

## Introduzione

È opinione diffusa che il pilotaggio di un modello di elicottero rappresenti uno degli aspetti più impegnativi che il settore modellistico radiocomandato possa oggi offrire.

In effetti, anche se la nuova generazione di radiocomandi computerizzati e di giroscopi, unita alla disponibilità di modelli più affidabili e facilmente mantenibili rispetto a quelli del passato possono rappresentare un grosso aiuto, rimane sempre vero che l'elicottero, modello o controparte reale, può essere sicuramente considerata una macchina piuttosto complessa sia dal punto di vista strutturale e meccanico, sia da quello aerodinamico, fatto che inevitabilmente si riflette in una maggiore difficoltà di controllo in volo e quindi in una certa diffidenza da parte del neofita ad accostarsi a questo tipo di macchina.

Le pagine seguenti vogliono essere, senza eccessive pretese, una introduzione al mondo modellistico dell'ala rotante, fornendo quelle informazioni di base utili a chi si affaccia per la prima volta su questo tipo di modellismo; lo scopo ultimo è quello di potere assemblare, regolare ed infine riuscire a pilotare queste macchine, acquistando confidenza con le tipiche manovre di base, come il volo stazionario ( detto comunemente hovering ), il volo traslato ed infine eventualmente alcune manovre acrobatiche tra le più semplici; verranno tralasciate di proposito le manovre più complesse, in quanto costituiranno un ulteriore passo in avanti lasciato a chi vorrà e potrà eseguirle in futuro, migliorando col tempo il proprio pilotaggio. Saranno invece evidenziati tutti gli aspetti fondamentali relativi alle problematiche di base, cercando di spiegare con parole semplici una materia a volte piuttosto complessa.

Spesso chi si avvicina a questo hobby è affascinato da quanto vede a manifestazioni o raduni, ma sente una mancanza di informazioni più dettagliate sull'argomento; queste note possono aiutare a colmare questi vuoti, permettendo a chiunque abbia acquistato un modello di elicottero di non doverlo lasciare abbandonato su di un ripiano, ma di riuscire invece a trarne le massime soddisfazioni, comprendendone il funzionamento ed arrivando a pilotarlo in piena sicurezza, per sé e per gli altri.

Infatti è sempre da tenere ben presente quest'ultimo aspetto; gli elimodelli NON sono giocattoli, bensì copie in scala ridotta di un vero elicottero; anche se le pale di cui sono dotati sono anch'esse in scala, possono tuttavia raggiungere una velocità ed un livello di energia cinetica tale da produrre gravissimi danni alla persone; per tale motivo vanno trattati in ogni loro aspetto con attenzione, senza leggerezza o superficialità da parte di chi li manovra.

Se impiegati correttamente, sapranno dare grandi soddisfazioni a chiunque si avvicini a questo magnifico hobby. Come per tutte le nuove attività, occorrerà sicuramente un po' di costanza e di pazienza per ottenere un qualche risultato e per consolidare le proprie conoscenze; sarà bene procedere in modo sistematico, senza saltare alcuna fase del processo di apprendimento, in modo da appoggiare su basi solide le sempre nuove esperienze che verranno accumulate col tempo.

## Concetti fondamentali

Come già detto, lo scopo di queste pagine non è quello di fornire spiegazioni rigorosamente scientifiche sulla teoria del volo di un elicottero, ma in ogni caso un minimo di nozioni fondamentali sono purtroppo necessarie per potere capire le ragioni di certe scelte, oltre che per sapere come comportarsi durante le varie fasi di messa a punto del modello e soprattutto durante il volo, intervenendo il più possibile in modo appropriato; per questo descriveremo brevemente quale è il funzionamento delle parti principali e che ci interessano più da vicino di un elicottero, riservandoci di aggiungere altre nozioni più specifiche se e quando questo sarà necessario.

Dato poi che queste pagine sono principalmente rivolte a chi inizia da zero, si farà spesso riferimento ad un certo numero di modelli specifici ( Concept 30, Shuttle, Maverick, Vario SkyFox, Moskito, ecc. ), che sono tra le macchine più diffuse sul mercato italiano, in quanto vantano un buon rapporto prezzo - prestazioni, ed inoltre sono già da anni lo strumento con cui molti elimodellisti hanno iniziato la loro nuova strada in questo campo. Lo stesso discorso vale per i complessi radio, dove si farà riferimento ad alcuni tipi tra i più diffusi, senza avere la pretesa di una completa descrizione di quanto oggi presente sul mercato, fatto peraltro impossibile data anche la velocità con cui le case produttrici aggiornano la propria produzione.

Ovviamente le considerazioni generali che andremo a fare per questi elimodelli e/o radiocomandi si applicano in gran parte anche a tutti gli altri tipi reperibili oggi, per cui chi avesse a che fare con macchine o radiocomandi diversi potrà ugualmente trarre i concetti fondamentali e trasporli al proprio caso specifico.

Vediamo ora di esaminare più da vicino questa macchina che tanto ci interessa, e di capire come e perché' riesce a sollevarsi e spostarsi in aria; per fare questo iniziamo prendendo in considerazione un tipico profilo (fig.1), che si muove nell'aria ad una certa velocità; sono evidenziati i filetti fluidi che lo lambiscono e che sono costretti a separarsi in corrispondenza del bordo d'entrata, percorrendo così due strade diverse tra loro; quella superiore più lunga rispetto a quella inferiore, fino a ricongiungersi alla fine del profilo (detto bordo di uscita).

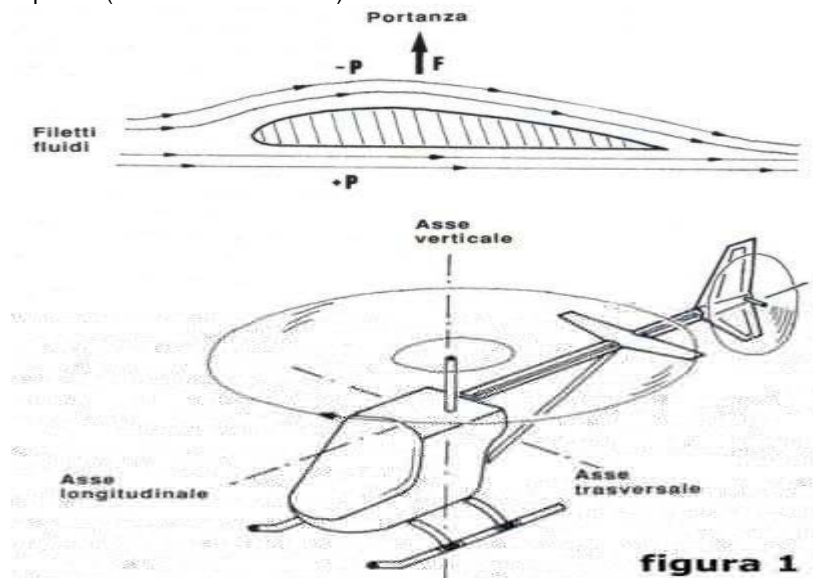


figura 1

Questo fatto porta ad avere nella parte superiore una maggiore velocità di movimento dei filetti fluidi, costretti a percorrere più strada, con conseguente creazione di una depressione (teorema di Bernoulli); l'opposto succede per quelli che si trovano sul lato inferiore (percorso più breve, minore velocità e quindi pressione maggiore).

Riassumendo in modo molto semplificato, si ha che l'effetto combinato di queste pressioni diverse tra loro genera una forza diretta verso l'alto, che sostiene o "aspira" il profilo nell'aria. Quanto detto è praticamente il principio di funzionamento di un'ala da aereo, che in sezione trasversale si presenta a grandi linee come il profilo visto; in questo caso abbiamo una potenza di propulsione che porta in velocità tutto il corpo dell'aeromobile, comprese le ali, fino ad ottenere quella forza di sostentamento vista prima, che viene tecnicamente detta "portanza".

Nel caso specifico dell'elicottero, la forza di propulsione non serve in un primo momento ad accelerare il corpo della macchina, bensì a mettere in rotazione un certo numero di pale (che possono variare da 2 a 6, disposte anche su più rotori), le quali raggiungendo una certa velocità generano la stessa portanza vista prima, pur con il corpo della macchina fermo rispetto al suolo.

Ovviamente anche queste pale hanno profili simili a quello già visto, per cui si possono applicare ragionamenti equivalenti in entrambi i casi presi in considerazione; nel primo abbiamo quindi un profilo che viene spinto o tirato velocemente nell'aria dalla potenza dei motori dell'aereo, creando la portanza, mentre nel secondo la potenza del propulsore è convertita in velocità di rotazione delle pale che generano poi lo stesso effetto.

Ovviamente quanto detto è una forte semplificazione di tutti i fenomeni che avvengono durante il moto di un profilo nell'aria, ma è sufficiente per comprendere i principi fondamentali che ci interessano. Da quanto detto deriva la ragione della presenza di un rotore principale posto nella parte superiore di ogni elicottero, e cioè quella di creare con la propria rotazione una forza di portanza diretta in senso verticale, tale da contrastare la forza di gravità e quindi sollevare da terra tutta la macchina (fig.2).

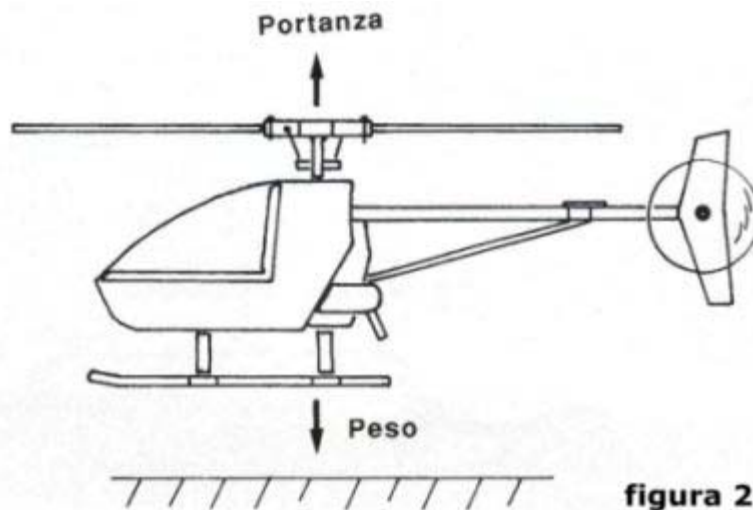


figura 2

Per poter controllarne l'assetto, il pilota può "regolare" la forza di trazione o portanza, non solo tramite il variare del numero dei giri del rotore (ottenuto regolando il comando del gas), ma intervenendo anche con variazioni dell'angolo che le pale assumono rispetto al piano di riferimento, che è perpendicolare all'asse del rotore; questo angolo è detto angolo di "passo" (fig.3).

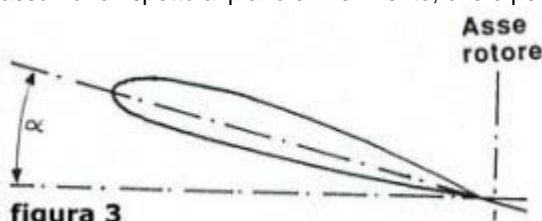


figura 3

Infatti un qualunque profilo genera la sua portanza oltre che in funzione della velocità che assume rispetto all'aria in cui si muove, anche (entro certi limiti) variando la propria posizione angolare rispetto ai filetti fluidi dell'aria; da tutto questo consegue un variare del valore della portanza totale, che permette di dosare finemente la posizione verticale che la macchina assumerà in volo.

Il comando che agisce su questa variazione di angolo è denominato tecnicamente "passo collettivo", in quanto agisce sul passo che entrambe le pale assumono in uno stesso momento durante il loro moto rotatorio.

Inoltre il pilota può impartire comandi che gli consentono di dirigere una parte della forza di portanza così ottenuta in una direzione trasversale o longitudinale qualunque (fig.4), in modo da fare muovere il corpo dell'elicottero da quella parte, controllandone il volo traslato in senso orizzontale; in questo caso si parla di variazione del "passo ciclico".

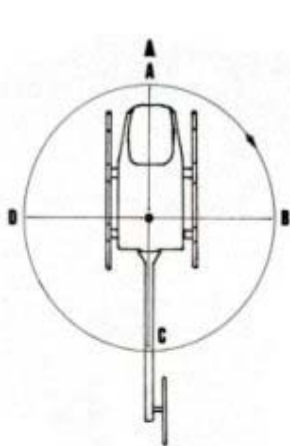


figura 5

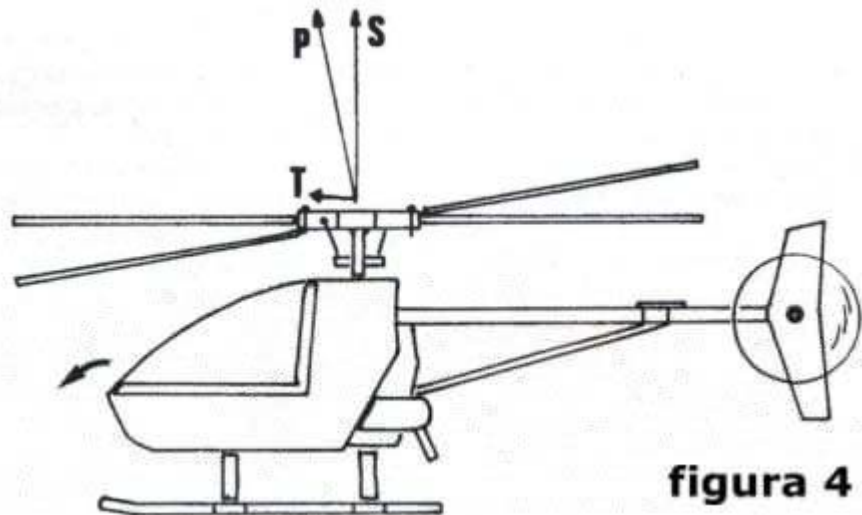
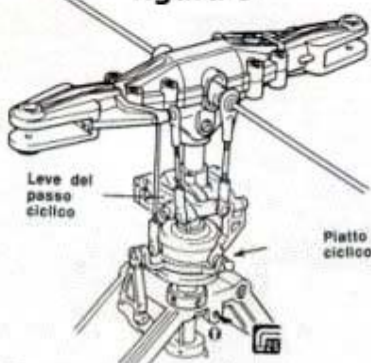


figura 4



Il termine deriva dal fatto che le pale, quando sono opportunamente comandate, compiono durante ogni rotazione di 360 gradi (ciclicamente appunto), un movimento che le porta a variare di continuo nell'ambito di ogni singolo giro il loro angolo di passo rispetto all'orizzonte di riferimento del modello.

Quindi se il pilota intende rimanere fermo in aria a punto fisso, regolerà il comando del passo ciclico in modo tale da ottenere da una pala presa come riferimento, lo stesso passo (e la stessa portanza) nei quattro punti di A - B - C e D di rotazione ed intermedi (fig.5). Se invece intende ad esempio muoversi in avanti, il passo ciclico sarà regolato per avere minore portanza sul punto A e maggiore portanza sul punto C; in B e D si avranno portanze intermedie. Tutto questo porta il disco del rotore ad inclinarsi in avanti, per cui anche la fusoliera viene trascinata di conseguenza nella stessa direzione, ottenendo così di passare dal volo stazionario a quello di traslazione, come richiesto dal pilota. Lo stesso

varrà per tutte le altre direzioni, sia primarie che composite ( ad es. 45 gradi ).

Nel momento in cui una parte della forza di portanza viene diretta in avanti, resta una componente verticale minore rispetto alla situazione di equilibrio precedente, per cui sembrerebbe a prima vista che l'elicottero debba perdere quota; in realtà questo non succede, poiché' quando si inizia il volo traslato, il disco del rotore si comporta nel suo insieme come una grossa ala circolare, che presa velocità, genera una sua portanza aggiuntiva, detta appunto di traslazione, che si aggiunge a quella già presente in precedenza; questo fatto produce in realtà un aumento della portanza complessiva, generando un aumento di quota del modello a parità' di comando del passo collettivo e del comando gas.

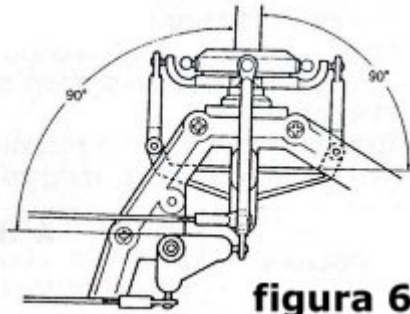
Quanto detto relativamente ai movimenti di traslazione laterale o longitudinale è molto semplificato, tralasciando volutamente diversi e complessi fenomeni detti di "precessione giroscopica" che entrano in realtà fortemente in gioco; in ogni caso quanto detto deve solo servire ad esprimere i concetti di base. Tutte le relazioni aerodinamiche esistenti riguardo ai comandi di passo ciclico e collettivo appena descritti, sono sicuramente complesse, per cui doverle governare in modo diretto ai fini del pilotaggio sarebbe troppo difficile. Per questo esistono sugli elicotteri svariati meccanismi, leveraggi e miscelatori meccanici; questi si occupano di trasformare i comandi che il pilota impartisce manovrando i propri stick in opportuni movimenti meccanici che poi modificano sia il passo collettivo che quello ciclico, rendendo il pilotaggio più semplice ed istintivo. L'organo meccanico che permette e si occupa di

tutte le variazioni di passo, è denominato "piatto ciclico" (fig.6), ed è situato alla base dell'albero del rotore.

È costituito essenzialmente da due parti a forma di disco coassiali con l'albero stesso; queste sono connesse tra loro e libere entrambe di basculare in ogni direzione, in quanto sono montate su di un giunto tipo "uniball". La parte inferiore può solo basculare ma non ruotare, in quanto opportuni leverismi lo impediscono; riceve i comandi tramite tiranti dai vari servi montati nella parete sottostante in fusoliera, e li trasmette alla parte superiore, che può invece basculare e ruotare assieme alla testa del rotore, che reca montate le pinze portapale.

Un meccanismo ( costituito da uno o più braccetti snodati ) consente al rotore di trascinare con sé questa parte superiore, che tramite altri tiranti rinvia i comandi ricevuti alle pinze portapale, variandone così il passo, e quindi la portanza. Come si può intuire, tutti i leveraggi che trasmettono i comandi finora descritti sono sottoposti a notevoli e

continue sollecitazioni ad ogni giro di rotore percorso, per cui sono tutti particolari da tenere ben controllati sia su un vero elicottero che su di un modello.



**figura 6**

L'altro organo meccanico che chiaramente contraddistingue gli elicotteri ( reali od in scala ) è il piccolo rotore posto in coda, trasversalmente al primo; vediamo la ragione di questa presenza, che è una ulteriore complicazione su una meccanica già complicata di per sè. Per un ben noto principio fisico di azione - reazione ( legge di Newton ), il moto del rotore principale causa di riflesso un fenomeno "secondario", spiegabile come segue: le pale iniziano a ruotare velocemente per creare la portanza necessaria al sollevamento; fino a che la fusoliera rimane appoggiata a terra, l'attrito sui pattini la trattiene in gran parte dal muoversi, ma appena questa si stacca dal suolo, si trasforma in un punto di appoggio ( nei confronti del rotore ) libero nell'aria, per cui ora il rotore si trova ad esercitare la propria coppia su un corpo non più vincolato a terra.

A questo punto se ne genera un'altra contraria di reazione, che se non viene contrastata provoca la rotazione di tutto il corpo dell'elicottero in senso opposto (fig.7), fatto che renderebbe del tutto inutilizzabile questo mezzo.

Proprio per opporsi a questa rotazione indotta inversa, troviamo nella maggioranza degli elicotteri una lunga coda ( che funge da braccio di leva moltiplicatore ), che reca all'estremità un altro rotore più piccolo, detto rotore di coda o "codino", posto trasversalmente.

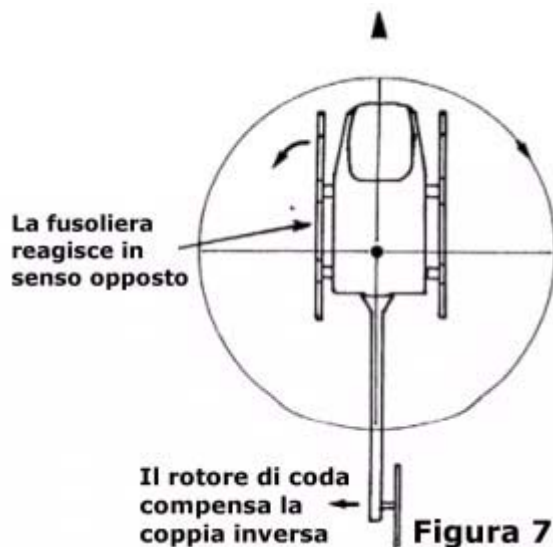
La trazione o propulsione che si genera per effetto della rotazione di questo piccolo rotore, viene regolata anche in questo caso variando il passo delle palettine di cui è dotato; questa forza così generata si

oppone alla rotazione della fusoliera ( questo è il metodo più diffuso tra i modelli, ma esistono anche altri sistemi, usati soprattutto sui veri elicotteri ).

