen únicamente de la parte mecánica, teniendo que acoplarlos a uno o varios servos. Por ser el tren de aterrizaje uno de los elementos más pesados del avión, requiere para su operación unos servos de bastante potencia, que precisan generalmente una batería exclusiva para ellos, con el fin de no consumir de la misma que alimenta el resto del equipo y poner en peligro la seguridad del avión.

Arriba: sencillo velero controlado automáticamente por el timón de dirección.
Centro: avión dirigido por dos servos. El motor no tiene control de aceleración.
Abajo: Maqueta con los cuatro mandos convencionales, alerones, profundidad, dirección y motor.

G-AHKV

LA SUPERACION DEL MODELISMO CLASICO

ASI ES EL RADIO CONTROL

GRAN parte de la definición del aeromodelismo por radio control puede ser aplicada al aeromodelismo en general, ya sea vuelo libre o vuelo circular. Pero es en el radio-control donde se ha conseguido el *summun* de la perfección.

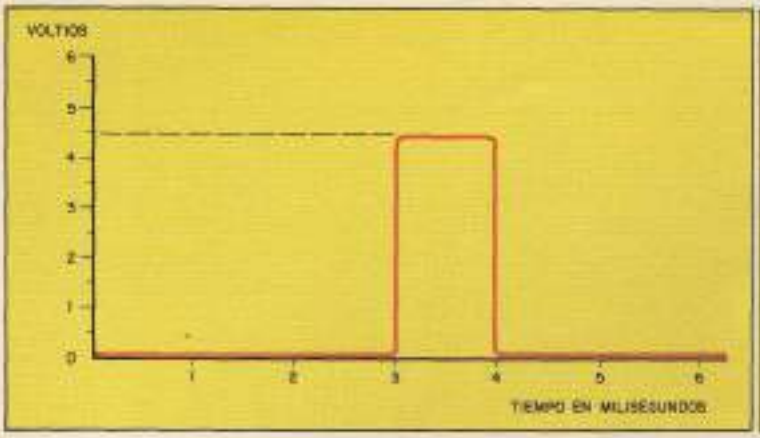
A lo largo de esta obra, se tratará del radio control en su faceta técnica, haciendo al principio una pequeña historia de sus orígenes, desarrollo y personas que contribuyeron a lograr la perfección actual. Es imprescindible, pues, proceder a una descripción meticulosa, pero sencilla y elemental, del intrincado laberinto del radio control para desvelar todo su misterio. Tampoco se trata de convertir a cada aficionado en un técnico en electrónica, pero sí es necesario un nivel de conocimientos mínimos, aparte de la satisfacción que produce llegar a conocer como funciona, por ejemplo, un codificador, un servo o la transmisión de la señal radioeléctrica a través del éter.

La parte relativa a la construcción de aeromodelos apropiados para radio control, así como la instalación de todo el equipo de radio en el mismo, será tratada en otras secciones de esta obra.

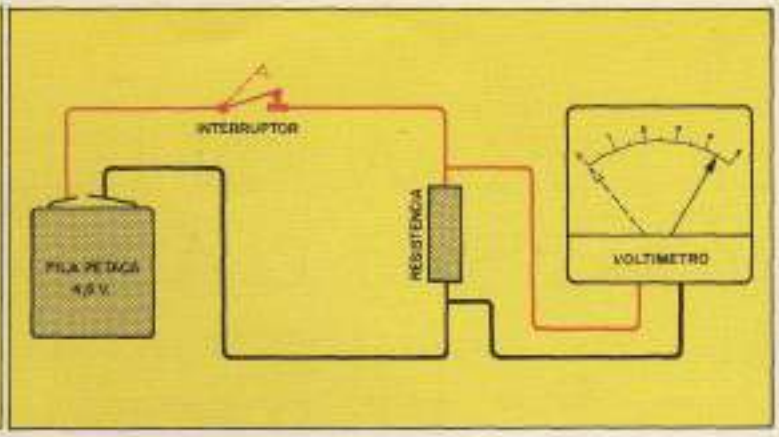
Control digital proporcional

El estado actual de la técnica del radio control ha llegado a un perfeccionamiento tal que, en cuanto a la concepción básica del moderno sistema de control digital proporcional se refiere, no admite mayor desarrollo, al menos por el momento. Actualmente, manejar un avión controlado por radio no es una aventura complicada, como hace bastantes años, donde después de tediosas preparaciones y ajustes, el vuelo duraba muy pocos minutos, y terminaba en fracaso, debido a problemas de vibraciones o de cualquier otro tipo. Lo que sí se puede esperar es un mejoramiento en la tecnología de fabricación, en el uso de componentes electrónicos de calidad profesional, que cumplan especificaciones militares y aeroespaciales en la fabricación de las partes mecánicas con tolerancias más estrechas. De hecho, ya se está haciendo mucho en este sentido por parte de los fabricantes de equipos de radio control.

La filosofía básica actual del control digital proporcional es perfecta en cuanto a su concepción técnica y funcional. Fue desarrollada a finales de la década de los 60 por el norteamericano Doug Spreng, sobre todo en lo que respecta a la creación del tipo de servo actual. A este sistema de control se le denomina digital porque la señal de mando se genera siguiendo la moderna técnica de la electrónica digital y porque es transmitida en forma de impulsos. Proporcional,



Circuito simple para generar impulsos. En un equipo de radiocontrol, la señal de mando se transmite en forma de impulsos.