Il braccio di leva rappresentato dalla distanza tra rotore primario ( che coincide con l'asse verticale dell'elicottero ) e quello di coda consente in questo caso l'utilizzo di pale più piccole rispetto alle principali.

Dal punto di vista costruttivo, il rotore di coda può poi lavorare in

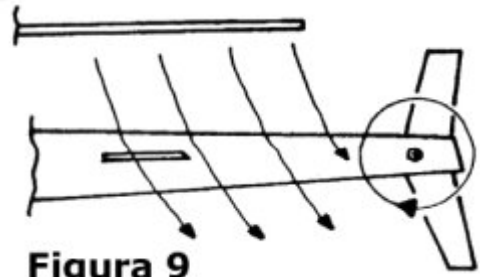
due modi diversi: a trazione o a propulsione, a seconda della posizione in cui



si trova e del proprio verso di rotazione (fig.8).

flusso d'aria generato dal rotore principale (fig.9); nel caso in cui quest'ultimo sia opposto alla direzione di rotazione del rotore di coda, si ottiene di sommare le due velocità relative, per cui l'efficienza totale relativa al flusso d'aria prodotto dalla coda risulta superiore.

Un altro fattore importante è la posizione della deriva verticale; se questa è



**Figura 9**

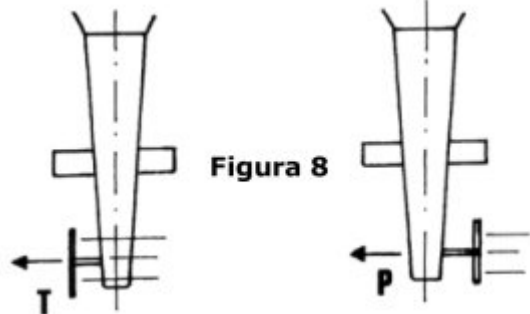
Il primo tipo lavora in modo tale da "trascinare" trasversalmente la coda a cui è collegato, mentre il secondo si trova a "spingerla". Teoricamente un rotore propulsivo ha un rendimento maggiore, ma per questo discorso occorre anche tenere conto del verso di rotazione del codino rispetto al

tale da consentire un libero flusso al rotore di coda, il rendimento aerodinamico di trazione o propulsione ne beneficia. Come si può intuire, la stessa forza prodotta dal codino che opportunamente dosata ci permette di contrastare con precisione la coppia inversa sopra descritta, ci consente pure di controllare l'elicottero sul suo asse verticale, facendolo ruotare a comando nei due sensi, sia in volo che a punto fisso, fatto questo possibile solo a questo tipo di macchine (fig.10).

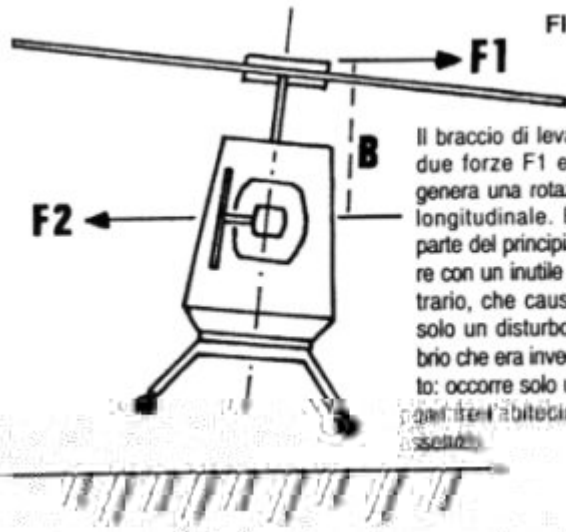


**FIGURA 10**

**Effetto del comando di coda sulla fusoliera. Il modello ruota sul suo asse verticale. Durante la rotazione si deve prendere come riferimento il muso del modello.**



**Figura 8**



**FIGURA 11**

Il braccio di leva B, unito alle due forze F1 e F2 opposte, genera una rotazione sull'asse longitudinale. È istintivo da parte del principiante correggere con un inutile comando contrario, che causa ovviamente solo un disturbo ad un equilibrio che era invece già raggiunto; occorre solo un po' di tempo per far l'abitudine a questo assetto.

Infatti se si parte da un punto di equilibrio qualunque, si intuisce che aumentando ulteriormente il contrasto di coda si ottiene di far ruotare in un senso la fusoliera ancor di più "contro" la coppia inversa, mentre

"alleggerendo" il contrasto si ha la rotazione in senso opposto, "trascinati" dalla coppia inversa non più totalmente controbilanciata.

Questo fatto porta come conseguenza un diverso comportamento del modello nelle virate fatte nei due sensi, cioè "a favore di coppia" oppure "contro coppia". Ovviamente il verso orario od antiorario della coppia di reazione è sempre opposto al senso di rotazione del rotore principale, che può essere destro (orario) o sinistro (antiorario), sia sui modelli che nei veri elicotteri.

Abbiamo finora preso in esame già diverse forze che interagiscono tra loro; ve ne sono tuttavia ancora altre, relative proprio al rotore di coda; infatti la trazione del ruotino, oltre che opporsi come già descritto alla rotazione della fusoliera, produce anche una componente diretta lateralmente, che tende a far traslare il modello in senso trasversale (fig.11). Per contrastare questa tendenza, si ricorre all'artificio di regolare in hovering il piatto ciclico in modo da produrre una leggera "traslazione" in senso opposto, tale da bilanciare il fenomeno. Dato che i punti di applicazione di queste due forze sono tra loro distanziati da un braccio di leva, si produce una coppia di rotazione lungo l'asse trasversale; questo fatto si concretizza in una inclinazione laterale del modello, chiaramente visibile soprattutto in hovering.

L'inclinazione assunta è verso destra (vista da dietro) per un rotore che gira in senso orario, ed a sinistra per un rotore antiorario. A prima vista questa tendenza può trarre in inganno, in quanto sembra che il modello si stia muovendo in quella direzione; viene istintivo da parte del principiante correggere con un inutile comando contrario, che causa ovviamente solo un disturbo ad un equilibrio che era invece già raggiunto; occorre solo un po' di tempo per fare l'abitudine a questo assetto, fino a considerarlo un fenomeno normale.

Come si può capire, anche il solo fatto di tenere "sospesa" e ferma nell'aria questa macchina comporta un dosaggio molto accurato di tante forze che interagiscono tra loro, e che devono sempre fare i conti con diverse variabili esterne, come vento, movimenti indotti involontariamente dal pilota, variazioni di velocità del modello, ecc. Tutto questo è quanto costituisce la difficoltà di pilotaggio di un elimodello, e cioè il dover dosare diversi comandi in modo preciso, contemporaneo e quasi istintivo, senza cioè aver il tempo di riflettere sul da fare; per questi motivi solo una costanza nell'allenamento dei propri riflessi di pilota potrà consentire di arrivare alla meta.

## Scelta del modello trainer o con fusoliera

Poter pilotare un modello inserito in una bella fusoliera sicuramente attira chiunque, ma non è probabilmente la scelta più adatta per chi inizia. Infatti spesso un elicottero che in configurazione "aperta" funziona correttamente, può denotare poi parecchi problemi appena chiuso in fusoliera. La maggiore difficoltà di raggiungere le varie parti, un raffreddamento del motore più scarso ( scambio d'aria più difficoltoso ) ed altre cento cause possono rendere difficile la vita al principiante, facendogli pensare di aver scelto l'hobby sbagliato; inoltre un modello con fusoliera è più sensibile al vento laterale, a causa della maggiore area esposta, per cui risulta il meno adatto proprio durante le prime fasi di pilotaggio.

Soprattutto poi per quanto riguarda la messa a punto iniziale, sarà necessario poter spesso agire anche su parti poste all'interno, e tale necessità risulterà inversamente proporzionale alla facilità con cui si può arrivare dove serve. Per tali ragioni è consigliabile rimanere almeno inizialmente con i modelli in configurazione aperta, in modo da poter operare il più comodamente possibile, lasciando le fusoliere per tempi successivi, quando diventati più esperti potremo goderci anche una bella riproduzione, conoscendo meglio i problemi relativi ed anche il modo per eliminarli.

Al momento di acquistare un elimodello, vi sono poi diversi fattori che concorrono alla scelta finale, come prestazioni, costo, eventuali informazioni in nostro possesso su alcuni modelli specifici, consigli di amici, ecc.

Un compromesso accettabile deve essere quello che consente di avere a disposizione un modello di prezzo ragionevole, con una buona disponibilità reale di pezzi di ricambio ed un costo di utilizzo contenuto.

Infatti chi inizia non ha bisogno di prestazioni superlative, ma piuttosto di affidabilità e robustezza delle singole parti, in modo che queste possano sostenere un trattamento da parte del pilota che spesso non è dei più corretti; il mercato offre a questo riguardo una vasta scelta, che può essere inizialmente ristretta sui modelli con motorizzazione più contenuta ( da 5 a 8 cc ), offerti oggi da varie case produttrici; tali modelli permettono sicuramente di affrontare questo hobby con tranquillità, accompagnando il modellista fino al pieno sfruttamento delle loro caratteristiche di volo.

## Componenti principali

Prendiamo ora in esame le parti strutturali principali di un elimodello, nonché gli accessori fondamentali per un suo corretto utilizzo, che per diverse ragioni necessitano di una particolare attenzione durante le varie fasi di montaggio:

## Rotore principale

Osservando la maggior parte delle teste rotore di cui i modelli sono dotati, si nota immediatamente una differenza rispetto ai veri elicotteri, e cioè la presenza dell'asta del flybar, inserita a 90 gradi rispetto alle due pinze portapale; questa asta che ruota assieme alla testa, porta alle sue estremità due piccole superfici a profilo simmetrico, dette stabilizzatori o paddles.

La presenza di queste due piccole superfici aerodinamiche è molteplice: infatti in assenza di comandi del passo ciclico da parte del pilota, realizza una funzione di stabilizzazione giroscopica, rendendo il disco del rotore più stabile e meno suscettibile alle piccole variazioni di assetto; quando invece il pilota intende manovrare il modello per traslare in una qualunque direzione, i comandi che il piatto ciclico riceve vengono rinviiati in una certa percentuale direttamente alle pinze portapale e per la rimanente parte agli stabilizzatori; questi, sollecitati dal comando ricevuto, modificano il loro assetto aerodinamico, e ritrasferiscono quanto ricevuto ancora alle pinze portapale, alle quali sono collegati meccanicamente, realizzando però un comando indiretto e più smorzato.

La combinazione di queste due funzioni permette di ottenere il miglior compromesso possibile durante il volo del modello, in quanto unisce una buona stabilità in hovering ad una ottima manovrabilità ( e quindi una risposta ai comandi più veloce ) durante il volo traslato. Inoltre gli sforzi meccanici sui servocomandi, essendo nella maggior parte di tipo indiretto, risultano più facilmente sostenibili rispetto a quelli necessari se il comando del rotore fosse di tipo diretto, come sui veri elicotteri.

La testa del rotore principale, completa delle sue parti ausiliarie e dei vari tiranti di comando, costituisce quindi l'insieme meccanico che determina più di ogni altro il comportamento dell'elicottero in volo, oltre che ad essere una parte fortemente sollecitata durante il funzionamento, per cui merita molta attenzione durante l'assemblaggio; se il modello con cui abbiamo a che fare ha la testa rotore già premontata, eseguite in ogni caso una verifica funzionale, seguendo gli schemi di montaggio allegati; questo serve anche a prendere conoscenza con i vari particolari presenti, in vista anche di futuri interventi di manutenzione eventualmente necessari.

Usate dove prescritto del grasso per cuscinetti, curando l'allineamento delle varie parti e la loro scorrevolezza; tutti i tiranti e le squadrette di comando devono essere libere nei movimenti e senza giochi.

Per quanto riguarda il flybar, occorre procedere come segue: inseritelo nella sua sede, e bloccatelo con i grani di fissaggio solo momentaneamente; misurate con cura le due distanze tra il centro della testa portapale e le due estremità (fig.13), spostandolo l'asta poco a poco, fino ad avere le due distanze esattamente uguali e poi fissate definitivamente. Inserite adesso i due stabilizzatori, avvitandoli di un numero di giri uguale ( almeno 10 -12 giri ) e fino a

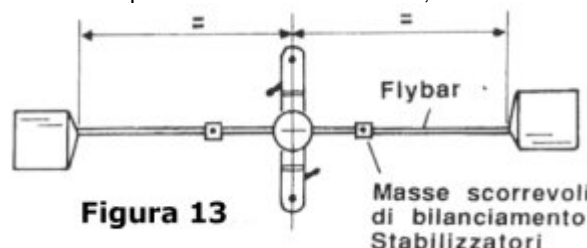


Figura 13

Masse scorrevoli di bilanciamento Stabilizzatori

quando l'operazione di avvitamento comincia ad opporre più resistenza; ricontrollate come prima le distanze dal centro, che devono ancora essere uguali tra loro.

Si deve adesso verificare che i due stabilizzatori siano complanari; per fare questo si possono usare due dime, che infilate sui due stabilizzatori, possono essere traggurate per controllarne l'esatto allineamento (fig.14). Se non si dispone di queste, ci si deve affidare al proprio occhio, cercando però di essere molto pignoli. Per fissare definitivamente il lavoro fatto, si possono dare due piccole gocce di cianoacrilica nel punto di ingresso del flybar nello stabilizzatore ( solo in

questo punto, per avere un incollaggio non definitivo ), ed evitare che questo possa ruotare quando viene sollecitato durante il volo. A rotore montato, sarebbe bene dare un'occhiata al suo bilanciamento complessivo, usando un bilanciatore a dischi per eliche. Infatti le inevitabili differenze di lavorazione dei pezzi in plastica o metallo che costituiscono pinze portapale, rinvii vari, mozzo centrale, ecc., portano a possibili piccoli squilibri di questa parte, che possono essere corretti semplicemente con due piccoli anelli in ottone infilati preventivamente su ciascun lato del flybar. Mettendo sul bilanciatore l'intera testa rotore completa del suo albero e spostando opportunamente i due pesetti ( che sono muniti di grani di fissaggio ) sul flybar, si cerca la posizione di equilibrio dei due stabilizzatori, e cioè quando questi si dispongono orizzontalmente.

Per controbilanciare il peso del rotore durante l'operazione, si deve inserire dal lato opposto dell'albero un contrappeso, in modo che il tutto possa rimanere in equilibrio sul bilanciatore. Di norma la distanza che i due anelli assumono rispetto al centro deve differire di poco, confermando che il montaggio nel suo complesso era già molto vicino all'esatto bilanciamento.

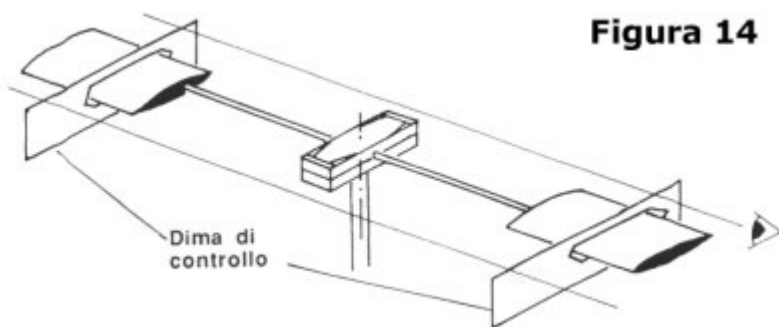


Figura 14



## Rotore di coda

Il complesso del rotore di coda viene preso in considerazione non tanto per la difficoltà di montaggio, che è minima, ma invece più che altro per evidenziare la necessità di effettuare un corretto bilanciamento prima del montaggio definitivo. Infatti in questo caso le palettine di coda sono piuttosto piccole e leggere, ma questo fatto è largamente compensato dall'elevato numero di giri ( 5000 - 7000 giri /1' ) che queste compiono, per cui il livello di vibrazioni prodotte non è sicuramente trascurabile; inoltre l'effetto di un eventuale squilibrio è esaltato dal fatto che questo avviene alla fine del tubo di coda, che si comporta come un supporto a sbalzo, moltiplicandone l'entità'.

Anche in questo caso si usa un bilanciatore per eliche, ponendovi sopra il mozzo centrale di coda, montato assieme alle palettine, e avvolgendo uno strato di film plastico colorato ( che svolge anche una funzione visiva, evidenziando il rotore durante il funzionamento ) sulla palettina più leggera, fino ad ottenere l'equilibrio esatto.

Se questo non basta, si possono praticare piccoli fori di alleggerimento longitudinali sulla pala più pesante; di solito però l'entità' di squilibrio non è mai molto elevata, per cui difficilmente è necessaria questa seconda operazione.

## Pale principali e loro bilanciamento

L'argomento pale è spesso trascurato dal modellista, vuoi per mancanza di conoscenze precise, vuoi per pigrizia, dato che per produrre una coppia di pale ben bilanciata occorre sicuramente pazienza e tempo.

Peraltra una coppia di pale sbilanciate è una fonte di enormi vibrazioni, che possono in breve tempo arrivare a danneggiare molte parti della meccanica di un elicottero, oltre che assorbire potenza inutilmente; per questo occorre dedicare tutto il tempo necessario a questa operazione, eseguendola nel modo più preciso possibile.

Disponibili sul mercato esistono parecchi tipi di pale, ma essenzialmente sono suddivise in due categorie principali: in fibra di vetro o carbonio oppure classicamente in legno. Le prime sono generalmente più costose, già perfettamente bilanciate e pronte all'uso; inoltre l'esecuzione in stampo le rende più precise come profilo, per cui hanno una resa aerodinamica superiore alle altre; per iniziare però non sono indispensabili, per cui possono essere usate successivamente, quando le probabilità di rotture saranno minori.

Le pale in legno sono invece molto diffuse, in quanto costituiscono la normale dotazione di base di quasi tutte le scatole di montaggio, per ovvie ragioni di costo. Per il fatto che queste sono fornite assieme al kit di montaggio, non bisogna però automaticamente ritenere che siano già pronte all'uso, anzi spesso è vero il contrario, per cui occorre procedere con metodo per accoppiarle e bilanciarle. Le pale in legno hanno profili generalmente biconvessi, e sono composte da diversi strati di legno incollati tra loro; la parte anteriore (circa il 30 - 40%), è in legno duro, tipo faggio, mentre la restante parte è generalmente in balsa di media consistenza (fig.15).

Le pale più costose sono realizzate con molti strati di legni di varia durezza, con l'eventuale aggiunta di una striscia di fibra, il tutto per aumentare la resistenza alle sollecitazioni longitudinali e torsionali; altri tipi sono completamente ricoperte di un leggero strato di fibra di vetro, per le stesse considerazioni meccaniche già dette. Quasi tutte hanno poi inserita verso l'estremità inferiore una striscia di piombo, annegata all'interno del profilo per quelle in fibra, incollata in una adatta fresatura per quelle in legno.

Lo scopo di questa piombatura è quello di aumentare la stabilità del disco rotore nel suo insieme, soprattutto in hovering, in quanto la presenza di un peso all'esterno ne aumenta l'inerzia, rendendo il rotore meno suscettibile a disturbi provocati ad esempio da colpi di vento.

Vediamo ora una delle procedure da seguire per ottenere due pale ben bilanciate ed accoppiate tra loro, partendo da quanto fornito in un qualunque kit di montaggio.

Per prima cosa si esamina l'intera superficie della pala, per verificarne l'integrità; se sono presenti piccole imperfezioni, vanno lisciate ed eventualmente va data una mano di turapori, seguita da carteggiatura. Si deve ora tracciare nel senso della lunghezza ogni pala; questa deve essere ben dritta, priva di svergolature; volendo si può rinforzare con colla cianoacrilica il bordo d'uscita, che è sempre molto sottile e fragile. Gli eventuali rinforzi posti alla radice vanno incollati a questo stadio dei lavori, con colla epossidica lenta, curando bene l'allineamento con i fori di fissaggio della pala; se sono presenti i tubetti di rinforzo in ottone, vanno anch'essi posizionati ed incollati. Fatto questo, se le pale di cui disponiamo sono con il terminale arrotondato e da ricoprire in carta autoadesiva, occorre marcarle prima di proseguire con un diverso colore alle estremità, cosa necessaria poi per poter effettuare la correzione del tracking.