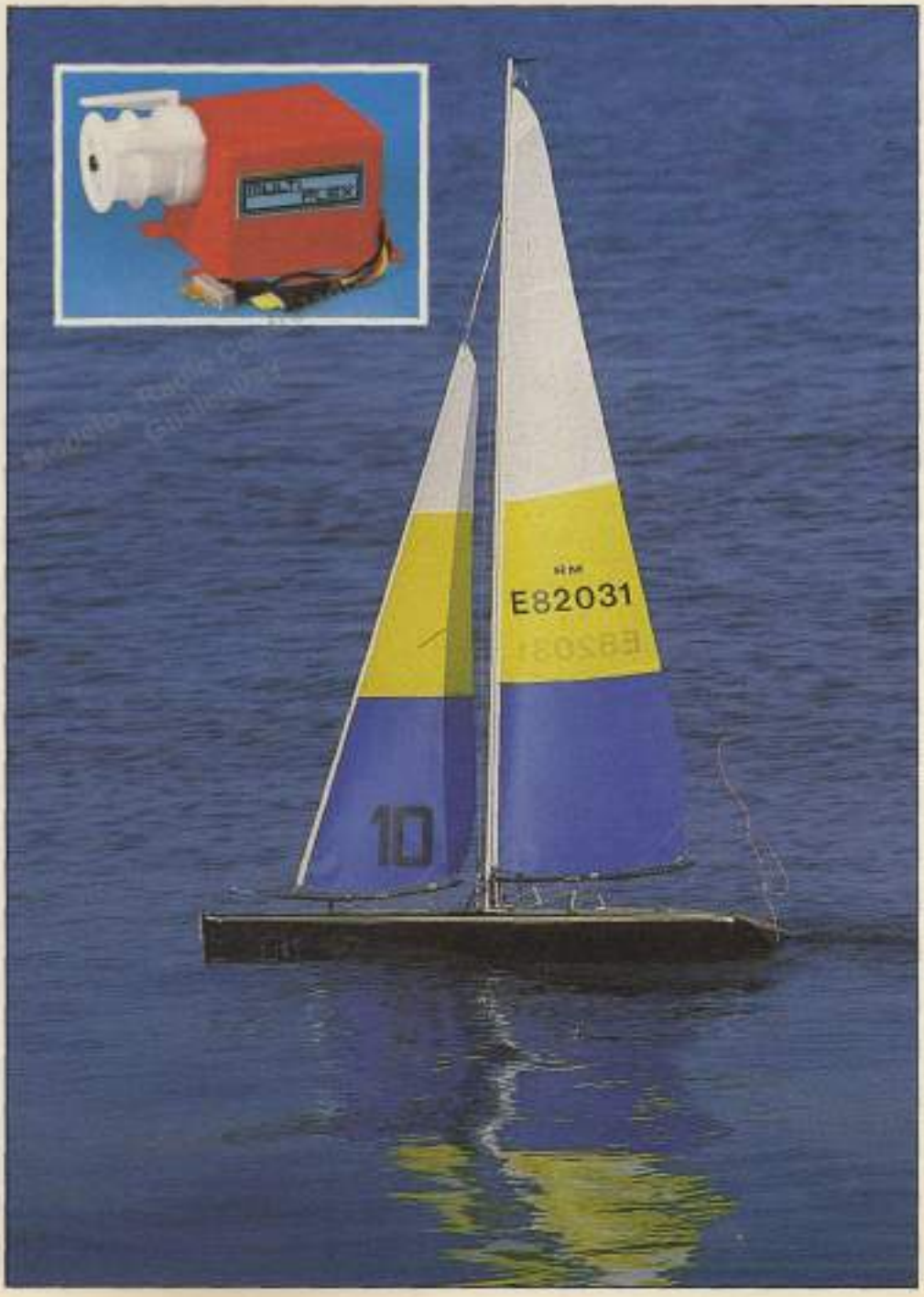


El impulso conseguido se refleja así en este eje de coordenadas. Un milisegundo de duración y una amplitud de 4,5 voltios.

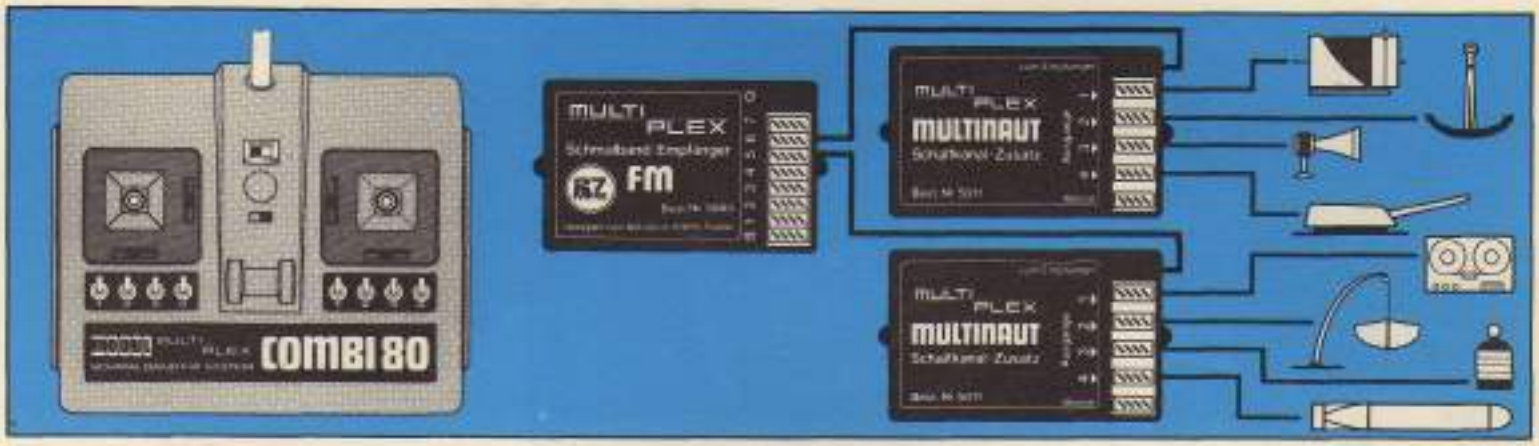
debido a que el movimiento de las superficies de mando se realiza en perfecta concordancia con el emisor. Es decir, el movimiento mecánico ejecutado con la palanca de mando en el transmisor, es seguido *proporcionalmente* en amplitud y velocidad por el elemento electro-mecánico del receptor: el servo.

Los impulsos

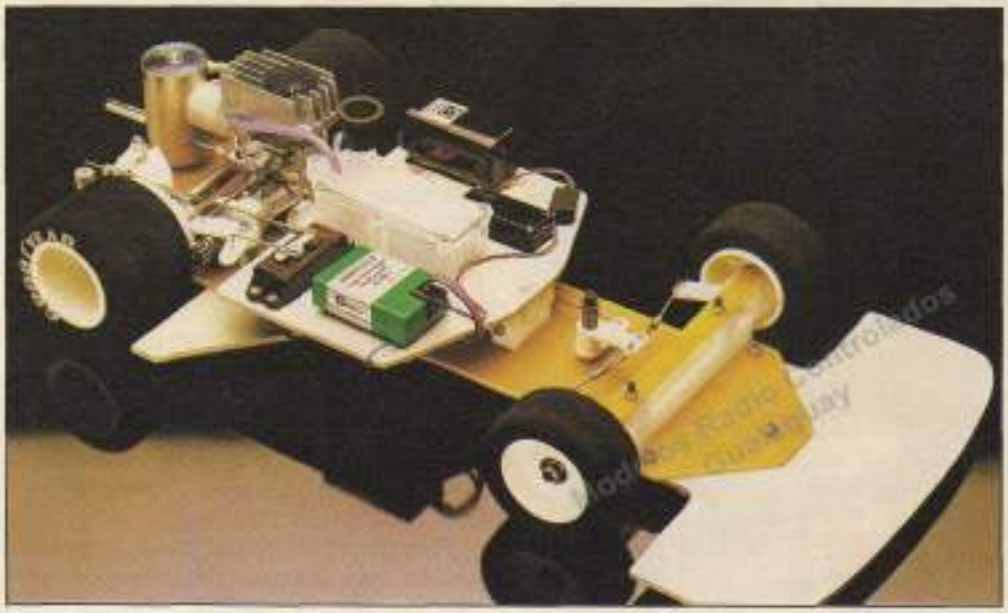
El fundamento básico es muy sencillo. Ante todo se trata de generar impulsos que son los que van a controlar todo el sistema. Por tanto, es imprescindible saber qué es un impulso. Para ello basta un sencillo ejemplo. Con una pila de petaca de 4,5 voltios se monta el circuito de la figura n.º 1, es decir, se conecta el polo positivo —terminal más corto— con un cable de color rojo a un interruptor, y de éste a una resistencia cuyo valor, por el momento, no es significativo. Del otro terminal de la resistencia, se completa el circuito con un cable de color negro al terminal negativo —más largo—. En paralelo con la resistencia, tal como se indica en el esquema, se conecta un voltímetro de 0 a 5 voltios a fondo escala. La aguja del voltímetro permanece inmóvil en su posición de reposo, a la izquierda de la escala. Al cerrar el interruptor la aguja se desplazará rápidamente a la derecha, hasta alcanzar la división en la escala marcada, 4,5 voltios, permaneciendo en dicho lugar todo el tiempo que se mantenga el interruptor cerrado. Se abre ahora, dicho interruptor; la aguja del voltímetro volverá rápidamente a su posición inicial de reposo, o sea, al



Mediante servos especiales como el de la foto superior se puede manejar la vela de un balandro.



Un equipo de radiocontrol tiene infinidad de aplicaciones. En la figura se muestra uno especial para barcos, que puede activar diversos elementos como son un motor eléctrico, un ancla, una sirena, una torre de artillería, lanzamiento de proyectiles, etc.