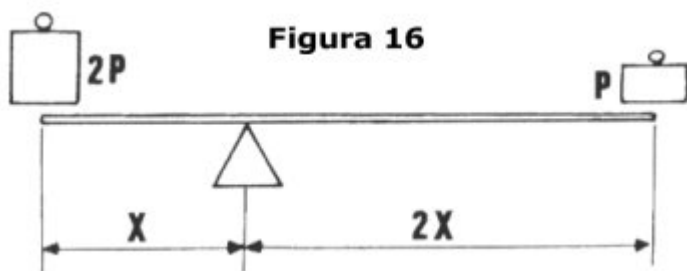
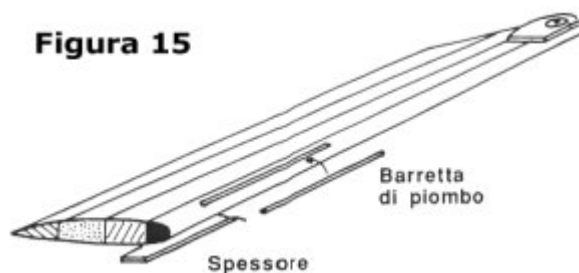
L'operazione viene effettuata verniciando una estremità con vernice rossa per legno, mentre l'altra viene dipinta ad esempio di bianco. Inoltre, visto che con la carta adesiva (che è piuttosto rigida) si può ricoprire solo il 90% della pala, mentre la radice (dove le pale si fissano alle pinze) resta scoperta, per proteggere questa zona di ogni pala dalla miscela è bene verniciarla ad esempio con colore bianco; la cosa importante è quella di ricoprire con la vernice aree uguali per entrambe le pale, per non alterare troppo la situazione di peso e baricentro preesistente. Se il tipo di pala in nostro possesso verrà invece ricoperto con termoretraibile, la marcatura per il tracking sarà effettuata successivamente, ed inoltre l'intera pala verrà ricoperta dal film plastico, per cui le operazioni di verniciatura si possono eliminare.

A questo punto disponiamo di due pale "pulite" e pronte al lavoro di bilanciatura vero e proprio; alcuni costruttori più attrezzati le forniscono con il peso contrassegnato su ogni pala (generalmente la variazione tra una e l'altra è di circa 0,5 - 0,8 gr.), mentre altri non forniscono questo dato; quello che interessa comunque non è il peso reale assoluto, ma invece l'uguaglianza tra questi due valori. Un secondo dato molto importante è il baricentro longitudinale della pala, il punto cioè dove le forze agiscono durante la sua rotazione. Questo dato è di fondamentale importanza;

infatti se per similitudine prendiamo in esame una barra (fig.16), appoggiata su di un supporto e con due pesi alle estremità, notiamo che la situazione di equilibrio statico può essere raggiunta in vari modi, ad esempio con due bracci di leva ben diversi tra loro, ma bilanciati da pesi inversamente proporzionali. Questa situazione di equilibrio è però solo statica; se provassimo a far ruotare attorno al perno di appoggio una tale struttura, otterremmo grandi sollecitazioni e vibrazioni, determinate dalle due masse che si trovano di continuo a distanze diverse dal centro durante il loro moto.

Questa situazione si ripete in un rotore di elicottero, dove il supporto è costituito dall'albero rotore, e le due masse non sono altro che le nostre due pale. Quindi non basta che queste siano di peso uguale, e che la testa rotore sia perfettamente simmetrica, ma occorre anche che i baricentri dei due pesi applicati si trovino alla stessa distanza dal centro di rotazione, in modo da ottenere anche un perfetto equilibrio dinamico. L'ultimo fattore da considerare è poi il baricentro trasversale della pala; questo ha importanza ai fini della stabilità del profilo, ma normalmente è già reso praticamente fisso da diversi fattori costruttivi, quali la distanza del foro di fissaggio della pala al bordo d'entrata, dalla presenza della piombatura, ecc., per cui va verificato, ma normalmente lo scostamento tra una pala e l'altra è di piccola entità. Detto questo, iniziamo col pesare le due pale; se sono destinate a modelli tipo Concept 30 o Shuttle, è sufficiente un fondoscala di 100 gr. (il peso a lavoro finito è sui 90 - 95 gr.), mentre per modelli con motori di maggiore cilindrata serve un fondoscala di circa 150 gr., per un peso finito di

**Figura 15**



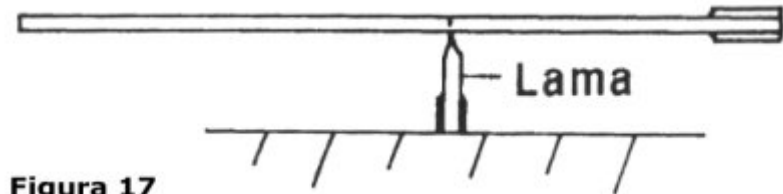
**Figura 16**

circa 120 - 140 gr.

Per la pesatura si può usare una bilancia da lettere, del tipo basculante a contrappeso, che può essere se necessario "modificata" per arrivare ad un fondo scala superiore, aggiungendo appunto al contrappeso esistente un altro pesetto aggiuntivo; avremo un peso assoluto sbagliato, ma il concetto della comparazione rimane sempre valido. Per pesare ogni pala con questo tipo di strumento vanno usati alcuni accorgimenti, per minimizzare gli errori di lettura: verificare che tutti gli snodi della bilancia siano liberi di muoversi, in modo da ridurre gli attriti passivi; quando si appoggia sul piatto della bilancia la pala, posizionarla sempre con il suo baricentro in corrispondenza del centro del piatto, in modo da mettersi sempre nelle stesse condizioni di misura; inoltre occorre ripetere più volte ogni pesatura, per mediare gli errori inevitabili. Spesso queste bilancine sono dotate di un indice grossolano, per cui risulta difficile interpretare correttamente e finemente il peso; si può ovviare all'inconveniente incollando sull'indice originale uno spillo, posto di traverso, che si muove sfiorando la scala di lettura. In questo modo si riduce di molto l'errore di parallasse; ricordiamo sempre che stiamo usando la bilancia in modo solo comparativo, per cui non ci interessa più di tanto il valore assoluto. Questa procedura permette di ottenere buoni risultati anche con una bilancina poco costosa, circa nell'ambito di 0,5 - 1 gr. massimo di errore, rimanendo facilmente sul valore minimo con un po' di attenzione.

Trovato il modo di pesare le pale, vediamo ora come determinarne i baricentri; un metodo semplice è quello di impiegare un grosso coltello da cucina, posto con la lama rivolta verso l'alto e bloccato sul tavolo. Ogni pala viene posta sulla lama di traverso, e spostata poco a poco fino a trovare il punto di equilibrio esatto; a questo punto si preme leggermente sulla pala fino ad ottenere un piccolo segno sul legno della parte sottostante, oppure si segna accuratamente con una matita sul bordo d'entrata del profilo in corrispondenza della lama (fig. 17); si sovrappongono poi le due pale, infilando una vite passante per entrambi i fori di fissaggio, e si prende nota della distanza tra i due segni, che nel peggiore dei casi deve essere di alcuni mm ( da 3 a 5 ).

Se la differenza è molto maggiore siamo in presenza di pale difettose o di errori di misura, per cui è meglio sostituirle nel primo caso oppure ricominciare tutto dall'inizio nel secondo. Approfittando del fatto che siamo posizionati per i baricentri, verifichiamo anche quello trasversale, ponendo sulla lama ogni pala a 45 gradi alterni, fino ad ottenere una X sul legno; il punto di incrocio rappresenta il baricentro trasversale.



Di regola gli scostamenti riscontrati tra le due misure ( le distanze del centro della X dal bordo d'entrata ) sono trascurabili, per cui raramente si deve intervenire. In ogni caso i concetti sono gli stessi di cui andremo tra poco a parlare per correggere il baricentro in senso longitudinale, per cui possono essere applicati anche a questo caso.

Fatto tutto questo, ci troviamo con le nostre due pale che hanno ognuna un loro peso ed un loro baricentro; i casi da correggere e che si possono presentare sono i seguenti:

- 1 - le due pale hanno peso e baricentro entrambi diversi
- 2 - le due pale hanno peso uguale ma baricentro diverso
- 3 - le due pale hanno lo stesso baricentro ma peso diverso

È da notare che non abbiamo ancora inserito il contrappeso in piombo, in quanto è un elemento che può venire in nostro aiuto in tutti i casi elencati.

Vediamo ora caso per caso:

Caso n. 1: ci troviamo con una coppia di pale di peso diverso, per cui per renderle uguali possiamo intervenire sul contrappeso, tagliandone piccolissimi pezzi per volta; fatto questo si inseriscono "centrati" nelle loro sedi ( si bloccano con due piccoli pezzetti di scotch ) e si pesano ripetutamente le due pale, fino ad ottenere uguaglianza di peso. Ottenuto questo, ci troviamo con i baricentri ancora diversi; si pone una pala per volta sulla lama e si sposta il contrappeso di ognuna all'interno della sede ( di regola questa è più lunga dello stretto necessario ; se non lo è si accorciano preventivamente entrambi i piombi della stessa quantità), fino ad ottenere la variazione di ciascun baricentro; ovviamente si deve spostarne uno in un senso, l'altro in quello opposto, in modo da "avvicinarli" tra loro. Quando coincidono, si segnano accuratamente le posizioni dei rispettivi contrappesi su ogni pala, in modo da poterle ritrovare successivamente. A questo punto peso e baricentro sono gli stessi; si devono ora incollare definitivamente i due contrappesi in sede, usando tassativamente colla epossidica lenta, tipo UHU-PLUS. Per farlo, appoggiare la pala rovesciata orizzontalmente su di un piano, ed inserire un sottile spessore sotto il bordo d'ingresso, fino a posizionare la sede per il contrappeso in piano; mettere all'interno il piombo giusto, posizionandolo esattamente in corrispondenza dei segni fatti in precedenza e colare all'interno la resina già mescolata; servendosi di un asciugacapelli, scaldare la zona, in modo che la resina coli bene all'interno, avvolgendo completamente il piombo; aggiungere resina poco a poco, e traguardare il profilo fino ad ottenere il totale riempimento della sede, esattamente a livello della parte esterna. La posizione fatta assumere alla pala agevolerà l'operazione, senza provocare fuoriuscite di resina. Ad essiccazione avvenuta, se tutto è stato eseguito con cura, dovremo trovarci con due pale di peso molto simile, e con baricentro equivalente. Le operazioni di finitura e controllo finale, essendo comuni agli altri casi, verranno viste successivamente.

Caso n. 2: in questo caso ci troviamo con pale di peso uguale, ma baricentro diverso; si tratta solo di spostare i baricentri reciprocamente, ponendo in sede i due piombi di uguale peso, e spostandoli poco a poco come descritto prima fino ad ottenere la corrispondenza dei due baricentri, seguendo il metodo già spiegato. A questo punto si possono incollare definitivamente come nel caso precedente.

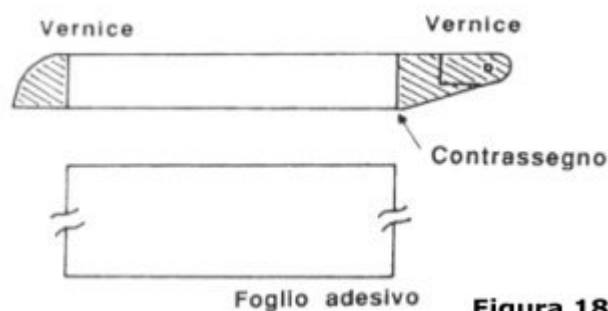
Caso n. 3: è il caso di pale che per pura combinazione hanno baricentro identico, ma pesi totali diversi; si tratta qui di mantenere l'uno variando però il peso di una delle due pale. Questo può essere fatto togliendo una piccola parte al piombo che verrà inserito nella pala più pesante; mettere in sede la parte "alleggerita" e verificare per tentativi che il peso totale corrisponda a quello dell'altra pala, anch'essa con il suo piombo. A pesi uguali, occorre adesso trovare due posizioni dei pesi che risoddisfino anche la condizione di uguale baricentro, usando lo stesso sistema visto prima. Anche in tale caso l'operazione si conclude con l'incollaggio definitivo.

Dopo aver seguito una delle tre procedure, ci troviamo con la coppia di pale quasi finita, solo da ricoprire, forse ancora con qualche leggerissimo squilibrio di peso e/o di baricentro ancora presente, dovuto alla quantità di resina leggermente diversa tra l'una e l'altra, oppure ad un piccolo errore di posizionamento dei piombi.

Questi errori ( molto piccoli ), potranno essere corretti alla fine delle operazioni; per il momento passiamo alla ricopertura finale. Se questa viene fatta con carta adesiva, occorre per prima cosa tagliare due pezzi di identica lunghezza, e di una larghezza tale da poter girare attorno al profilo, più un margine di circa 20 mm.

Si deve inoltre fare un segno sulle due pale, alla stessa distanza per entrambe dal foro di fissaggio, in modo da potere appoggiare il rivestimento nella stessa posizione longitudinale, senza quindi alterare i baricentri già esistenti. Si toglie ora la protezione dal foglio adesivo e lo si posiziona sul piano di lavoro, toccandolo il meno possibile ( tende ad attaccarsi ovunque ). Si prende la pala e la si appoggia verticalmente e con il bordo d'uscita sul foglio, servendosi come riferimento del segno fatto in precedenza; per quanto riguarda la posizione relativa al foglio di ricopertura, questa deve essere a circa 20 mm da una estremità; ora lentamente si adagia la pala sul foglio, dal lato dei 20 mm, fino a che questo piccolo lembo non aderisce perfettamente. Si risollewa la pala e la si adagia ora poco a poco dal lato opposto, fino a ricoprirlo tutto, arrivando quasi al bordo d'entrata, senza lasciare bolle d'aria. La si alza ancora verticalmente ma questa volta sul bordo d'entrata, con il foglio residuo attaccato, ruotandola nello stesso senso fino a riadagiarla dal lato opposto, attaccandovi la parte di copertura rimanente e fino a ricoprire di nuovo i 20 mm iniziali.

Il concetto di base è che il flusso d'aria, investendo la pala, non deve trovare lembi da sollevare, causando improvvisi distacchi della pellicola. La fig. 18 schematizza quanto detto a questo proposito. Lasciare ora bene le parti ricoperte, per eliminare bolle d'aria residue; se queste sono difficili da togliere, si può praticare un foro sulla bolla con uno spillo, facendo



**Figura 18**

prima uscire l'aria imprigionata sotto. Se il rivestimento finale è invece realizzato con un tubo termoretraibile, l'operazione risulta facilitata, in quanto basta inserire all'interno di questo la pala, per tutta la sua lunghezza, lasciando alle due estremità un margine di alcuni cm per poter modellare il film termoplastico; scaldare ora progressivamente con un asciugacapelli, regolato a temperatura media, partendo dal centro verso le estremità. L'operazione va condotta scaldando in modo progressivo da entrambi i lati, e facendo retrarre la pellicola uniformemente; la radice della pala, che spesso ha una forma rastremata, viene ricoperta tirando il foglio mentre viene riscaldato, in modo da modellarlo sulla forma sottostante. Il tutto viene concluso tagliando a filo il film plastico quando si è raffreddato e sigillando sui bordi con colla cianoacrilica.

Per contrassegnare le pale per il tracking, si possono usare due strisce di film adesivo ( es. Solartrim ), larghe circa 40 - 50 mm, di colori contrastanti, ( es. rosso e bianco ), da avvolgere alle due estremità attorno al profilo, con le stesse modalità prima descritte. Queste due strisce vanno poste alla stessa distanza dalle estremità, per non modificare tutto il lavoro fatto finora.

Il grosso del lavoro è stato fatto; rimane il controllo finale, relativo sia ai pesi che ai baricentri; se tutto è a posto le pale sono pronte, altrimenti si devono correggere eventuali piccoli errori ancora presenti ad esempio con spilli inseriti nel legno. Anche in tale caso i concetti ispiratori sono sempre gli stessi; se si aggiunge peso su di una pala, perché più leggera dell'altra, occorre farlo in modo da non alterarne il baricentro, per cui o si pone il peso aggiuntivo sul baricentro stesso, oppure da entrambi i lati della pala, aggiungendo ad esempio spilli piantati nella parte in balsa, disponendoli però in modo da non alterare il baricentro esistente. Se gli spilli devono essere inseriti dal lato radice della pala, basta fissarli con gocce di cianoacrilica, mentre se li si deve sistemare dal lato estremo della pala, è preferibile praticare un piccolo foro nella parte del legno a maggiore consistenza, più profondo del necessario, ed inserirvi gli spilli tappando poi il foro con resina epossidica.

Lo scopo finale di tutto questo lavoro è di ottenere due pale con pesi che non si discostino per più di 0,5 - 0,8 gr., mentre i baricentri devono coincidere, con un errore quasi impercettibile. Così come sono state contrassegnate le pale, lo devono essere anche le pinze portapale, contrassegnandone una con un punto di vernice o altro; questo permette di smontare le pale per il trasporto e di rimontarle poi ogni volta nella stessa posizione originale.

## Motore

La scelta del motore adatto ai tipi di elicotteri presi in esame può spaziare riguardo al costruttore ( OS, Supertigre, Webra, Enya, Rossi ), ma la cilindrata rimane praticamente circoscritta a circa 5 - 8cc., oppure 30 - 50 con denominazione anglosassone.

Questi motori a due tempi, essendo specifici per l'uso elicotteristico, sono dotati di una alettatura di raffreddamento più ampia del solito, destinati come sono a funzionare quasi esclusivamente con un raffreddamento di tipo forzato a ventola; inoltre spesso hanno diagrammi di lavoro più spinti, per sviluppare una maggior potenza rispetto ai loro simili destinati all'uso su

modelli ad ala fissa.

Dal punto di vista dell'accoppiamento cilindro - pistone, possono essere del tipo ABC, a segmento ( Ring ) oppure misti ( ABCD ); normalmente i primi forniscono qualcosa di più in termini di potenza, mentre gli altri sono di più facile utilizzo riguardo alla carburazione. La potenza sviluppata oscilla da 0,9 - 1,3 CV per le cilindrate minori, mentre può arrivare a 1,6 -1,7 CV per quelle superiori, con un regime di rotazione massimo di 15000 - 18000 giri al minuto.

Dal punto di vista dell'utilizzo su di un elicottero, sarebbe ottimale scegliere almeno in fase iniziale un motore dotato di una curva di potenza più piatta possibile, per avere una buona resa su una ampia gamma di giri, fatto che rende il motore più facilmente utilizzabile soprattutto in mani non troppo esperte. Il carburatore di cui sono dotati è spesso modificato per l'uso specifico, per poter lavorare meglio ai medi regimi, che su di un elicottero sono usati più spesso rispetto ai modelli ad ala fissa.

Una cosa importante da verificare è la tenuta d'aria tra il carburatore ed il carter motore, come pure tra lo spillo di regolazione del massimo ed il corpo carburatore; infatti l'aria che si miscelerà con il carburante deve entrare solo dal tubo venturi e non da altre parti, per avere una carburazione costante. Per quanto riguarda il rodaggio, può essere eseguito direttamente sul modello, oppure montando il motore su di un apposito banco di prova ( procedura consigliabile ), ed usando una elica adatta alla cilindrata usata.

Il primo caso è più adatto a chi ha già confidenza con i motori per modelli, per cui possiede già esperienze precedenti a cui fare riferimento, mentre il secondo consente di familiarizzarsi maggiormente con le varie regolazioni tipiche del propulsore, prima di installarlo sul modello, dove spesso queste sono più difficilmente raggiungibili. In entrambi i casi la regola base è quella di far girare il motore ad un regime basso con la carburazione molto grassa ( ricca di olio , e quindi con forte fumosità allo scarico ), per pochi minuti alla volta, intervallati da soste per permetterne il raffreddamento; mantenendo sempre gli stessi brevi intervalli di funzionamento, salire poco a poco di giri, fino ad arrivare a brevi puntate a regimi più alti. Di regola dopo circa 20 - 30 minuti il motore può considerarsi pronto all'uso; ovviamente per i primi voli traslati od in hovering, è bene sempre mantenere in ogni caso una carburazione leggermente più grassa del solito, senza quindi voler spremere al massimo il motore.

Da ultimo può essere utile montare sul carburatore un filtro aria, soprattutto se si volerà su piazzali in cemento od aree simili; se per problemi di spazio non lo si può inserire, può costituire una soluzione un pezzo di calza in nylon trattenuto da un ORing infilato sul venturi del carburatore.

## Frizione centrifuga e ventola di raffreddamento

Lo scopo della frizione, che dovremo montare sull'albero motore, è quello di consentire l'avviamento di quest'ultimo senza trascinare tutta la trasmissione, ed in particolare il rotore principale.

La frizione è essenzialmente composta da due o più masse, poste all'interno di una campana cilindrica, che poste in rotazione e per effetto della forza centrifuga si allargano, fino a trascinare con sé la campana esterna, e di conseguenza il complesso dei due rotori.

Queste masse possono essere in plastica rinforzata oppure in metallo ( caso oggi molto frequente ) ed il montaggio del tipo in proprio possesso è sempre chiaramente illustrato sui manuali relativi; una cosa importante da verificare è la differenza tra il diametro esterno della frizione e quello interno della campana; tale valore dovrebbe essere compreso tra 0.6 e 0.8 mm.