Instalación de la radio en un coche para competición en pista. Uno de los servos controla la dirección, y el otro es empleado simultáneamente para regular la aceleración del motor y el freno. Esta disposición es común a los coches eléctricos y a los de motor de explosión, ya que en cualquier caso se emplean dos servos, excepto en algunos modelos sofisticados que disponen de caja de cambios accionada por un tercer servo.

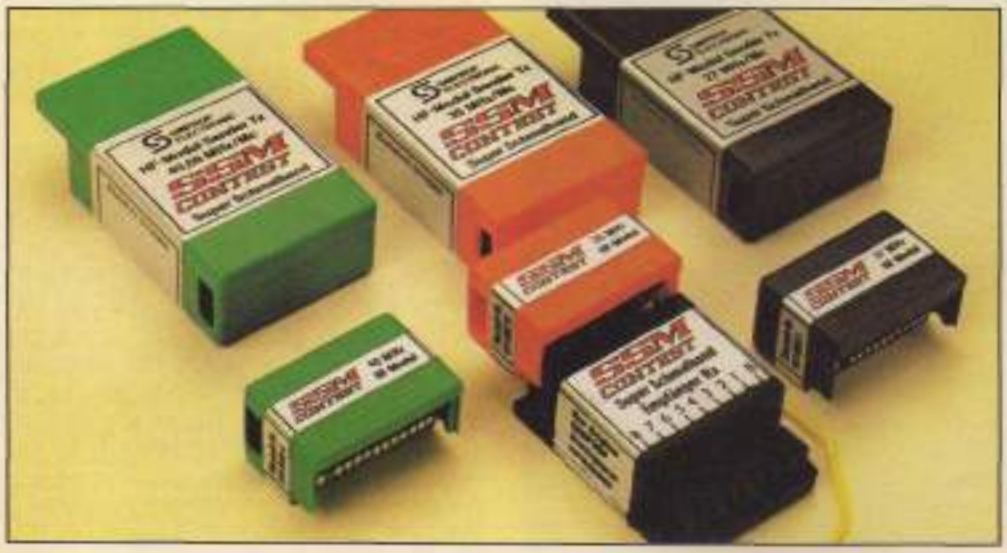
0 de la escala. Si se llevan los valores obtenidos en este experimento a un eje de coordenadas, donde la abscisa es valores de tiempo y la ordenada lo es de tensión o voltios, se obtendrá el resultado reflejado en la figura n.º 2. A efectos de mayor claridad en el dibujo, el interruptor se cierra a los 3 milisegundos y se abre a los 4 milisegundos.

La forma de esta figura representa la evolución del valor de tensión, medido en voltios, en la parte superior de la resistencia, con relación al tiempo transcurrido. Es decir, de cero voltios pasa a 4,5 durante un milisegundo —tiempo transcurrido de 3 a 4 milisegundos— para caer nuevamente a cero. Hemos generado un impulso. Así de sencillo. Un impulso de un milisegundo de duración y una amplitud de 4,5 voltios. En consecuencia, se puede definir el impulso eléctrico como una breve ráfaga de corriente a través de un circuito. Es preciso leer las veces que sea necesario toda la teoría expuesta hasta llegar a comprender lo que significa un «impulso» eléctrico, ya que es toda la base del funcionamiento del control digital proporcional.

El control a distancia a través de los impulsos

¿Cómo se produce el control a distancia por medio de este sistema? Muy sencillo. Imaginemos que este impulso producido de forma tan fácil, se ha transmitido por radio —se explicará más adelante la forma de hacerlo— y se aplica a los terminales de un pequeño motor eléctrico, como el que llevan todos los servos en su interior; durante el tiempo del impulso —un milisegundo— el motor girará para volver a pararse al fin del impulso. Si el impulso tuviese una du-

En la foto superior un sofisticado y completo equipo de radiocontrol de fabricación alemana. En él se pueden mezclar las funciones, variar el recorrido de los servos, e incluso programar maniobras que el avión realizará automáticamente al accionar un interruptor.
Abajo: un receptor con varias bandas disponibles en 40, 35 ó 27 MHz.



ración de dos milisegundos, el motorcito giraría durante dicho tiempo. En la práctica, el motor va acoplado a un tren de piñones de desmultiplicación con un eje final de trabajo. Si en el primer caso el giro hubiese sido de 45°, en el segundo lo habría sido de 90° por ser el doble de tiempo. Para efectuar el giro en sentido contrario, únicamente habría que invertir la polaridad de la tensión, lo cual se hace en la práctica de forma electrónica.