Questo valore, trovato sperimentalmente, permette di avere una frizione che si disinserisce bene al minimo ( sui 2500 - 3000 g/1' ) senza fenomeni di trascinamento residuo, mentre consente di innestarsi durante l'accelerazione al giusto numero di giri, e cioè non troppo in alto, senza quindi surriscaldare le masse di espansione.

Se il corpo frizione che avete in dotazione si discosta troppo da tali valori, lo si può correggere aprendo leggermente le masse verso l'esterno oppure stringendole verso l'interno.

Per quanto riguarda la ventola, questa deve assicurare il corretto raffreddamento del motore, che si trova montato all'interno di un "condotto" dove l'aria viene forzata dal moto della ventola stessa. Una operazione che sarebbe bene fare prima di montare frizione e ventola, è quella di verificarne il bilanciamento servendosi di un bilanciatore da eliche; spesso capita di trovare squilibri rilevanti soprattutto nelle parti in plastica, che poi si traducono in vibrazioni, visto anche l'elevato regime di giri in gioco.

Le eventuali correzioni vanno effettuate praticando piccoli fori per le parti in metallo, oppure asportando piccoli pezzi o forando dove possibile per quelle in plastica. Un'altra cosa importante è il corretto montaggio meccanico di questi due particolari, soprattutto per quanto riguarda la centratura sull'albero motore; spesso infatti le parti sono di facile montaggio, ma risultano poi parecchio fuori centro; tutta la manovra andrebbe eseguita con l'ausilio di un comparatore, montando il motore su di un supporto fisso per effettuare i rilievi con lo strumento. Per chi non lo possiede può essere utile usare un oggetto appuntito, da usare come riferimento fisso; lo si avvicina alla parte in rotazione e si traguarda il corpo in esame per verificarne il grado di centratura.

Anche se la misura è effettuata in modo approssimativo, può ugualmente dare la possibilità di migliorare in termini di centratura l'operazione di montaggio. Tutta questa manovra viene facilitata togliendo la candela al motore ( in tal modo può essere fatto girare liberamente a mano ) e fissando anche questo oggetto appuntito su di un adatto supporto, in modo da poter correggere di conseguenza il montaggio che si sta eseguendo.

## Silenziatore o scarico motore

Alcuni tipi di motori sono dotati già dalla fabbrica di uno specifico silenziatore; in ogni caso vi sono sul mercato svariati tipi di scarico, sia del tipo silenziato, che del tipo a risonanza accordata ( Hatori, Weston, ecc. ). Il primo tipo è di uso più generico, ed è costituito da un "contenitore" spesso a forma di barilotto, con all'interno delle intercapedini che hanno lo scopo di rallentare l'uscita dei gas, e quindi la loro rumorosità; è di solito il tipo meno costoso e più facilmente trattabile in termini di carburazione, anche se diminuisce un po' al potenza erogata dal motore, che risulta più strozzato allo scarico. Il secondo tipo fornisce prestazioni più spinte in termini di potenza, e sfrutta il principio della risonanza della massa di gas in fase di scarico, rinviando parte della massa fresca che esce assieme a quella combusta di nuovo all'interno della camera di scoppio; è più costoso e critico da utilizzare, in quanto funziona correttamente solo entro una gamma di giri più ristretta rispetto ad un normale silenziatore, e quindi può essere utile usarlo solo quando si è già usciti dalla fase iniziale del proprio apprendimento. Per entrambi i tipi è spesso presente una presa di pressione, destinata ad essere collegata al serbatoio del modello, per creare al suo interno una spinta costante sulla miscela e quindi verso il carburatore, permettendo una alimentazione più regolare anche al variare del livello del carburante e degli assetti del modello. Si possono poi usare adatte prolunghe all'uscita del silenziatore, per dirigere lontano dal modello i fumi di scarico; occorre tenere presente di non esagerare nella lunghezza di queste appendici, in quanto possono provocare uno strozzamento e/o rallentamento dei gas in uscita, determinando un conseguente surriscaldamento del motore. Di regola al silenziatore viene riservata poca attenzione, ma soprattutto se si usa olio di ricino nella miscela, sarebbe bene controllare l'impianto di scarico ogni tanto, per rimuovere le incrostazioni che vi si formano, e che possono arrivare poco a poco ad occludere quasi completamente le vie di uscita dei gas combusti, con fenomeni di surriscaldamento grave del motore. Un altro problema che si presenta spesso è quello legato alla tenuta del collettore di scarico, cioè di quella parte del silenziatore che si unisce direttamente al motore, e dove la temperatura è più alta. Se si usa un silenziatore a barilotto, occorre spalmare sulla superficie di appoggio un velo di pasta siliconica, ad es. Motorsil, che offre una buona tenuta al calore, a patto che le viti di bloccaggio rimangano ben serrate. Un'altra soluzione è quella di usare un velo sottilissimo di UHU-PLUS dopo aver sgrassato le parti; anche se sembra strano usare una colla di quel genere proprio in quel punto, si potranno poi sempre facilmente separare le parti con un leggero colpetto sul silenziatore. Se invece si usa uno scarico separato, questo viene collegato alla parte fissa con uno spezzone di tubo al silicone ( dare la preferenza a quelli con la parete più grossa ), che nonostante tutto deve essere sostituito spesso, in quanto viene investito dai gas di scarico tanto più quanto si trova vicino alla luce di scarico.

## Candela di accensione

La candela è l'organo che consente al motore di rimanere in moto anche senza la presenza della batteria di accensione, semplicemente rimanendo incandescente a causa del calore generato dalle fasi di scoppio del motore stesso; ogni costruttore fornisce candele con varie gradazioni termiche, che corrispondono praticamente alla capacità che una candela ha di trattenere con maggiore o minore facilità il calore ricevuto ( candela calda o fredda rispettivamente ).

Il giusto compromesso è quello di arrivare ad usarne un tipo che trattenga più calore possibile senza bruciarsi. Tutte le candele sono costituite da un elettrodo centrale isolato con mica, che reca entro un vano un filamento in Platino - Iridio, ribadito all'interno, lungo circa 20 mm e avvolto a spirale; questo vano viene a trovarsi alla sommità della camera di combustione, per cui riceve direttamente il calore che si produce a seguito delle fasi di scoppio. La gradazione termica della candela è determinata dal diametro del filamento ( da 0,1 a 0,3 mm circa ), dove il valore minore determina una candela più calda, oltre che dalla forma che il vano assume.

La scelta del tipo adatto varia con la temperatura ambiente, con il tipo di motore (più o meno spinto), con la cilindrata oppure con il tipo di miscela usata (se contiene o no nitrometano). Per individuare la candela più adatta al proprio motore si può iniziare seguendo i consigli del costruttore, verificando poi in pratica se quel tipo fa o no al nostro caso; di regola una candela di gradazione media può essere un buon grado di partenza, considerando anche le cilindrature ed i tipi di miscela normalmente usati sui modelli di elicotteri che stiamo prendendo in esame.

Anche se la candela sembra comportarsi perfettamente, è consigliabile smontarla ogni tanto per verificarne lo stato. La spirulina interna deve mantenersi lucida, centrata rispetto al suo alloggiamento e non deformata; il colore esterno deve essere sul marroncino e non devono essere presenti troppe incrostazioni; il caso contrario denota problemi di carburazione, quali regolazioni troppo magre, oppure problemi di combustione dovuti all'uso di una candela di grado termico errato. Lo stato specifico del filamento può dare qualche indicazione di quanto avviene durante il funzionamento; se questo è annerito, denota una combustione povera, tipica di un motore scompresso o di una candela troppo fredda. Se invece è schiacciato all'interno del vano, il motore è troppo compresso o la candela troppo calda; se al contrario è aspirato verso l'esterno, il motore è scompresso o la candela lavora in modo anormale.

In ogni caso, per tutti i motori del tipo visto, candele di uso generico possono essere la OS n. 8, la Supertigre STD, la Rossi R4, la Novarossi C4 / C5 e l'Enya 4, testate su diversi motori di varie case. Un piccolo consiglio: per rimontare la candela, impiegate uno spezzone di tubetto per miscela infilato sull'elettrodo centrale; questo accorgimento consente di arrivare più facilmente alla sede filettata sul motore, ed inoltre assicura di averla avvitata correttamente, senza forzarla. Naturalmente dopo averla accostata, va serrata a fondo normalmente tramite l'apposita chiave.

## Miscela

Per alimentare i motori tipo "glow" che troviamo sui modelli di elicotteri vengono usate opportune miscele, disponibili sia già pronte all'uso, sia facilmente realizzabili da sé con un minimo di pratica e pignoleria. Teniamo presente che i componenti vanno miscelati in volume, e non a peso, per cui si deve ricorrere all'uso di un contenitore graduato in cc, facilmente reperibile presso i negozi che trattano componenti chimici. In ogni caso gli elementi base di ogni miscela sono i seguenti:

Alcool metilico, o metanolo, che è il componente di base.

È incolore e parecchio igroscopico, per cui va conservato ben chiuso e al riparo dalla luce. Oggi per motivi di sicurezza antincendio non è più facilmente reperibile puro al 100%, ma lo si può trovare miscelato ad esempio al 98 % + 2% di olio di ricino, per cui questa può ugualmente essere una buona base di partenza per chi intende fare da sé.

Olio di ricino, di origine vegetale, che funge da lubrificante.

Dal punto di vista della resistenza al calore ( flash point ) e quindi della capacità di mantenere un velo di lubrificante anche ad altissime temperature, è ancora ineguagliato, per cui spesso viene usato anche se ha la tendenza a formare depositi carboniosi sulla luce di scarico e all'interno dei silenziatori. È facilmente miscelabile con l'alcool metilico.

Come lubrificanti sono oggi molto usati anche oli sintetici, quali Carbulin, Sintol, Klotz, ecc. Sono oli di origine sintetica, che in questi ultimi anni sono stati notevolmente affinati nelle loro caratteristiche di resistenza al calore; alle altissime temperature bruciano assieme all'alcool, per cui lubrificano leggermente meno rispetto all'olio di ricino; per ottenere la massima protezione spesso si ricorre ad una piccola percentuale aggiuntiva di quest'ultimo; d'altro canto hanno residui più ridotti e sporcano meno il modello, per cui sono sempre più usati.

Nitrometano, che ha la funzione di apportare ossigeno al momento della combustione. È un additivo, che può essere usato in percentuali variabili; al 5% serve praticamente a regolarizzare la carburazione ed a fornire un piccolo aumento di potenza; in percentuali maggiori ( 10 % - 30% ) fornisce notevoli incrementi di potenza, ma richiede un corrispondente aumento di lubrificante. Inoltre a percentuali elevate di nitrometano il motore diventa più critico da carburare, per cui è bene non esagerare, almeno inizialmente. Anche il fattore economico condiziona l'uso di questo componente, che non è sicuramente a buon mercato; quindi durante le fasi iniziali conviene rimanere su percentuali massime del 5%, che costituisce un buon valore di compromesso.

Ogni costruttore consiglia una sua miscela, ma mediamente il tipo adatto è basilamente costituito dall'80% di alcool metilico ed il 20% di olio. Se si vuole aggiungere un po' di nitrometano, al solo fine di regolarizzare la carburazione, si può realizzare un mix al 75% di alcool, un 5% di nitrometano ed il restante 20% di olio.

Soprattutto dopo l'eventuale rodaggio, si può scendere ad un 16 - 18% di olio, portando il resto al 84 - 82%. Soprattutto con gli oli sintetici, occorre essere certi che la carburazione non sia regolata troppo magra, per evitare di trovarsi a lavorare con una quantità di olio troppo bassa; un impiego corretto non genera però problemi rispetto all'uso dell'olio di ricino. Come già detto, si può arrivare al compromesso di miscelare i due tipi tra loro, in ragione del 14% sintetico e 4 - 5% di ricino, per arrivare al 18% totale detto prima. Diverse miscele commerciali seguono questa regola, con l'eventuale aggiunta di additivi antischiama ed antiruggine.

In ogni caso, quando si sceglie una miscela ( se reperita dal commercio ), cercate di saperne la composizione, in quanto non tutte quelle presenti sul mercato hanno le stesse caratteristiche, essendo magari formulati per motori a 4 tempi o di altro genere.

Evitate poi il più possibile di usare miscela vecchia, rimasta ferma per lungo tempo; è molto probabile che abbia assorbito umidità, oltre ad aver cambiato composizione a causa della volatilizzazione di qualche componente; è meglio prepararsi od acquistare la quantità necessaria per la stagione di volo, senza lasciarne parti inutilizzate, che poi possono causare strani problemi di carburazione, mai riscontrati in precedenza.

## Filtro miscela

Ha la funzione di trattenere eventuali corpi estranei che potrebbero chiudere i piccoli fori di afflusso della miscela presenti nei carburatori; deve essere installato tra il serbatoio ed il carburatore e ne esistono di diversi tipi, la maggior parte dei quali apribili per la pulizia.

Per quanto riguarda il suo utilizzo, ci sono due scuole di pensiero: la prima che sostiene l'inutilità del filtro, in quanto si può intasare e determinare lo spegnimento del motore in volo. La seconda, che invece ne sostiene l'utilità, a patto di una verifica periodica.

Nel primo caso ovviamente la miscela va obbligatoriamente filtrata con cura prima di immetterla nella tanica per il trasporto, evitando anche che corpi estranei possano infiltrarsi al suo interno durante l'uso; nel secondo caso si dovrà ispezionare periodicamente il filtro per assicurarsi che sia pulito.

Se si sceglie di usarlo, occorre metterlo il più vicino possibile al carburatore, in modo da ottenere anche l'effetto di rompere eventuali bolle d'aria che si possono formare lungo i tubetti di alimentazione. In entrambi i casi, inserite anche un filtro secondario lungo i tubi di alimentazione dalla tanica; questi tubi dovranno essere poi chiusi su se stessi durante le pause tra una sessione di voli e l'altra, per evitare ingresso di sporco all'interno.

## Serbatoio carburante

Per quanto riguarda il serbatoio, nella maggior parte dei casi viene inserito in spazi appositi, per cui non c'è nulla da inventare; tuttavia vi sono alcune regole che è utile seguire in ogni caso, per evitare problemi che sono abbastanza comuni:

Verificare che la sommità del serbatoio sia a livello oppure sotto di 10 - 15 mm rispetto all'altezza dello spillo del carburatore, per evitare ingolfamenti se il serbatoio è troppo alto, oppure difficoltà di aspirazione se è troppo basso.

Cercare anche di ammortizzare il serbatoio, interponendo gommapiuma o altro, in modo da isolarlo il più possibile dalle inevitabili vibrazioni presenti durante il funzionamento, che possono rendere molto precaria e discontinua la carburazione. Se le vibrazioni sono eccessive, lo si può chiaramente vedere osservando il serbatoio con il modello in hovering; la parte alta del carburante si trasforma in un ribollire di schiuma, che provoca bolle d'aria che possono arrivare fino al carburatore, con ovvie conseguenze.

Tutti i collegamenti di alimentazione, di prelievo pressione, ecc. sono realizzati con tubetti al silicone, disponibili in vari diametri; se possibile, dare la preferenza a quelli di diametro maggiore, che hanno pareti più grosse e quindi è più difficile che si possano incidere a seguito di sfregamenti contro le parti vicine della fusoliera. Sono oggi reperibili anche tubetti colorati, che possono essere utili per distinguerli facilmente tra loro quando sono montati in posizioni più difficilmente visibili.

Il tubetto interno che è destinato alla presa di alimentazione deve essere di lunghezza tale da terminare verso la mezzeria del serbatoio; questa scelta è determinata dal fatto di consentire una più facile aspirazione di miscela anche quando il modello cambia violentemente di assetto durante il volo, fatto questo che porta spesso la miscela residua a disporsi solo in alcune zone del serbatoio. Si deve anche verificare visivamente che il contrappeso terminale sia di sufficiente peso da trascinarsi con sé il tubetto interno che lo supporta, in qualunque posizione del serbatoio.

Tutti i tubetti usati (interni ed esterni) vanno poi fissati con legature o fascette, in modo che non si possano staccare accidentalmente. Dal punto di vista dell'uso della presa di pressione presente sui silenziatori, questa può essere a propria scelta impiegata per regolarizzare l'alimentazione; è di uso tassativo se il serbatoio dovesse essere posto troppo in basso rispetto allo spillo del carburatore, fatto che può causare smagamenti progressivi della carburazione col diminuire del livello di miscela residua.

Per quanto riguarda l'alimentazione verso il motore, possono essere impiegate varie soluzioni, più o meno complicate; vediamo quelle più usate (fig.20):

sistema con due linee di alimentazione: è il sistema più comune, e prevede l'uso di due soli tubetti, uno proveniente dalla presa di prelievo contrappesata e diretto verso il carburatore e l'altro che serve come ingresso per l'aria (che ovviamente deve poter entrare al posto della miscela consumata). All'interno del serbatoio, questo secondo tubetto deve essere diretto verso la sommità, ed anche ben fissato per evitare che possa ruotare verso il basso. Se si usa la presa di pressione, va collegato all'apposita presa che si trova sul silenziatore, altrimenti resta aperto. In questo caso sia l'operazione di riempimento che quella di svuotamento del serbatoio vengono effettuate attraverso il tubetto di alimentazione, staccandolo momentaneamente dal carburatore. Nel caso non si usi la presa di pressione, è bene installare il secondo tubetto dotandolo di una prolunga che lo porti al di fuori della fusoliera, per evitare che durante il riempimento un eccesso di miscela possa allagare il modello.

Se si usa questa soluzione a due tubetti, può essere utile inserire prima del filtro miscela, che deve essere vicino al carburatore, una presa a Y in plastica; due vie vengono messe in serie alla linea di alimentazione, mentre la terza serve per le operazioni di riempimento e svuotamento del serbatoio, senza quindi dover essere costretti a staccare il tubetto dal carburatore; ovviamente questa terza via va tappata dopo l'uso, mentre durante il rifornimento conviene chiudere il tubetto verso il carburatore, premendolo tra due dita, per evitare un ingolfamento di miscela nel motore.

sistema con tre linee di alimentazione: questo sistema prevede l'uso di una terza presa in aggiunta a quelle del caso precedente; questa serve unicamente durante il rifornimento, e deve essere richiusa (ad esempio con una vitina di 3MA) dopo l'operazione. Questa terza via può essere realizzata anch'essa con un contrappeso interno, per cui la si può usare sia per il rifornimento che per lo svuotamento del serbatoio.

Un terzo sistema, più complesso dei primi due, prevede l'impiego di un piccolo serbatoio ausiliario, collegato come in fig. 21; in questo caso troviamo il serbatoio principale connesso ad un secondo ausiliario più piccolo, al cui interno si trova il tubetto di pescaggio che è corto e rigido, contrariamente a quello del serbatoio principale, che invece è libero di muoversi e contrappesato, per seguire le variazioni di assetto del modello. Quando si rifornisce il serbatoio principale, la miscela viene spinta anche il quello ausiliario, che deve essere inizialmente riempito del tutto.

Durante il funzionamento, la pressione dello scarico (in questo caso obbligatoria) spinge sulla miscela posta nel serbatoio principale, la quale a sua volta mantiene completamente pieno quello ausiliario; il motore si trova così ad essere sempre alimentato da una sorgente priva di bolle d'aria od interruzioni, che possono invece trovarsi nel serbatoio principale, quando il modello cambia bruscamente assetto durante il volo, e per alcuni momenti il contrappeso interno può trovarsi in aria, senza più miscela da aspirare.

Questo metodo garantisce una alimentazione molto regolare, a patto di avere a disposizione una pressione dallo scarico sufficiente da mantenere il giro di miscela descritto. Infatti non tutti gli scarichi producono la stessa pressione, che può variare in funzione della posizione in cui la presa si viene a trovare. Per questo, prima di partire in volo traslato, occorre testare l'impianto di alimentazione nel suo insieme; dopo aver fatto rifornimento, si verifica in hovering che il serbatoio ausiliario rimanga sempre pieno, mentre il livello di quello principale scende durante il funzionamento. Se questo è vero, si otterrà un funzionamento regolare fino all'ultimo, senza variazioni di carburazione (imputabili all'impianto di alimentazione).

Ovviamente questo sistema non fa miracoli, per cui occorre sempre controllare anche tutto il resto dell'impianto, considerando che alimentazione, complesso di scarico e motore costituiscono un insieme che deve lavorare in armonia; è sufficiente variare di poco anche uno solo dei componenti per avere già un cambiamento di comportamento di tutto l'insieme.



## Pompa per l'immissione della miscela nel serbatoio

L'operazione di rifornimento del modello può essere risolto in vari modi; infatti essenzialmente per portare la miscela all'interno del serbatoio sarebbe al limite sufficiente la classica bottiglietta di plastica col beccuccio.

Ma se occorre svuotarlo, già il discorso diventa più complicato, per cui sarebbe opportuno dotarsi almeno di una pompa manuale, che permette di effettuare facilmente entrambe le operazioni di riempimento e svuotamento del serbatoio.