Tal es el fundamento del control digital proporcional. Sin más. Se controla el movimiento de un motor por la duración del impulso aplicado. Dicho técnicamente, modulando por anchura del impulso. En inglés —según las siglas aceptadas universalmente— PWM o pulse width modulation = modulación por ancho de impulso. En caso de querer controlar más funciones, se generan tantos impulsos como movimientos independientes se desean ejecutar. Dichos impulsos se disponen uno detrás de otro con una separación de 0,3 milisegundos para diferenciarlos. A continuación, se transmiten por radio secuencialmente. Pero, por el momento, es suficiente con lo dicho.

Está claro que en estas primeras ideas técnicas se ha simplificado al máximo con el propósito de hacer perder el miedo a las cosas técnicas y demostrar que sus fundamentos son muy sencillos.

Las posibilidades, pues, con este sistema de control remoto son inmensas. Se puede mandar con perfecta eficacia sobre los tres ejes en que se mueve un avión; controlar superficies de mando auxiliares, como frenos aerodinámicos, flaps, etc.; regular la velocidad del motor; producir movimientos como replegar o sacar un tren de aterrizaje, incluso con velocidad lenta para mayor realismo; lanzar bombas y paracaidistas; hacer fotografías aéreas, etc. El límite sólo está impuesto por nuestra imaginación.

Con los actuales standars de control digital proporcional es posible equipar un transmisor con ocho canales, con el fin de efectuar otras tantas funciones proporcionales. También es posible convertir uno o más de dichos canales para transmitir funciones *todo o nada* hasta un número de seis por canal proporcional.

En consecuencia, todos los antiguos sistemas de radiocontrol, accionados por botones, han quedado obsoletos o reducidos a aplicaciones de tipo barato, como juguetes. Queda pues, instaurado el radiocontrol digital proporcional por derecho propio.

AEROMODELISMO

y RADIO CONTROL

ENCICLOPEDIA PRACTICA

OFERTA LANZAMIENTO

Para todos los compradores del fascículo, la posibilidad de participar en el sorteo de 50 equipos completos de radio, más su correspondiente kit de avión, coche o barco, a elegir.

Para quienes elijan suscribirse a toda la obra, que recibirán en su casa conforme se va editando, además de la participación en el sorteo, un regalo seguro: el kit completo de un velero RC, valorado en 5.000 ptas. (Oferta válida solamente para España).

Suscríbase ahora y recibirá

GRATIS

un magnífico kit de avión para radiocontrol (Oferta válida hasta el 28 de febrero de 1984).

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

Nombre: ..... Edad: .....

Apellidos: .....

Domicilio: .....

Localidad: ..... Provincia: .....

Distrito postal: ..... Teléfono: ..... Profesión: .....

Deseo suscribirme a «Aeromodelismo y RC, Enciclopedia Práctica», recibiendo en mi casa mensualmente cuatro fascículos, hasta completar la obra, más las tapas de encuadernación.
Esta suscripción me da derecho a participar en el sorteo general de equipos RC, y, además, a recibir gratis un kit del avión «Escuela» de Modelhob.
El precio de esta suscripción (7.825 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 caducidad de la tarjeta .....

El «Escuela» de Modelhob es un velero de fácil construcción, especial para iniciarse en el vuelo radiocontrolado. Sus primeros pasos en el manejo de aeromodelos serán más sencillos con este kit. Envergadura: 2 metros.

AEROMODELISMO
573