Nel caso poi ci si intenda attrezzare al meglio, sono disponibili pompette elettriche ( a 6 o 12V ), che consentono comodamente la stessa manovra al solo comando di un interruttore; la portata disponibile permette l'operazione di riempimento di qualunque serbatoio in 10 - 20 secondi; la tensione di alimentazione può essere derivata dalla stessa batteria di avviamento del motore.

Si può infine scegliere di risolvere globalmente il problema con l'acquisto di un pannello di comando completo, che contiene al suo interno sia la presa per alimentare la candela (spesso in modo regolabile in corrente e visualizzando anche quest'ultima su di un amperometro), sia quella per far funzionare nei due sensi la pompa elettrica che viene fornita in dotazione.

Per fare in modo che le pompe elettriche che impieghiamo possano durare a lungo, è bene svuotarle dalla miscela residua durante le pause invernali; se poi il modello in nostro possesso è manuale e del tipo peristaltico (a schiacciamento del tubo interno), è utile togliere momentaneamente la camma che tiene premuto il tubo stesso, per evitare che si deformi in modo permanente rimanendo fermo a lungo, e che poi si fessuri del tutto al primo utilizzo successivo.

## Avviatore e relativa batteria per la messa in moto

Il discorso relativo all'avviatore è breve, in quanto un qualunque tipo di media potenza presente in commercio o che già si possiede soddisfa l'esigenza dell'avviamento dei motori presi in esame.

Normalmente l'avviamento viene eseguito tramite un cono in plastica, posteriore o superiore, che quindi si configura tale e quale un'ogiva, oppure tramite una cinghietta dentata che si impegna nella gola già presente nella parte terminale della coppetta di quasi tutti gli avviatori.

Per alcuni modelli più recenti (Es. Shuttle ZXX), può essere necessario reperire un adattatore speciale, costituito da una barra che termina da un lato con una sfera esagonale sfaccettata che si inserisce in una corrispondente sede femmina presente sull'albero di avviamento del modello, e dall'altra con un cilindro in alluminio che si innesta esattamente nella coppetta dell'avviatore. Per quanto riguarda la batteria, normalmente a 12V, dovendola acquistare è bene sceglierla con un amperaggio di almeno 30 - 40 Ah, di tipo al piombo per uso automobilistico; in tal modo si è sicuri di avere un buon margine di potenza anche con motori più grintosi od un po' ingolfati, e di non doverla ricaricare troppo spesso.

Sul mercato esistono anche le versioni "ermetiche" a 12V, più piccole e leggere, ma il costo di un tipo da soli 15 - 20 Ah può essere pari a quello di una normale di capacità doppia, per cui la scelta è lasciata al buon senso ed alle capacità economiche del singolo modellista.

Un errore che spesso si nota ai campi di volo è quello che vede l'utilizzo di prolunghe sul cavo dell'avviatore fatte per comodità d'uso, ma impiegando cavi di sezione inadeguata; è da tenere presente che la corrente che questo assorbe durante l'avviamento di un motore, specie se del tipo ABC o se ingolfato, può essere dell'ordine di 10 -15 A ed oltre, per cui la caduta di tensione (e quindi la diminuzione della coppia disponibile) che si produce utilizzando cavi di scarsa sezione può essere rilevante; questo porta a difficoltà di avviamento, con bestemmie conseguenti.

Quindi se si deve prolungare il proprio cavo, è bene usare una sezione di almeno 2.5 mm quadri, specie se la batteria che stiamo usando è di piccolo amperaggio, fatto che già di per sé porta un abbassamento di tensione quando questa si trova a lavorare con alte correnti assorbite durante l'avviamento.

## Clip per l'accensione della candela e relativa batteria

I metodi per portare corrente alla candeletta di accensioni sono vari, tutti di derivazione aeromodellistica, per cui il mercato offre una ampia gamma; ovviamente ci sono tipi di elicotteri dove la candela è più facilmente raggiungibile che in altri, per cui questo può essere il fattore che determina la scelta finale.

Ad esempio per i Concept 30, la candela è posta dal lato inferiore, e il tipo più adatto di clip è quello a pipa verticale; per gli Shuttle invece, che hanno il motore posto verticalmente, la candela risulta più scomoda da raggiungere. In questo caso si può ricorrere alle clip fatte a becco, oppure si può prolungare all'esterno l'elettrodo centrale tramite una apposita prolunga e probe di contatto; la corrente della batteria verrà quindi applicata tra questo punto ed il supporto motore metallico.

Per quanto concerne la seconda batteria, normalmente da 2V, destinata alla accensione della candela, occorre tenere presente che l'assorbimento previsto è di circa 3 - 5 A, per cui bisogna prevedere un tipo da almeno 2,5 - 5 Ah, che consente numerosi avviamenti senza problemi.

Occorre non dimenticare che quasi tutte le candele di accensione devono lavorare a circa 1,3 - 1,5V; per questa ragione i cavetti che portano corrente non devono essere troppo corti (partendo dai 2V della batteria, non provocano sufficiente caduta di tensione, per cui si può bruciare la candela), ma neppure troppo lunghi, in quanto, determinando una caduta di tensione troppo alta impedirebbero una corretta accensione della candela, con conseguente difficoltà di messa in moto del motore.

Si può stabilire se la candela riceve tensione in modo adeguato osservando il filamento acceso; il colore normale che deve

assumere è un rosso - arancio brillante; se il filamento è quasi bianco, la tensione è eccessiva, mentre se è di un rosso sbiadito è sicuramente insufficiente se è possibile, è utile inserire poi in serie tra candela e batteria un amperometro ed un interruttore; il primo consente di stabilire immediatamente in caso di problemi se la candela è ancora integra, misurandone la corrente assorbita, mentre il secondo permette di dare e togliere corrente senza staccare i contatti dal modello, cosa che può essere utile in fase di messa a punto. Ricordare anche che i poli della batteria vanno tenuti lontani da parti metalliche, ed eventualmente protetti con tubetti in plastica, per evitare corti che la danneggerebbero inevitabilmente, oltre che essere pericolosi per un eventuale surriscaldamento dei fili che si può produrre.

Periodicamente è bene anche ripulire i punti di contatto delle clips di avviamento, che col tempo si ossidano, producendo falsi contatti e quindi introducendo una resistenza al passaggio di corrente verso la candela, fatto che rende più difficile l'avviamento del motore, con inutili perdite di tempo.

## Comandi di volo e loro disposizione

Dopo aver preso in esame gli aspetti fondamentali dell'aerodinamica di un elicottero, le varie forze che entrano in gioco durante il volo ed i principali componenti che costituiscono questi affascinanti mezzi volanti, passiamo ora ad esaminare più da vicino il funzionamento dei comandi tipici di queste macchine, che si ritrovano tali e quali anche sulle loro controparti in scala reale; detti comandi sono i seguenti:

1- Comando motore detto anche comando del gas (definito spesso come THR - Throttle, così come appare sui display ad LCD dei trasmettitori, dove l'inglese è la lingua standard). La sua funzione è ovviamente quella di controllare il regime di rotazione del motore a scoppio di cui l'elicottero è dotato, agendo sul relativo carburatore; questo consente di variare indirettamente il regime di rotazione del complesso dei due rotori presenti; tramite quello principale si controlla la portanza generata dalle pale, e quindi la quota di volo del modello, unitamente all'altro comando del passo collettivo che vedremo subito dopo, mentre tramite il rotore di coda si controlla la rotazione del modello sul suo asse verticale, ottenendo in tal modo sia la funzione anticoppia già descritta in precedenza che quella di comando vero e proprio, che ci consente di realizzare rotazioni orarie od antiorarie a nostra volontà.

In genere il rapporto di trasmissione tra il motore ed il rotore principale (ottenuto con uno o più stadi di riduzione a cinghia dentata od ingranaggi) varia da circa 8:1 a 10:1, per cui ad esempio con un regime medio di rotazione del motore di 1400 giri/1' avremo una velocità di questo rotore che può variare tra i 1750 ed i 1400 giri/1'; in genere i rotori di maggiore diametro (destinati a modelli con motorizzazioni di cilindrata da 8-10 cc. e con pale più lunghe) lavorano ai regimi inferiori, mentre quelli di minor diametro (per i modelli con motore da circa 5 - 6 cc.) lavorano verso la zona a più alto numero di giri. Il rapporto di riduzione tra motore e rotore di coda oscilla invece da 1,7:1 a circa 2,2:1, per cui riferendosi sempre al caso precedente, le palettine di coda compiono in media da 8200 a 6400 giri/1'. Dal punto di vista del bilancio energetico globale (fig. 1), tutta la potenza generata dal motore viene così ripartita: il rotore principale ne assorbe circa il 60%, quello di coda circa il 20% mentre il rimanente 20% viene assorbito dalla meccanica nel suo insieme, comprendendo la potenza necessaria per far ruotare la ventola di raffreddamento, i rendimenti degli ingranaggi di riduzione, gli attriti passivi nei leveraggi di trasmissione e comando, ecc. Da questo fatto deriva la necessità di effettuare un montaggio meccanico realizzato con cura in tutte le sue parti, per minimizzare questa ultima percentuale passiva, che purtroppo sottrae inevitabilmente potenza al complesso dei due rotori.

2- Comando del passo collettivo, detto anche Pitch (PIT come appare sui display). Serve a variare opportunamente il passo collettivo (cioè l'incidenza delle pale principali) in modo simultaneo per tutte quelle di cui il modello è dotato (2 ed oltre in alcuni casi).

Anche questo comando, assieme a quello del gas, andando ad agire sul valore della portanza totale che viene generata (controllando in questo caso non la velocità ma l'angolo di incidenza della pala), determina la quota di volo del modello. Queste due funzioni ora menzionate devono essere sempre ben armonizzate tra loro, in quanto all'aumentare del passo collettivo, che altro non è che un valore di incidenza, si produce anche una maggiore resistenza che le pale trovano per avanzare nell'aria; questo maggiore carico deve essere supportato da un aumento adeguato della potenza erogata dal motore, in modo da ottenere un regime di rotazione del rotore principale il più possibile costante nelle varie condizioni di volo, senza brusche variazioni nelle diverse zone dello stick di comando; questa è la situazione ottimale a cui si dovrà tendere al momento della messa a punto, per disporre di un modello che risponda correttamente ai comandi impartiti, senza ritrovarsi quindi con il motore che lavora sotto sforzo (il regime tende a diminuire per un passo eccessivo ed una potenza erogata inadeguata) oppure al contrario ad un regime troppo elevato (motore "scarico", e quindi imballato, a causa di un passo di valore troppo ridotto in relazione al valore del gas).

3- Comando del passo ciclico longitudinale, definito anche come Nick; come detto in precedenza, questa funzione permette di variare ciclicamente (quindi ad ogni giro di rotore) la portanza delle pale in modo tale da fare inclinare il disco rotorico in avanti oppure all'indietro; in tal modo una parte della forza di portanza totale disponibile in quell'istante viene diretta appunto longitudinalmente, dando così inizio ad un movimento di traslazione orizzontale, che porta il modello ad avanzare od arretrare nell'aria.

Questo comando è praticamente il corrispondente del cabra - picchia di un modello ad ala fissa (viene spesso definito ELE sui display).

4- Comando del passo ciclico trasversale, detto anche Roll. Similmente al caso precedente, permette di variare la portanza delle pale in modo tale da inclinare il disco rotorico a destra od a sinistra, ottenendo così di potere traslare lateralmente, manovra possibile solo ad un elicottero.

Ovviamente lo stesso comando, opportunamente aumentato in termini di inclinazione del piatto ciclico, permette non solo di muovere il modello di lato, ma anche di "rovesciarlo" completamente ad esempio durante il volo traslato, realizzando così il classico tonneau lungo l'asse longitudinale.

Dal punto di vista istintivo del comando, corrisponde a quello degli alettoni di un modello ad ala fissa (spesso definito AIL sui display dei trasmettitori).

5- Comando del passo del rotore di coda (TAIL o RUD - Rudder sui display). Questa funzione è l'equivalente del direzionale di un modello ad ala fissa. Come si è già detto, serve a contrastare in modo variabile la coppia inversa generata sulla fusoliera dal rotore principale; questo avviene dosando il passo che le palettine di coda assumono a seconda delle situazioni. Tramite questo comando si riesce a stabilizzare il modello sull'asse verticale ed anche ovviamente a farlo ruotare su se stesso a comando. È da notare che la potenza richiesta per far girare il modello sul suo asse verticale dipende dal verso in cui si

intende ruotare; si prenda ad esempio un modello con rotore principale orario, in hovering ed in perfetta situazione di equilibrio sull'asse verticale; abbiamo visto che per ottenere questo la coda deve produrre un tiro diretto anch'esso in senso orario ( rotore orario, controcoppia antioraria, contrasto di coda di nuovo orario ); se si vuole a questo punto far girare il muso del modello a destra ( verso orario ), occorre aumentare ancora di più la trazione generata dal rotore di coda; questo richiede un aumento di potenza disponibile per questo rotore, fatto che sbilancia leggermente l'equilibrio energetico preesistente, sottraendo un po' di potenza al rotore principale; questo ora riesce a generare una portanza leggermente inferiore rispetto a prima, per cui l'effetto finale è quello di un modello che tende a perdere quota durante la manovra ( a parità di tutti gli altri parametri ); se invece si vuole far girare il muso a sinistra ( verso antiorario ), in pratica si "alleggerisce" il comando di coda e si lascia prendere parzialmente il sopravvento alla coppia inversa; questo produce una diminuzione della potenza richiesta dalla coda stessa, e rende disponibile questo surplus al rotore principale, che genera ora una forza di portanza un po' superiore a prima, con conseguente aumento di quota del modello. Tutto questo vuole evidenziare la delicatezza dei vari equilibri in gioco, e la conseguente necessità di una buona coordinazione dei comandi.

Ovviamente ci si può accorgere bene di questo fenomeno eseguendo ad esempio delle piroette lente ( rotazioni sull'asse verticale fatte col modello a punto fisso ) e senza disturbi esterni come vento od altro; durante il volo traslato entrano in gioco tante altre componenti dinamiche, per cui l'effetto, pur sempre presente, risulta praticamente molto meno visibile.

Un'ultima considerazione relativa al comando del rotore di coda riguarda la convenzione relativa al verso di rotazione; è ormai universalmente accettato il fatto che per rotazione ad esempio a destra si intende che il muso del modello, e non la coda, ruota appunto in quella direzione. Anche se questa è solo una scelta convenzionale ( seguita dalla quasi totalità dei piloti ), è però legata ad una maggiore facilità di pilotaggio soprattutto durante il volo traslato, quando l'elicottero in volo viene visto come un unico corpo in movimento, i cui cambiamenti di direzione sono effettuati osservandone la parte anteriore, come istintivamente ci suggerisce anche il nostro cervello.

La fig. 2 evidenzia le varie relazioni tra tutti i comandi sopra descritti ed i conseguenti movimenti del modello.

Per quanto riguarda la disposizione dei comandi sui trasmettitori, anche se esistono particolari configurazioni, come ad esempio quelle dotate di stick con aggiunta una terza funzione a pomello rotativo, si farà sempre riferimento al tipo di radiocomando standard, cioè quello a due stick, con due funzioni controllate da ognuno di questi. Per questo tipo di apparati, normalmente sono diffuse due configurazioni di base, e cioè:

#### Tipo A)

*Primo stick:* sono qui riuniti i due comandi del ciclico avanti - indietro e ciclico destra - sinistra.

*Secondo stick:* qui troviamo i comandi del motore-passo collettivo ed il comando del rotore di coda.

#### Tipo B)

*Primo stick:* sono riuniti qui i comandi del ciclico avanti - indietro ed il comando del rotore di coda.

*Secondo stick:* qui si trovano i comandi del motore-passo collettivo ed il comando del ciclico destra - sinistra.

La fig. 3 puntualizza appunto quanto detto. Si può notare come siano stati evidenziati cinque comandi principali, seppure gli stick di cui sono dotati tutti i radiocomandi standard siano solo due, con due direzioni primarie di movimento ciascuno.

Fortunatamente per noi ( che abbiamo solo due mani a disposizione ), i comandi del motore e del passo collettivo vengono miscelati elettronicamente dal software del trasmettitore ( questo se stiamo impiegando un radiocomando specifico per elicotteri ), per cui in realtà uno dei due stick manovra un totale di tre funzioni.

Ovviamente i canali di controllo delle due funzioni prima citate ( motore e passo collettivo ) restano separati, per cui ogni servo viene connesso ad una propria uscita; l'elaborazione delle relazioni reciproche che li governano e che daranno origine ai vari modi di funzionamento è invece effettuata dalla logica di cui è dotato il trasmettitore. Vedremo meglio più avanti che l'abbinamento motore - passo collettivo non è in realtà fisso e lineare, ma potrà invece essere variato a seconda delle regolazioni che si faranno e delle varie situazioni di volo.

Disporre quindi di un complesso radio specifico e soprattutto dell'ultima generazione permetterà una maggiore flessibilità e facilità nelle regolazioni, cosa impossibile da ottenere con un radiocomando tradizionale, dove l'abbinamento visto sopra si può realizzare solo in modo meccanico, tramite movimenti differenziati dei tiranti di comando e/o con complesse regolazioni di vari potenziometri, quindi più difficoltoso da modificare durante la messa a punto e soprattutto al campo di volo. Anche per quanto riguarda il problema dell'anticoppia esiste già nelle radio per elicotteri una miscelazione apposita ( detta ATS - Automatic Tail System ), che al variare del comando sul passo collettivo ( che produce conseguentemente un cambiamento della coppia inversa prodotta ), automaticamente fa variare il passo del rotore di coda, realizzando così un controllo compensativo dell'assetto del modello sul suo asse verticale. Vedremo meglio successivamente come andrà effettuato questo tipo di regolazione, prima in hovering e poi in volo traslato.

Come evidenziato dal disegno, per il Tipo A abbiamo tutti i comandi relativi al piatto ciclico controllati da una sola mano, mentre motore-passo collettivo e coda sono comandati dall'altra, ricordando così la disposizione della cloche principale, della manetta del gas / collettivo e della pedaliera ( per il controllo del rotore di coda ) di un vero elicottero, dove chi pilota ha a sua disposizione proprio una simile configurazione dei comandi; in questa situazione per muovere il modello dalla posizione di hovering è sufficiente spingere lo stick nella direzione in cui ci si intende muovere; proprio per tale ragione questo sistema può risultare più istintivo a chi non ha mai pilotato alcun tipo di elicottero; il Tipo B invece riunisce su di uno stick i comandi di ciclico avanti - indietro ( vedi cabra e picchia ) e del rotore di coda ( vedi direzionale ), mentre sull'altro si trovano i comandi di motore-passo ed il ciclico laterale ( vedi alettoni ); questa configurazione è senz'altro molto più familiare a chi ha già pilotato qualche aeromodello ad ala fissa, per cui potrà essere vantaggiosamente usata da chi, provenendo appunto da tale specialità, intenda poi cimentarsi nella nuova categoria.

Non si è volutamente specificato come e dove disporre i due stick, e cioè se con comando motore sul lato destro o sinistro del trasmettitore; questo fatto può produrre altre due disposizioni aggiuntive e permette di adattarsi ad eventuali preferenze già esistenti, soprattutto rivolte a chi ha già avuto altre esperienze modellistiche.

Disponete quindi il comando del gas dove ritenete meglio, mantenendo però fissi gli abbinamenti dei comandi come sopra riportato.

Per quanto riguarda questo tipo di scelta, che può apparire a prima vista casuale, ci si può riallacciare a test specifici effettuati su piloti di veri aerei, per verificare il modo con cui i due lobi del nostro cervello lavorano quando questo deve trasmettere comandi ai nostri arti, che debbano essere prima correlati con informazioni che gli provengono dal mondo esterno; pare che una parte del nostro cervello sia più adatta a valutare ed elaborare informazioni spaziali ( distanze, altezze, ecc. ), mentre l'altra tratti meglio informazioni di tipo logico, legate ai processi di acquisizione delle informazioni, elaborazione logica ed azione conseguente. Dato poi che ogni parte del cervello "manovra" un arto, ed esattamente il lobo destro manovra l'arto sinistro e viceversa, sembra provato che in pratica una mano "possiede" capacità, legate alla parte del cervello da cui dipende, che l'altra non ha e viceversa.

Quanto detto può spiegare la "preferenza" che quasi tutti i modellisti manifestano verso una certa direzione di volo, che risulta più "confortevole" rispetto all'altra, oppure la riluttanza nei confronti di certe manovre, che riescono spesso peggio rispetto ad altre, pur non essendo tra le più difficili da eseguire; anche per il controllo di un modello in volo probabilmente possono essere applicate considerazioni simili, evidenziando il fatto che le nostre reazioni risultano più o meno coordinate non solo a seconda del tipo di "apprendimento" acquisito, ma anche a seconda del tipo di "predisposizione naturale" che le due parti del nostro cervello possiedono.

Anche pilotando un elicottero si noterà ben presto che ognuno di noi preferisce "vedere" un certo lato del modello anziché l'altro, oppure che la virata risulta meglio coordinata se fatta in un certo verso ben preciso, forse avvalorando quanto detto prima. Tutto questo discorso vuole solo evidenziare quanto segue: se si inizia da zero con una certa disposizione dei comandi, e si nota che le difficoltà iniziali di coordinamento sembrano eccessive, può essere utile tentare di passare ad una configurazione alternativa, scambiando tra loro i compiti di controllo delle due mani; forse la nuova disposizione risponderà meglio alle nostre capacità specifiche.

Una volta trovata la situazione più congeniale e stabile per ognuno di noi, sarà bene mantenerla inalterata nel tempo, per evitare di dover "ricondizionare" i propri riflessi ad una nuova situazione. Sarebbe bene anche cercare di scegliere una disposizione dei comandi che sia in comune con qualche altro pilota di elicotteri che frequenta il vostro campo di volo, in modo che questa persona possa darvi una mano durante le prime fasi di messa a punto; in caso contrario è ben difficile trovare qualcuno che tenti di pilotare un elicottero con una configurazione di trasmettitore diversa dalla propria.

Ritornando al pannello frontale del nostro trasmettitore, oltre ai due stick prima descritti, sono poi sempre presenti un certo numero di potenziometri lineari o rotativi, associati ai canali ausiliari, oltre che vari interruttori, che ci consentiranno di selezionare particolari regolazioni, valide nelle diverse situazioni di volo che andremo poco a poco ad esplorare; questi interruttori serviranno per cambiare le corse dei servi in volo, consentendo di passare da regolazioni più ridotte o "morbide" ad altre con maggior corsa, necessarie per affrontare le manovre acrobatiche. Alcuni interruttori verranno poi associati a particolari funzioni, denominate "idle-up" ed "autorotazione".

La prima permetterà di selezionare "curve" di funzionamento specifiche, che danno la possibilità di poter manovrare il passo collettivo fino a renderlo negativo, senza però portare anche il regime del motore al minimo, come succederebbe normalmente senza questa opzione; il secondo termine invece si riferisce ad una particolare modalità di volo dell'elicottero, quando cioè questo si trova a dover scendere verso terra senza l'ausilio del motore, che è spento ( volutamente dal pilota, oppure quando questo succede per problemi meccanici o di carburazione ).

Si entrerà nei dettagli di queste manovre e nell'utilizzo di queste particolari funzioni più avanti, dopo aver appreso le modalità di volo basilari, che rimangono sempre l'hovering ed il volo traslato.

## Impianto radio

L'insieme di tutte le funzioni necessarie per il pilotaggio di un elicottero possono a prima vista intimidire il principiante, se paragonato a quanto normalmente viene impiegato per altri tipi di modelli volanti; questo soprattutto per quanto riguarda il numero delle regolazioni che dovranno essere effettuate, che dipendono a loro volta dalla complessità intrinseca della macchina.

Questo sarà sempre più vero mano a mano che si affineranno le proprie capacità di pilotaggio, il che ci porterà ad usare appieno molte delle caratteristiche di cui i moderni radiocomandi sono dotati, per cui la comprensione delle varie funzioni e regolazioni è essenziale per procedere in modo organico, senza improvvisazioni e tentativi inutili.

*L'impianto radio tipico che è richiesto per un modello di elicottero comprende necessariamente: trasmettitore, ricevitore, giroscopio, almeno 5 servocomandi, interruttore generale, batterie al Ni-Cd di buona qualità per il trasmettitore e soprattutto per il ricevitore.*

## Trasmettitore

La gamma di prodotti oggi esistente è di una vastità tale da consentire una scelta sicuramente adattabile ad ogni esigenza sia tecnica che di costo; ogni anno vengono immessi sul mercato complessi radio sempre più sofisticati, per cui fare una panoramica completa risulta impossibile; è da ribadire però che l'apparato radio più adatto al nostro caso è senz'altro quello che nasce per l'uso specifico per elicotteri, oppure quello che può essere programmato per ogni tipo di modelli, elicotteri compresi, come sembra essere ormai la tendenza moderna; questo per tante ragioni che in parte sono già state descritte ed altre ancora che vedremo in seguito.

Tutte le case produttrici principali, come Futaba, JR, Graupner, Sanwa, Hitec, ecc. commercializzano oggi complessi radio con le caratteristiche adatte al nostro scopo, partendo dai modelli più semplici fino a quelli di punta, che sono ovviamente più sofisticati ed anche più costosi; questi ultimi, pur essendo dei veri gioielli, non sono strettamente necessari al principiante, e neppure al modellista di medio livello; solo chi arriverà a gareggiare potrà veramente sfruttare appieno tutte le prestazioni che contraddistinguono questi super trasmettitori.

Normalmente tutti questi apparati possono controllare da 6 a 8 canali, e potendo scegliere liberamente, anche con un occhio al futuro, sarebbe bene rimanere sui tipi a maggior numero di funzioni, che lasciano più spazio ad eventuali espansioni.

La descrizione che faremo delle varie modalità di funzionamento ed i relativi concetti rimangono validi per ogni moderno apparato, per cui non è necessario fare precisi riferimenti a specifici tipi; può essere utile invece capire meglio quali sono gli aspetti tecnici di questi trasmettitori computerizzati di ultima generazione, oltre ad evidenziarne i miglioramenti rispetto ai loro fratelli di solo qualche anno fa.

Come è intuibile, il compito del trasmettitore è quello di inviare via etere al corrispondente ricevitore, che è collocato sul modello, un treno di impulsi a radiofrequenza, che una volta ricevuti vengono poi trasformati e suddivisi dall'elettronica del ricevitore stesso in altri particolari segnali, inviati a loro volta ad ogni singolo servo. Questo permette all'elettronica contenuta all'interno del servocomando di controllare opportunamente un piccolo motore elettrico, che tramite una cascata di ingranaggi di riduzione posiziona in modo proporzionale una squadretta di comando esterna, che alla fine manovra il leverismo che ci interessa. Viene così realizzato un comando a distanza, "ripetendo" direttamente e proporzionalmente sul modello la posizione di ogni stick di comando presente sul trasmettitore.

Dal punto di vista del tipo di modulazione, cioè del modo con cui i segnali vengono inviati via etere "modulando" (cioè variando) una portante, sono anche oggi usati due metodi, e cioè AM (Amplitude Modulation - Modulazione d'ampiezza) ed FM (Frequency Modulation - Modulazione di frequenza). La fig. 4 mostra un esempio relativo alle due tipologie descritte ed anche la specifica denominazione fa intuire in che modo la portante viene modulata; il primo tipo viene ormai usato solo per radiocomandi a basso costo, destinati soprattutto al controllo di modelli terrestri, essendo questo metodo di modulazione maggiormente suscettibile ai disturbi a radiofrequenza, oggi presenti ovunque in grande quantità. Il secondo metodo è invece il principale in uso su tutti i più moderni complessi radio, sui quali vengono impiegati due sistemi di codifica (da non confondere con la modulazione) dei segnali trasmessi, ed esattamente il metodo PPM (Pulse Position Modulation - Modulazione ad impulso di posizione), che è un sistema analogico di codifica, e PCM (Pulse Code Modulation - Modulazione di codice ad impulso), che invece è un vero e proprio sistema digitale di trasmissione dati. La fig. 5 visualizza un ipotetico campione di dati così come vengono codificati nei due diversi modi. Occorre non confondere questi due ultimi termini con quelli precedenti; AM ed FM hanno a che fare con la parte ad alta frequenza del complesso radio, cioè determinano il modo con cui una portante ad alta frequenza, che può variare dai 27 ai 72 MHz, viene "modulata" dal segnale da trasmettere, mentre PPM e PCM sono termini che hanno a che fare con la parte "logica" e più a bassa frequenza del radiocomando, ed esattamente determinano il modo con cui i segnali che verranno inviati via etere sono codificati prima della trasmissione vera e propria; quindi per essere precisi si può parlare ad esempio di trasmettitori FM-PPM oppure FM-PCM, come puntualizzato in fig. 6.

Il primo di questi due sistemi, largamente diffuso da molti anni negli apparati tradizionali e realizzato spesso tramite una logica di tipo tradizionale (con diversi circuiti integrati interconnessi tra loro), è di tipo analogico e converte la posizione di ogni stick, potenziometro ausiliario od interruttore presente sul trasmettitore in un segnale di durata proporzionale alla posizione dello stick stesso e variabile tra circa 1 e 2 ms, con 1,5 ms relativo alla posizione centrale.

La logica di controllo del trasmettitore preleva quindi i singoli impulsi (operazione detta di "multiplex") e li raggruppa in serie, aggiungendo un opportuno intervallo di tempo tra un "treno" e l'altro, mandandoli poi alla sezione a radiofrequenza, da dove

sono inviati in antenna. L'intervallo di tempo che separa una serie di impulsi da quello successivo serve alla logica di controllo della ricevente per sapere quando iniziare ad effettuare la separazione dei singoli impulsi ricevuti ( sincronismo ), prelevandoli dal pacchetto in arrivo; tale operazione che è opposta alla precedente viene detta di "demultiplex". La cadenza di ripetizione dei treni d'impulsi è di circa 20 ms, cioè vengono inviati "pacchetti" circa 50 volte al secondo. Considerando quindi una trasmissione di otto canali, ognuno dei quali può occupare fino a 2 ms ( stick ad un estremo ), otteniamo che complessivamente si occupano temporalmente  $8 \times 2 = 16$  ms; considerando anche un piccolo intertempo tra un impulso e l'altro, rimangono quindi  $20 - 16 =$  meno di 4 ms di pausa nel caso estremo prima descritto.

Nella fig. 7 è riportato lo schema a blocchi di un trasmettitore tradizionale funzionante in PPM. Il metodo PCM, che è invece un sistema di codifica digitale nel vero senso del termine, simile a quanto viene impiegato per le trasmissioni militari o satellitari, utilizza invece un procedimento molto più complesso del precedente, ma allo stesso tempo anche più flessibile: ogni potenziometro collegato agli stick, trimmer ausiliario o quanto altro generano sempre un segnale analogico, come nel caso precedente, ma questo viene ora convertito in un numero binario da un cosiddetto "convertitore analogico-digitale", che può essere a 8 o 10 bit, e corrispondente solo a quella determinata posizione della leva di comando.

Tutte queste sequenze binarie, provenienti ognuna da un diverso stick, vengono rielaborate opportunamente dalla logica, anch'esse raggruppate opportunamente in "pacchetti" e poi spedite allo stadio a radiofrequenza, come nel caso precedente. La fig. 8 mostra appunto lo schema a blocchi di un moderno trasmettitore funzionante in modalità PCM. Quindi le sigle PCM 1024 ( oppure PCM 512, che contraddistinguono altri tipi di radiocomandi ), si riferiscono appunto al numero delle posizioni ( o risoluzione ) con cui la logica a microprocessore discretizza il movimento di ogni stick di comando; il numero 1024 corrisponde proprio ai 10 bit su cui si parlava prima (  $2$  elevato  $10 = 1024$  ), per cui in teoria si possono ottenere step del servo controllato intervallati di meno di 0,1 gradi, valore che è ottenuto dividendo i 90 gradi totali di corsa del servo per 1024; questo spostamento angolare ( che quindi rappresenta il più piccolo movimento eventualmente realizzabile anche dal servo ), si può ritenere per quanto ci riguarda talmente fine da poter essere considerato alla stregua di un movimento continuo. Mentre per la modalità PPM ogni stick genera un singolo impulso variabile, nel caso della codifica PCM i singoli codici relativi ad ogni stick sono costituiti da numerosi e stretti impulsi ( bit ), che derivano appunto dal processo di conversione a cui si è accennato prima, che produce sequenze binarie costituite da "0" ed "1" logici.

Questo significa dover inviare in totale sequenze complessive piuttosto lunghe; da questo deriva un rateo di "ripetizione" tra una sequenza e l'altra leggermente minore, che per un trasmettitore PCM è mediamente di 25 ms, cioè vengono inviati "pacchetti" di dati digitali circa 40 volte al secondo; questo comporta una minore velocità di risposta di un sistema PCM rispetto a quello PPM ( da notare che questa differenza è più che altro tecnica, e ben difficilmente tangibile nell'uso pratico ). La grossa differenza tra un trasmettitore classico ed uno che può funzionare anche in PCM è però determinata dalla presenza obbligata all'interno di quest'ultimo di un microprocessore ( prima ad 8 bit, oggi anche a 16 o 32 bit, quindi molto più potente in termini di capacità elaborativa ) che gestisce i processi di conversione e generazione dei codici prima descritti; questo fatto consente però anche di sfruttarne le potenzialità per manipolare in modo totalmente digitale tutte le complesse relazioni e regolazioni che ci sono necessarie, sia per l'uso sui modelli di elicotteri che su altri tipi di modelli; basti pensare alla gestione di tastiere di input per la programmazione, il pilotaggio del display ad LCD per la presentazione di dati e curve, la possibilità di memorizzare i parametri di svariati modelli diversi tra loro, l'enorme flessibilità offerta nel variare e richiamare a proprio piacimento le regolazioni fatte, semplicemente inserendo dati numerici da tastiera, senza dover intervenire direttamente sul modello.

Per poter realizzare anche solo una parte di tutto questo con i sistemi tradizionali, occorrerebbe complicare notevolmente la circuiteria presente, connettendo svariati integrati discreti, nonché disporre di numerosi potenziometri per ogni regolazione voluta, e valida oltretutto per un solo modello. La presenza invece di un dispositivo LSI ( Large Scale Integration, o microprocessore ), spesso progettato appositamente, e posto all'interno del trasmettitore consente di concentrare tutte queste funzioni logiche, ampliando anche in modo notevolissimo le prestazioni globali di questi apparati, ormai paragonabili a piccoli computer portatili. È da notare che i trasmettitori di ultima generazione possono inviare i dati indifferentemente con entrambi i sistemi di codifica ( PPM o PCM ), per cui in questo caso la differenza risiede nel solo ricevitore, che deve essere obbligatoriamente scelto per uno dei due sistemi. In definitiva occorre prendere confidenza con questi complessi, pagando anche un piccolo prezzo iniziale in termini di approccio all'uso, in quanto i vantaggi che se ne possono trarre sono indiscutibilmente molti, soprattutto quando vengono usati su modelli come gli elicotteri, che necessitano di svariate e complesse regolazioni.

Esaminiamo ora più da vicino le principali caratteristiche possedute da questi sofisticati radiocomandi, senza avere la pretesa di sostituirci ai rispettivi manuali d'uso, di regola molto completi e che vanno sempre consultati per familiarizzarsi con il tipo che si possiede. Normalmente questi apparati sono tutti dotati di un display ad LCD, multirighe od addirittura grafico, e di una serie di tasti di programmazione, posti comodamente nella zona sottostante gli stick di comando. Il software che li governa è spesso diviso in due parti principali: la prima, che contiene già svariati menu', è comune per ogni tipo di modello, sia aereo, aliante od elicottero, in quanto consente di variare tutti quei parametri che hanno lo stesso significato per ogni utenza.

La seconda parte, più complessa ed anch'essa suddivisa in menu' a ricerca sequenziale, è specifica per ogni tipologia di modello scelto, riferendosi così alle problematiche tipiche del particolare mezzo che si andrà a controllare. Ogni regolazione che andremo ad esaminare si potrà effettuare direttamente da tastiera, inserendo e modificando dei valori numerici, che sono correlati ai valori di corsa dei vari servi; sarà bene tenere a portata di mano il manuale del radiocomando da noi posseduto, per riscontrare quanto verrà detto al momento della reale messa a punto; in ogni caso le differenze tra un tipo ed un altro sono principalmente legate alla presentazione dei dati, in quanto i parametri da gestire sono ovviamente gli stessi.

*Vediamo nel dettaglio quali sono nella maggior parte dei casi le funzioni legate a questi menu' di cui si è detto, scelti tra quelli più significativi, e che sono sempre presenti come dotazione di base; per il momento ci limiteremo ad una breve spiegazione sul loro funzionamento, per poi approfondire le modalità di regolazione nei dettagli al momento di inserire i dati veri e propri:*

1- Disposizione degli stick di comando.

Come descritto in precedenza, ci consente di adattare la posizione degli stick alle nostre preferenze individuali, semplicemente scegliendo da tastiera una delle configurazioni possibili e già preprogrammate ( dette Mode o Modalità 1 - 2 -

3 - 4 ). Questo menu' praticamente inverte "elettronicamente" gli stick tra loro, senza nessun intervento meccanico ( salvo eventualmente dover riposizionare il meccanismo a frizione del solo stick motore, che è l'unico comando che non è autocentrante ).

2- Scelta del tipo di codifica, spesso erroneamente identificato con la modulazione, che non è modificabile.

Permette di scegliere il tipo di codifica usato per inviare al ricevitore i dati relativi ai vari canali, e cioè PPM o PCM; come già detto la presenza all'interno del trasmettitore di una logica complessa consente non solo la trasmissione in PCM, ma anche di "replicare" quella standard in PPM, permettendoci di usare ricevitori di entrambi i tipi, e quindi con una maggiore flessibilità d'utilizzo di quanto eventualmente già in nostro possesso.

Vediamo ora i menu' che riguardano le regolazioni delle corse dei servi:

3- Inversione del senso di rotazione dei servi.

Con le vecchie radio tradizionali, per invertire il verso di movimento della squadretta del servo rispetto a quella dello stick, adattandolo così al nostro utilizzo specifico, occorre acquistare un modello di servo con corsa rovesciata, oppure aprirlo ed effettuare la manovra di inversione del cablaggio interno; successivamente si sono adottati interruttori di inversione posti esternamente sul trasmettitore, uno per ogni canale. Ora è possibile risolvere il problema con un semplice "click" di un tasto, richiamando il canale voluto e scegliendo tra le voci N ( normale ) ed R ( reverse ), che appaiono sul display.

4- Regolazione della corsa del servo.

Questa funzione, disponibile per ogni canale, viene detta anche ATV ( Adjustable Travel Volume - Corsa di lavoro regolabile ) e consente di regolare separatamente per ogni servo le corse tra il centro ed i due fine corsa estremi destro e sinistro. Le percentuali di variazione vanno da un minimo del 30-40% fino ad un massimo del 110-120%. Questa regolazione è primaria rispetto a tutte le altre, per cui va effettuata per prima; consente facilmente di adattare le corse di ogni servo ai leverismi presenti, annullando quindi impuntamenti a fine corsa o zone di lavoro a vuoto, il tutto senza dovere perdere tempo per l'aggiustamento fine delle lunghezze di squadrette e leve di comando.

5- Regolazione del Dual-Rate.

Il termine ( doppio rateo ) indica la possibilità di disporre di corse globali dei servi che possono essere variate durante le diverse situazioni di utilizzo; si può quindi programmare un valore di movimento e poi commutarne un altro diverso durante il volo tramite un interruttore, spesso definibile anch'esso da programma. Normalmente questa possibilità è fornita per i tre canali principali, nel nostro caso codino ( Rud - Rudder ), ciclico longitudinale ( Ele - Elevator ) e ciclico laterale ( Ail - Aileron ). Anche in questo caso i ratei possono essere variati da un 30-40% fino al 110-120% massimo, volendo anche in modo simultaneo per tutti e tre i canali, programmando ed agendo su di un solo interruttore. Questa regolazione può essere utile per desensibilizzare inizialmente i comandi ad esempio in hovering, quando si vuole una risposta più "morbida", per poi commutare a piena corsa durante il volo traslato, dove ad esempio per esigenze di acrobazia serve una escursione più ampia del comando.

6- Regolazione della corsa in modalità esponenziale.

In alternativa al dual-rate si possono regolare le stesse corse viste in precedenza usando un movimento del servo non lineare, ma esponenziale. Questo significa che il servo si muoverà ad esempio di poco nella sua zona centrale, per poi riacquistare oltre una certa posizione la sua normale risposta; anche in questo caso si potrà "ammorbidire" la zona di lavoro centrale, avendo però a differenza del dual rate sempre a disposizione tutta la normale corsa se e quando necessario. Si può scegliere il segno + o - del valore di esponenziale da inserire, per cui la curva di risposta può essere "ammorbidita" oppure "esaltata" al centro. Se si opta per questo tipo di regolazione, sarà bene iniziare con un valore di circa il 10-15% , variandolo poi sperimentalmente.

Un valore esagerato infatti, se da un lato può smorzare positivamente le reazioni sul modello causate da involontarie piccole "manipolazioni" dello stick di comando, d'altro canto può anche innescare comandi successivi sovradosati, allorché chi pilota, soprattutto se inesperto, vede il modello che reagisce con ritardo ( solo perché il comando è inizialmente molto addolcito dalla relazione esponenziale ), e quindi è poi portato ad "esagerare" nella quantità successiva di correzione impartita.

Un altro tipo di regolazione che riunisce le caratteristiche dell'esponenziale e del dual rate visto in precedenza, è il cosiddetto VTR ( Variable Trace Ratio ), dove è possibile definire due pendenze diverse di risposta, che si commutano automaticamente in un certo punto della corsa del servo; questo permette di avere attorno al centro della corsa una risposta del servo più morbida, che ritorna però più rapida dopo un certo punto, che viene programmato dal pilota. In fig. 9 è riportato un esempio di tali tipi di curve.

Esistono poi menu' per così dire "supplementari", ma non certo meno utili, quali:

7- Miscelazioni libere.

Queste permettono di miscelare liberamente tra loro due canali, definendone uno come "Master" ed uno come "Slave"; le percentuali di miscelazione sono inseribili da tastiera. Un esempio di utilizzo su gli elicotteri può essere la miscelazione tra la funzione del ciclico laterale e del gas; infatti durante una virata accentuata può essere utile apportare un piccolo aumento automatico del gas, per compensare lo sforzo meccanico che si produce a causa dei tiranti di comando delle pale che lavorano con il piatto ciclico fortemente inclinato; questo sottrae momentaneamente potenza al motore a causa dei maggiori attriti presenti, mentre la miscelazione supplisce appunto a questo calo, mantenendo inalterata la quota di volo durante una virata veloce.

8- Memorizzazione della posizione dei trim per ogni modello.

Permette di poter usare i vari trim quando serve durante la messa a punto, e poi di "riazzerarne" elettronicamente la posizione rispetto a quella della levetta meccanica del trim vero e proprio. In questo modo, per ogni modello selezionato si possono



avere i trim sempre al centro, senza quindi influenze reciproche tra un modello e l'altro. Nelle radio più sofisticate poi i trim non sono più costituiti da levette che pilotano un potenziometro, ma da interruttori a tripla azione ( Destra - Centro - Sinistra ), per cui le regolazioni sono veramente effettuate tramite piccoli step correttivi del tutto "elettronici", direttamente elaborati dalla logica interna del trasmettitore.

#### 9- Trim del gas motore.

Agisce solo verso la posizione del minimo, evitando di influenzare le posizioni intermedie e massime; a volte è presente anche un interruttore che serve a spegnere il motore alla fine di ogni volo, senza dover più manipolare il trim motore per farlo ( questa funzione entra in gioco solo al di sotto di una certa soglia del comando gas, per evitare spegnimenti in volo indesiderati ).

Sono poi sempre disponibili altre funzioni ausiliarie, tipicamente destinate alla manipolazione dei dati presenti, come la selezione dei parametri relativi ad uno dei modelli da noi programmati, la possibilità di copiare questi ultimi tra una memoria e l'altra, eliminare i dati relativi ad un certo modello, timer programmabili per totalizzare il tempo di accensione del trasmettitore ( utili per determinare in modo approssimativo la capacità residua delle batterie di alimentazione ), ecc. Per le trasmissioni funzionanti in modalità PCM, è poi disponibile il menu' detto Fail Safe, che funziona nel modo seguente: si è detto che il trasmettitore è dotato di un microprocessore che governa tutte le complesse funzioni necessarie; nel caso di funzionamento in PCM anche nel ricevitore è contenuto un altro micro, che decodifica i complessi treni di impulsi binari in arrivo.

Se a causa di disturbi elettromagnetici il "pacchetto" di segnali non viene più riconosciuto come valido, la logica interna porta i servi ( dopo un piccolo ritardo ) ognuno in una posizione programmata ( che viene anch'essa trasmessa periodicamente alla ricevente ), oppure li blocca dove si trovavano prima dell'arrivo del disturbo ( funzione di Fail Save ).

Al cessare della perturbazione, il tutto riprende a funzionare come prima. Ovviamente questo tipo di funzionamento ( che può essere utilizzato o no a propria scelta ) determina pur sempre il blocco dei servi, per cui durante il verificarsi del disturbo non è più possibile manovrare il modello; se questo fatto può essere tollerabile su di un modello ad ala fissa ( purché anche questo non si trovi in assetti strani od a bassa quota ), nel caso di un elicottero la cosa potrebbe non essere così positiva come sembra, in quanto la perdita di controllo può essere quasi altrettanto seria quanto quella causata da un servo che si muove in modo erratico. D'altro canto la migliorata selettività dei ricevitori moderni, unita al fatto che la presenza di disturbi di lunga durata è piuttosto rara, depone pur sempre a favore dell'utilizzo del Fail Safe, che intervenendo durante una interferenza di breve durata può consentire spesso di riguadagnare il controllo del modello prima del disastro completo.

Veniamo ora a quelli che sono i menu' specifici per elicotteri, per i quali conviene spendere qualche parola in più, per cercare di chiarirne meglio l'utilizzo:

#### 10- Selezione del tipo di piatto ciclico.

Serve per adattare i relativi comandi a quelli necessari al controllo del tipo di piatto installato sul proprio modello. Questa prima scelta condiziona tutte le altre successive, in quanto determina il modo con cui i vari servi che controllano il piatto ciclico ed il passo collettivo interagiranno tra loro. Questa opzione è necessaria poiché il controllo del piatto può essere attuato in vari modi, che essenzialmente si dividono in due grosse categorie ( vedi fig. 10 ): nella prima troviamo un servo che controlla una singola funzione, cioè uno destinato al movimento del ciclico laterale, un altro per il ciclico longitudinale, ecc.

È chiaro che in tale caso le relazioni cinematiche ( miscelezioni ) necessarie a coprire tutti i movimenti del piatto sono realizzate meccanicamente; la seconda categoria realizza invece gli stessi movimenti mediante le cosiddette miscelezioni "elettroniche", dove cioè vari servi concorrono alle varie funzioni in modo variabile e associato, muovendosi in modo differenziato a seconda del comando da impartire al piatto; ovviamente in tale caso i movimenti dei servi sono relazionati tra loro dalla logica di comando del trasmettitore. Appartengono alla prima categoria modelli quali Shuttle, Concept, mentre alla seconda appartengono modelli come Kobold Vario, Heim, ecc.

Nel caso di miscelezioni elettroniche, possiamo trovare ad esempio tre servi che lavorano su tre uniball posti sul piatto a 120 gradi tra loro, oppure quattro servi che controllano un piatto dotato di quattro uniball posti a 90 gradi; in questo secondo caso ad esempio, due di questi controllano i versi laterali di movimento, e gli altri due quelli longitudinali.

Per dare comando ciclico in avanti, i due servi laterali rimangono fermi, mentre gli altri due si muovono uno opposto all'altro ( uno tira e l'altro spinge ). Per il ciclico laterale le cose ovviamente si invertono; quando invece si vuole dare un comando al passo collettivo, tutti e quattro i servi agiscono simultaneamente, sollevando od abbassando il piatto ciclico, che mediante i tiranti ad esso collegati varia il passo delle pale ( vedi fig. 11 ).

#### 11- Miscelazione tra passo collettivo e rotore di coda ( ATS ).

Questa particolare funzione, essenziale per un modello di elicottero, funziona come segue: abbiamo già parlato della coppia generata dal rotore, e del fatto che la fusoliera tende a ruotare in senso opposto se non si applica un adatto contrasto; questo menu' consente appunto di applicare una compensazione automatica al passo delle palettine di coda a seconda della posizione dello stick gas-passo, che ovviamente determina al suo variare continui cambiamenti di coppia indotta; di qui la necessità di opportune e continue variazioni sul rotore di coda per bilanciare questo fenomeno.

Per prima cosa occorre scegliere il verso di compensazione in base al senso di rotazione del rotore principale di cui il nostro elicottero è dotato; questo viene realizzato scegliendo dal menu' la voce Right-CW o Left-CCW ( rotore orario od antiorario rispettivamente ).

Successivamente si dovranno impostare le percentuali di miscelazione necessarie, tenendo conto che queste sono normalmente divise in due parti, una valida per la parte inferiore della corsa dello stick gas ( dal centro verso il minimo ), ed una valida per la parte superiore ( dal centro verso il massimo del gas ).

Questa suddivisione deriva dal diverso andamento della controcoppia generata dal rotore principale nelle due zone di lavoro; essendo le pendenze della curva relativa al passo collettivo diverse in queste due parti, anche le retroazioni associate andranno regolate di conseguenza, e cioè anch'esse in modo differenziato.

Per fare lavorare al meglio questa miscelazione, occorrerà fare in modo di ottenere il volo in hovering avendo lo stick gas-passo circa al centro della sua corsa, per trovarsi "in sincrono" con le due miscelezioni che si scambiano appunto in tale posizione. È da tenere presente che queste regolazioni non consentono di mantenere completamente "bloccata" la coda, in

quanto durante il volo troveremo molti fattori che condizionano anche solo momentaneamente l'assetto del modello sull'asse verticale, quali velocità di traslazione, condizioni di salita o discesa, direzione del vento, risposta del motore, ecc. , per cui occorrerà abituarsi a tenere sempre ben controllata anche la coda del modello, per mantenerla costantemente nel corretto assetto, e cioè allineata con la direzione di volo; questo aspetto, che è ovviamente quasi automatico con un modello ad ala fissa ( che non può volare autonomamente di traverso ), non è così' ovvio con un elicottero; infatti nel nostro caso il corpo del modello può muoversi in una certa direzione, senza però ottenere automaticamente che anche la coda sia allineata allo stesso modo, fatto che si verifica quando il modello vola appunto di traverso. Nasce da questa considerazione la necessità di un utilizzo completo e simultaneo di tutti i comandi presenti, codino compreso, che nel nostro caso non può essere tralasciato come spesso invece succede per il direzionale di un aeromodello, spesso quasi mai manovrato in modo coordinato ( se sono ovviamente presenti gli alettoni ), salvo durante i decolli o gli atterraggi.

#### 12- Regolazioni di passo collettivo e gas in hovering.

La ragione di questo menu' è quella di consentire piccole variazioni ( legate ad esempio a variazioni climatiche che si ripercuotono sulla carburazione ) di questi due comandi nella sola posizione di volo stazionario, senza alterare il resto della corsa. Spesso a queste regolazioni sono anche associati potenziometri ausiliari per effettuare le variazioni; nel caso si intendano memorizzare dati relativi a più di un modello, sarebbe preferibile variare i parametri con la sola tastiera, in modo da evitare influenze reciproche tra un modello selezionato e l'altro.

#### 13- Curve per gas e passo collettivo.

Con questi menu' si entra nell'uso specifico delle regolazioni che sono tipicamente legate ai modelli di elicotteri; normalmente si è abituati a considerare come lineare la relazione tra movimento dello stick e quella del servo, cioè stick al minimo, levetta del servo da un lato, stick al centro con levetta del servo al centro della sua corsa e così' via ( a meno ovviamente di non inserire regolazioni esponenziali ). Selezionando invece una curva, si ha la possibilità di fare compiere al servo un movimento con un andamento qualunque, spostando in fase di programmazione diversi punti ( 5 - 7 in media, ma possono essere anche di più ), i quali connessi idealmente tra loro realizzano la curva da noi voluta, che lega uno stick al movimento del servo corrispondente ( vedi fig. 12 ).

La necessità di questo tipo di regolazione non deriva da un'inutile sofisticazione, ma risponde invece a precise ragioni pratiche, spiegabili come segue: in ogni condizione di volo, come l'hovering, il volo traslato, il volo acrobatico, ecc. occorre soddisfare il più possibile la condizione di costanza di giri motore, per cui ad ogni cambiamento del passo collettivo, che produce un variare della potenza richiesta, deve seguire un adeguato movimento del carburatore ( che controlla appunto l'erogazione della potenza stessa ), in modo da realizzare la condizione prima descritta. Dobbiamo però tenere presente che sia il carburatore di cui sono dotati tutti i nostri motori, sia il comportamento aerodinamico del rotore nei vari assetti di volo, danno origine a risposte di questi due sistemi che sono singolarmente e reciprocamente ben lontane dall'essere lineari; infatti la potenza erogata dal motore non risponde linearmente al comando del carburatore, bensì segue di suo una maggiore pendenza ( variazione più consistente ) nella prima metà di corsa, e minore nella seconda, oltre che essere di parecchio variabile passando da un tipo di motore all'altro; un discorso simile vale anche per il comando del passo collettivo, che dovendo adeguarsi alle leggi legate alla resistenza di avanzamento delle pale nell'aria, potrà inizialmente produrre variazioni di passo più consistenti, per poi appiattirsi dopo la metà della curva, dove valori eccessivi darebbero origine a fenomeni di stallo, come succede per un'ala fissa, quando la resistenza all'avanzamento diventa elevatissima e la portanza praticamente si annulla.

Per tali ragioni viene molto utile poter intervenire su queste curve di risposta, che sono legate ai processi propri della fisica, per "correggerle" reciprocamente come richiesto, impiegando un artificio "software" che praticamente ci consente di adattarle punto a punto, fino ad ottenere quanto da noi voluto.

Tutto questo senza considerare anche il fatto che gli stessi servi, dotati di squadrette d'uscita che si muovono non linearmente, ma invece con moto rotatorio, introducono a loro volta errori di non-linearità di tutta la catena cinematica di controllo, che quindi può essere anch'essa compresa nelle correzioni apportate tramite il sistema visto ( la fig. 13 riporta esempi di curve passo - motore ).

A questo punto si può intuire un altro grosso vantaggio di una radio moderna, e cioè quello di consentirci tramite questo tipo particolare di regolazione una messa a punto più flessibile, senza costringerci a realizzare quanto sopra solo tramite continui aggiustaggi meccanici dei tiranti di comando. Le curve disponibili sono di regola tre o quattro, richiamabili tramite interruttori, ed accoppiate tra loro per i comandi del passo e del gas, quindi con ogni coppia di curve destinata ad una certa situazione di volo.

A questo proposito occorre puntualizzare la necessità di annotare su carta i valori che verranno trovati sperimentalmente, modello per modello, in quanto questi dati possono fare la differenza tra un modello ben equilibrato in ogni situazione di volo ed uno che invece fatica anche solo a sostenersi in hovering. Infatti ogni radiocomando dell'ultima generazione fornisce una indicazione numerica percentuale o grafica che lega la posizione dello stick alla relativa posizione del servo, impostata in fase di programmazione; occorre però notare che per diverse ragioni, quali smontaggio dei servi, sostituzione dei tiranti di comando a seguito ad esempio ad incidenti, si può perdere la relazione, settata in precedenza, tra servo e parte meccanica comandata. Quello che serve veramente conoscere ed annotare è proprio la corrispondenza tra la posizione dello stick e quella finale della parte controllata, come ad esempio le pinze portapale ( vero valore del passo collettivo ), oppure quella della levetta del carburatore.

Per questo è fondamentale dopo aver ricavato tali valori riportarli anche su di un grafico o una tabella, in modo da poterli ritrovare successivamente in caso di bisogno. Lo stesso discorso vale anche per tutte le percentuali relative alle corse dei servi, miscele e quanto altro rappresenti un parametro che è costato tempo per essere determinato in modo corretto. L'esatta procedura per la misura dei valori del passo, nonché della realizzazione pratica delle tabelle sopradette, verrà spiegata nei dettagli successivamente, al momento di effettuare la messa a punto finale del modello.

#### 14- Menu' per il volo rovescio.

Questo si può considerare un po' come un ricordo del passato, quando cioè i primi avventurosi piloti tentavano di far eseguire

al modello manovre in volo rovescio, cosa del tutto innaturale, soprattutto per quei tempi e con i modelli di allora. Per aiutare in questa ardua manovra, i costruttori dei radiocomandi avevano previsto l'uso di un interruttore, che quando inserito, invertiva il verso di rotazione dei servi del passo collettivo, del rotore di coda e del ciclico avanti-indietro. Questo trucco consentiva di pilotare il modello come se questo si trovasse ancora in assetto normale, pur essendo invece ribaltato. Col tempo però, sia per il fatto che ci si è accorti ben presto che inserire e disinserire continuamente l'interruttore di inversione diventava di difficile sincronismo, oltre che l'imporsi del volo cosiddetto "3D", cioè tridimensionale, dove il pilota inverte mentalmente i comandi ( come è d'uso con i modelli ad ala fissa, ma nel nostro caso ben più complesso da attuarsi ), hanno reso meno attuale l'uso di questo menu' e delle relative regolazioni, che rimangono comunque sempre disponibili per chi volesse ancora seguire questa strada.

*Per concludere, si possono poi segnalare alcuni accorgimenti pratici relativi all'uso in generale di queste radio computerizzate:*

Quando si andrà a montare il modello, ed in particolare i vari tiranti, sarà preferibile che questi siano già all'incirca della giusta lunghezza, in modo da effettuare tramite le regolazioni elettroniche fatte dal trasmettitore solo un aggiustaggio fine.

Questo discorso, che sembra contrastare con quanto detto prima a proposito della flessibilità d'uso di tali apparati, deriva però dalle seguenti considerazioni pratiche: se un certo tirante di comando ( ad esempio quello relativo al passo collettivo od al comando gas ) viene predisposto e montato senza considerarne approssimativamente la lunghezza, sperando poi di sistemare le cose solo elettronicamente, può succedere di trovarsi con il servo che lavora troppo fuori centro, oppure in una zona dove la levetta di comando non può arrivare per ragioni di ingombro; a questo punto si è obbligati a recuperare corsa in modo solo meccanico, ad esempio accorciando il tirante di comando o spostando il foro che si utilizza sulla squadretta del servo; se questo succede al campo di volo, può voler dire perdere tutte le complesse relazioni ( vedi curve ) che avevamo stabilito precedentemente, trovandoci con un modello completamente sregolato. Una seconda ragione, non meno importante della prima è legata alla risoluzione ottenibile dai nostri servocomandi; come si è detto in precedenza, è molto facile agire elettronicamente per ridurre la corsa di un servo, ma questo avviene sempre a scapito della risoluzione ottenibile ( cioè il più piccolo spostamento che un dato servo può produrre ); infatti se inseriamo un valore di riduzione troppo elevato ( pari ad esempio al 30 - 40 % ), il servo si muoverà in modo ridotto, ma se notiamo bene lo farà anche compiendo piccoli "salti" tra una posizione e l'altra, perdendo tra uno step e l'altro tutte le posizioni intermedie diversamente ottenibili, e cioè alla fine con minore risoluzione e quindi minore finezza di comando.

Per questa ragione è preferibile non scendere mai al di sotto di percentuali pari al 70 - 80% del totale, per non incorrere nell'inconveniente prima descritto. Un altro accorgimento è quello di cercare di mantenere sempre i trim dei comandi il più possibile centrati, per cui se al campo di volo risulta necessario ritocarli, tornati a casa è sempre bene riazzerare la situazione, e recuperare quanto necessario allungando od accorciando il tirante relativo, per poi riportare il trim al centro; questo consente sempre di avere sempre a disposizione corsa da entrambi i lati se questa dovesse servire. È più sicuro inoltre disabilitare elettronicamente tutte le funzioni o miscele che non vengono usate al momento, per evitare incidenti dovuti ad errori di manovra o situazioni inaspettate a seguito di un loro inserimento imprevisto durante il volo, che può essere causato da nostre errate manovre degli interruttori presenti sul trasmettitore.

Vista poi la possibilità di memorizzare dati relativi a più modelli diversi tra loro, è molto importante verificare all'accensione che il modello in uso al momento sia quello segnalato anche sul display del trasmettitore ( il cui nome che viene da noi stessi programmato ); inoltre prima di avviare il motore occorre fare sempre un veloce test su tutti i comandi, verificando che i servi si muovano tutti nella giusta direzione; infatti potrebbe succedere di avere modelli diversi tra loro ad esempio solo per alcuni parametri; con la fretta, inizialmente magari tutto sembra a posto, fino al momento di sollevarsi da terra, quando ad esempio un rotore di coda invertito può farci scappare di mano la situazione!

Prima di avviare il motore, verificare inoltre che tutti gli interruttori utilizzati nelle varie situazioni di volo ( idle-up, autorotazione, selezione curve, ecc ) siano commutati nella giusta posizione, poichè noi stessi potremmo averli dimenticati in posizione errata dal volo precedente oppure averli urtati inavvertitamente.

Evitate anche di tenere a lungo esposto alla luce diretta del sole tra un volo e l'altro il frontale del trasmettitore, dove si trova il display a LCD; questa parte è parecchio sensibile al calore ( anche se oggi i display sono più resistenti sotto questo aspetto ), per cui potrebbe in casi limite danneggiarsi in modo irreversibile.

In definitiva, cerchiamo di sfruttare in modo ragionato le caratteristiche innovative che questi apparati posseggono, non facendoci condizionare dalla complessità dei manuali e dalla pigrizia mentale che a volte ci accompagna; capita troppo spesso di vedere al campo di volo modellisti che armeggiano con la tastiera, premendo tasti a caso senza riuscire a portare a termine la modifica voluta, accompagnando il tutto con frasi relative al buon vecchio passato; stiamo cercando di apprendere il pilotaggio di un elicottero, cosa ben più complessa, per cui un qualunque radiocomando non ci deve neanche lontanamente preoccupare!

## Giroscopio

Il componente che stiamo per esaminare è quello che probabilmente ha determinato il più consistente passo in avanti nel settore modellistico dell'ala rotante, in quanto costituisce un prezioso ausilio ai fini di ottenere un volo più facilmente controllabile del modello, soprattutto durante le fasi iniziali, quando il pilota alle prime armi si trova a dover gestire diversi comandi in contemporanea ed un mezzo che sembra quasi impossibile da tenere sotto controllo.

Agli albori del settore elicotteristico i giroscopi erano molto rudimentali se non addirittura introvabili, per cui la maggior parte dei piloti ne era sprovvisto, con ovvie maggiori difficoltà di apprendimento; oggi è ormai universalmente usato e fornisce prestazioni che risultano utilissime, anche se non strettamente indispensabili.

Lo scopo del giroscopio è quello di fornire una compensazione automatica nei confronti delle variazioni indesiderate di assetto

del modello sul suo asse verticale, determinate da tutte quelle cause che alterano l'equilibrio tra coppia generata dal rotore principale ( che varia continuamente durante il volo ) e controcoppia generata in un certo istante dal rotore di coda. Abbiamo già visto che l'equilibrio tra queste due coppie è delicato, e necessita comunque di continue correzioni per essere mantenuto; il giroscopio assolve proprio a questo compito.

Quando il modello ruota per qualche causa sul suo asse verticale, il sensore di cui il giroscopio è dotato "avverte" questa rotazione, e genera un segnale opposto e proporzionale al rateo di rotazione stesso, che comandando autonomamente il servo del rotore di coda si oppone a questo movimento.

È da notare tuttavia che un giroscopio non è da considerare come un vero e proprio pilota automatico, per cui non può reagire prima della variazione, ma solo dopo che questa si è manifestata, e quindi con un leggero ritardo; tuttavia questo è sufficiente ad annullare in modo autonomo buona parte della variazione subita dall'assetto, lasciando così al pilota più tempo per reagire e quindi correggerla totalmente. Essere sprovvisti di un tale ausilio vuol dire trovarsi con la coda che cambia continuamente e bruscamente di posizione, a seguito degli squilibri momentanei che si creano, con il rischio di porre il modello in assetti indesiderati e quindi in crisi il pilota, soprattutto se inesperto, in quanto quest'ultimo si trova a dover contrastare troppi movimenti del modello in modo simultaneo.

Da quanto detto finora vediamo che vi sono diverse funzioni che agiscono sul controllo dell'assetto verticale del modello: da una parte troviamo il sistema ATS, già descritto in precedenza, che si trova a lavorare assieme al giroscopio; il primo cerca di compensare in modo proporzionale i cambiamenti di assetto imputabili alle variazioni di passo collettivo, che si ripercuotono sulla coppia inversa, mentre il secondo provvede a "smorzare" tutte le variazioni momentanee di equilibrio che si traducono in movimenti indesiderati della coda del modello, dovuti a svariate ragioni, sia ambientali che di natura aerodinamica. Da questo deriva quanto segue: affinché il giroscopio possa lavorare al meglio, occorre prima di tutto regolare bene le compensazioni ATS, in modo che queste possano farsi carico della parte di variazione per così dire "di base" e dovuta ai soli cambiamenti di passo collettivo del rotore principale, lasciando al giroscopio il compito di "smorzare" la quantità residua e continuamente variabile che dipende da svariati fattori, rendendo quindi il lavoro del giroscopio stesso più preciso in termini di controtazione. Ma vediamo ora nel dettaglio come è costituito un classico giroscopio di tipo elettromeccanico: le parti fondamentali che lo compongono sono tre: il motore elettrico con le relative masse giroscopiche ed il sensore di movimento, l'amplificatore elettronico che elabora i segnali ed i circuiti di regolazione a potenziometro della sensibilità di intervento. Queste tre parti possono essere separate fisicamente e poste in contenitori diversi collegati tra loro tramite cavetti e connettori, oppure poste in un unico contenitore, a seconda del tipo di giroscopio con cui abbiamo a che fare.

Vediamole separatamente:

il cuore di ogni giroscopio è senz'altro il piccolo motore elettrico ( circa 15 - 20 mm di diametro ), che reca calettate alle due estremità due piccole masse circolari; tutto questo complesso è montato su di un supporto che consente al motorino di basculare liberamente, con la sola limitazione data dai fine corsa e da due molle che mantengono centrato il tutto a riposo. Nella sua parte inferiore è montato un piccolo magnetino, che si affaccia a breve distanza su di un sensore ad effetto Hall, che risente delle variazioni di campo magnetico prodotte dal magnetite che gli è affacciato.

Tutto questo insieme ( che è collocato all'interno di un apposito contenitore, schematizzato in fig. 14 ), viene montato tramite due striscie di biadesivo ( almeno di 3 - 4 mm di spessore ) nell'apposito vano previsto in ogni modello, in modo da rilevare le rotazioni di quest'ultimo sul suo asse verticale, badando bene che nessuna sua parte possa toccare il telaio circostante; la presenza del biadesivo deriva dalla necessità di smorzare le vibrazioni che, anche se ridotte, sono sempre presenti. A giroscopio acceso, quindi con il motore che mantiene costantemente in rotazione le due masse, quando il corpo principale viene ruotato attorno alla propria base, seguendo le vicende dell'asse verticale del modello a cui è solidale, si ha in risposta una rotazione del gruppo motore-masse sul suo asse di basculamento ( vedi figura 15 ), che segue la cosiddetta legge giroscopica. Questo movimento si traduce in pratica in una variazione del segnale letto dal sensore di Hall, in quanto il magnetino affacciato gli si muove davanti; quando cessa la rotazione che ha "perturbato" l'equilibrio precedente, tutto il sistema ritorna nella sua posizione centrale di riposo, qui richiamato dalle molle di contrasto. Il segnale prelevato dal sensore, che è positivo o negativo a seconda del verso di sollecitazione, viene inviato allo stadio di amplificazione, che spesso è collocato a parte. Qui viene elaborato e miscelato al segnale proveniente dal ricevitore e relativo allo stick del trasmettitore che controlla il rotore di coda ( comando impartito dal pilota ), e poi inviato finalmente al servo che controlla il codino. Il grado di controtazione che si vuole ottenere dallo stadio di amplificazione, cioè la risposta del giroscopio, è sempre regolabile, a volte con l'ausilio di due piccoli potenziometri ( spesso montati in un terzo piccolo contenitore che viene collocato in una posizione facilmente raggiungibile ), che consentono di selezionarlo tra due diversi valori, commutabili tramite un canale ausiliario del ricevitore; per i tipi più sofisticati la controtazione è regolabile in modo continuo e viene dosata prelevando il segnale di controllo ancora da un canale ausiliario, consentendo così di variare finemente la risposta del giroscopio.

I tipi più semplici ( non per questo di minore qualità ) hanno un solo potenziometro di regolazione, posto direttamente sul contenitore dell'amplificatore. Un'altra caratteristica quasi sempre presente è l'interruttore che consente di scegliere il verso di controtazione, per adattarsi al tipo di servo relativo al rotore di coda che stiamo usando. Se questo selettore manca, si può tranquillamente montare la scatola motore capovolta, ottenendo così lo stesso effetto; spesso è presente anche una regolazione della centratura della corsa del servo. La regolazione della risposta andrà effettuata per tentativi, anche osservando il comportamento del modello in hovering, in quanto un valore eccessivo può innescare fenomeni di oscillazione della coda, dovuti a correzioni eccessive unite a volte ad un servo che risponde in modo impreciso.

Dal punto di vista della posizione di montaggio del giroscopio vi sono diverse opinioni; osservando però che questo fornisce un segnale proporzionale alla velocità di rotazione angolare, e non alla velocità periferica del punto dove questo si trova montato, si può dedurre che la prima ( velocità angolare ), quando il modello ruota sull'asse verticale, è la stessa in ogni punto del modello, per cui da questo punto di vista la posizione di montaggio non comporta variazioni sul suo funzionamento; la stessa cosa vale per l'orientamento della scatola motore rispetto al modello, cioè questa può essere montata con la propria base in ogni posizione ( per intenderci allineata all'asse longitudinale del modello stesso, oppure al limite anche a 45 gradi ), senza alterarne la risposta. Spesso invece si può attribuire un differente comportamento del giroscopio non a causa della sua posizione sul modello, ma piuttosto per la presenza o meno di vibrazioni che si riscontrano in una posizione piuttosto che in un'altra; questo discorso è da tenere ben presente, in quanto le vibrazioni dovute a masse sbilanciate ( rotore principale, codino, frizione, ecc.) possono sicuramente impedire od alterare il corretto funzionamento del giroscopio, mascherando od

esaltando le effettive variazioni che questo è chiamato a rilevare.

Da questo punto di vista, se vi sono vibrazioni dovute al motore od al rotore principale, queste sono sicuramente esaltate allontanandosi dal centro del modello, per cui tale posizione risulta il punto più "tranquillo" per quanto riguarda solo questo aspetto del problema. Una precauzione da prendere è quella di bloccare per sicurezza la scatola del giroscopio, oltre che con il biadesivo come già detto, anche fermandola con un elastico aggiuntivo, passato sul lato superiore e bloccato ai lati sul telaio, senza tenderlo eccessivamente.

Infatti se per una qualche ragione ( spruzzi d'olio, l'invecchiamento dello strato biadesivo, ecc. ) avviene un cedimento senza che ce ne accorgiamo, può verificarsi un distacco in volo della scatola dalla sua sede; in tale caso, con un giroscopio a penzolini ci ritroveremmo un modello in condizioni ben difficilmente controllabili, dato che le correzioni fornite sarebbero del tutto imprevedibili e casuali, per cui risulterebbe improbabile riportare a terra il modello integro; meglio quindi abbondare in sicurezza. Nel settore specifico dei giroscopi è apparsa in questi ultimi tempi una innovazione tecnologica, relativa ai nuovi modelli che basano il loro funzionamento sul principio non più elettromeccanico, ma piezoelettrico ( vedi Futaba G501, JR NEJ-300, SANWA SG10 ), sfruttando un sensore messo a punto dalla ditta giapponese Murata, denominato Gyrostar, ma ora prodotto anche da altre case produttrici. Questo componente, nato per l'impiego in campo industriale, è costituito da un corpo a forma di prisma a tre facce, realizzata con un particolare materiale piezoelettrico, sui cui tre lati sono inseriti degli elettrodi di pilotaggio e prelievo dei segnali generati ( vedi fig. 16 ). Un circuito apposito mantiene in oscillazione il prisma, ed i segnali che derivano da questa oscillazione vengono prelevati da due dei tre elettrodi. Quando il corpo prismatico rimane immobile sul suo asse verticale, questi due segnali di uscita sono uguali ed opposti, per cui il segnale risultante dalla loro combinazione è nullo.

Se invece sottoponiamo la piastrina ad un moto rotatorio sul suo asse, per un effetto fisico detto legge di Coriolis, si ottiene un aumento di ampiezza di un segnale e la diminuzione dell'altro ( o viceversa se il verso di rotazione è opposto ). Questo porta ad ottenere un segnale risultante non più nullo, e che varia proporzionalmente al rateo di rotazione della piastrina stessa.

Questo segnale viene poi trattato ed opportunamente amplificato, per poter essere impiegato come un valore di controreazione, alla fine destinato come nel caso precedente a pilotare il servo di coda. A questo punto abbiamo praticamente sostituito il gruppo motore elettrico, masse rotanti e sensore di Hall tipico di un giroscopio standard. La rimanente parte dell'elettronica di questi dispositivi, pur essendo maggiormente sofisticata dal punto di vista elettronico, realizza più o meno le stesse funzioni dei modelli tradizionali, anche se le caratteristiche finali ottenibili sono parecchio diverse e fortemente dipendenti appunto da quelle di questo rivoluzionario componente elettronico.

Vediamo le principali differenze tra i due sistemi:

i tipi standard sono muniti di un motore elettrico, con un assorbimento continuo di circa 100 mA ( per il solo motorino ); la loro vita operativa è inevitabilmente limitata nel tempo, a causa del consumo delle spazzoline presenti all'interno; a questo proposito le prime avvisaglie di un motorino elettrico con le spazzole usurate si manifestano con un regime di giri più basso del normale, ed un ronzio non più "tondo" come in precedenza, che può essere facilmente rilevato "ascoltando" il rumore proveniente dal giroscopio a modello fermo; se questo si verifica con le batterie ben cariche, ci dobbiamo mettere in atteggiamento prudentiale nei confronti di quel giroscopio, che potrebbe anche piantarci in asso durante il volo.

Un altro svantaggio è rappresentato dal peso di questo componente nella sua versione tradizionale, che si aggira attorno ai 50 - 70 gr. I modelli piezoelettrici hanno invece un peso quasi trascurabile, e per quanto riguarda l'assorbimento questo è limitato a circa 20 - 40mA, con una durata operativa praticamente illimitata, in quanto non vi è all'interno alcuna parte in movimento. Inoltre in caso di urto, la loro massa limitatissima, unita ad un montaggio su apposite membrane elastiche, li rendono molto più refrattari agli urti anche violenti ( leggi cadute del modello ).

I primi, essendo di tipo meccanico, posseggono una sensibilità buona ma pur sempre limitata dalla loro stessa massa e dagli inevitabili attriti presenti; anche il tempo di risposta è per le stesse ragioni più ridotto. Inoltre per ratei di rotazione angolare che eccedono certi limiti ( questo avviene a valori di rotazione pari a circa 100 gradi/sec, vedi ad esempio durante piroette veloci ), questi raggiungono il loro punto di fine corsa meccanico, per cui cessano in tale caso di correggere, autolimitando in questo frangente la loro capacità d'intervento. I secondi invece, essendo allo stato solido e di massa molto ridotta, posseggono una sensibilità intrinseca molto elevata ( possono rilevare ratei minimi di rotazione fino a circa 0,1 gradi/sec ), unita a tempi di risposta 4 - 8 volte superiori, fornendo inoltre valori correttivi anche in condizioni estreme, pari a circa 720 gradi al secondo, per cui continuano a generare correzioni anche quando un sistema classico sarebbe già in crisi.

Un particolare aspetto che fino a qualche tempo fa era ancora riscontrabile e parzialmente negativo di questi nuovi giroscopi era costituito dalla loro maggiore sensibilità alle variazioni di temperatura ambiente, che si manifestava con piccole variazioni della posizione centrale di neutro del servo controllato; l'introduzione però di circuiterie interne più sofisticate e basate sulla nuova tecnologia DSP ( Digital Signal Processing, un particolare tipo di processore destinato alla elaborazione digitale di grandezze analogiche ), e quindi con capacità elaborative del segnale proveniente dal sensore, ha reso possibile la gestione in modo più preciso ed in tempo reale delle informazioni provenienti da questo, consentendo l'eliminazione anche di questo piccolo problema. Un aspetto molto importante da considerare usando tali nuovi componenti è la maggior velocità di risposta che manifestano, che si riflette in una sollecitazione molto maggiore del servo di coda, che viene continuamente corretto nella sua posizione, comportando un lavoro aggiuntivo in termini di corrente assorbita che è valutabile in un aumento di circa il 20% rispetto all'uso di tipi tradizionali di giroscopi. Da questo discorso deriva anche la necessità di usare un servo di per se stesso molto veloce, per non vanificare i vantaggi legati a questo nuovo componente; proprio per tale ragione alcuni tipi di giroscopi piezoelettrici vengono venduti corredati di servi speciali, destinati ovviamente al controllo del codino, e sviluppati specificatamente per questo uso; la velocità di movimento tipica di questi ultimi è circa pari a 0,08 - 0,1 sec per uno spostamento di 60 gradi totali. Da quanto detto, questi nuovi componenti rappresentano un grosso passo avanti nella tecnologia, che al momento si traduce in prezzi più alti rispetto ai modelli tradizionali; questo svantaggio però è destinato ad attenuarsi rapidamente, in quanto le case produttrici, terminata la fase di ammortamento dovuta alla progettazione del nuovo prodotto, stanno già immettendo sul mercato modelli a costo più abbordabile ( vedi il nuovo JR NEJ-900 ), che inizieranno presto a fare concorrenza ai modelli tradizionali. Inoltre in un prossimo futuro si troveranno sicuramente disponibili tipi dotati di caratteristiche ancor più innovative, dove le capacità elaborative interne ( vedi microcontrollori ) verranno usate non solo per contrastare i movimenti indesiderati della coda, ma anche per renderne "attive" le rotazioni, nel senso che si potrà impostare

un rateo di rotazione e mantenerlo costante ( vedi piroette, stalli a 270 gradi, ecc. ), questo uso destinato soprattutto a chi intende procedere nell'apprendimento del volo acrobatico vero e proprio.

## Servocomandi

Siamo arrivati al componente del complesso radoricevente che si occupa del lavoro vero e proprio, cioè del movimento dei tiranti di comando; stiamo parlando del servocomando, detto anche "servo". Il suo aspetto esteriore è ormai standardizzato, cioè un contenitore plastico con il caratteristico alberino d'uscita scanalato posto sul lato superiore, dove viene inserita la squadretta di comando, che può essere a stella, a braccetto oppure circolare.

Il movimento che ci troviamo ad utilizzare è quindi di tipo rotativo, espresso su circa 60 gradi totali, che arrivano a 80 - 90 gradi se si utilizzano le extracorse disponibili sui trasmettitori in fase di programmazione ( 120 - 150 % ).

Il peso tipico di un servo con coppia da 3 - 4 Kg/cm risulta di circa 45 - 50 gr, più o meno lo stesso per tutte le case produttrici, per cui la dotazione di 5 servi su di elicottero incide con un peso totale di più di 250 gr. Il segnale che tutti i servi odierni utilizzano per posizionarsi in modo proporzionale è ormai quasi standardizzato per quasi tutte le case produttrici, e cioè un segnale di larghezza variabile nel tempo che va da circa 1 a 2 ms; indipendentemente dal tipo di trasmettitore e ricevitore impiegati, cioè con codifica PPM o PCM, l'uscita relativa a tutti i canali di un ricevitore qualunque risponde a questa specifica, per cui i servi di varie case costruttrici possono essere mescolati tra loro, salvo piccole differenze del punto centrale della corsa, dovute a temporizzazioni leggermente diverse per alcune case produttrici.

Purtroppo l'unica cosa che non si è riusciti ancora a standardizzare sono i collegamenti del cavetto esterno ed in particolare il connettore finale, per i quali ogni costruttore adotta ancora oggi soluzioni differenti; la tabella allegata ( fig. 17 ) permette comunque di adattare facilmente le connessioni per i servi più diffusi. Vediamo ora come funziona un servo: al suo interno è presente un motore elettrico, del tipo classico a rotore avvolto e magneti permanente in ferrite per i tipi più economici, oppure del tipo a gabbia rotante e magneti al samario-cobalto ( detto anche coreless ) per i tipi più costosi e con prestazioni dinamiche decisamente superiori.

Il segnale in arrivo dalla ricevente ( circa ogni 20 ms ) viene confrontato con un segnale simile, prodotto elettronicamente ed internamente al servo, ricavato analogicamente dalla posizione di un piccolo potenziometro che funge da encoder assoluto e che è solidale ( tramite una cascata di ingranaggi ) al motore elettrico; se questi due segnali sono uguali come temporizzazione ( cioè come periodo ), il motore rimane fermo, mentre se sono diversi tra loro, o perché il pilota tramite lo stick sul trasmettitore fa variare il segnale in arrivo, oppure perché il servo, e quindi il suo potenziometro interno viene sollecitato a muoversi dallo sforzo prodotto durante il funzionamento, il motore viene messo in movimento dalla logica di controllo interna, nel verso tale da riportare di nuovo i due segnali in condizione di uguaglianza.

Al termine della cascata di ingranaggi è ovviamente presente l'alberino di uscita, che si muove anch'esso in modo solidale al potenziometro interno; montato su questo alberino esterno troviamo alla fine la squadretta di comando, sulla quale vengono inseriti i vari tiranti che realizzano le funzioni volute. La fig 18 rappresenta appunto lo schema a blocchi di un servocomando standard. Le prestazioni principali che consentono di valutare un servo sono le seguenti:

Coppia di lavoro, che viene espressa in Kg/cm oppure N/cm, coppie intese quindi con un braccio di leva standard di 10 mm; i servi adatti per gli elicotteri di media grandezza devono esprimere coppie di almeno 3 - 3,5 Kg/cm, mentre per modelli di dimensioni maggiori è bene passare ai tipi da 4 - 5 Kg/cm. È altresì importante utilizzare modelli di servi muniti di almeno un cuscinetto sull'albero di uscita, in quanto gli sforzi presenti sono sempre piuttosto rilevanti, e quindi questo accorgimento consente una maggior durata del servo stesso, limitando il formarsi di giochi prematuri.

Velocità di risposta, che può variare da 0,1 a 0,25 sec; questa indica il tempo massimo necessario al servo per percorrere circa 60 gradi di rotazione, e quindi fornisce un'idea sulla sua capacità di spostarsi velocemente da un punto all'altro quando viene comandato. I due parametri sopra citati dipendono fortemente dal tipo di motore elettrico usato; i tipi coreless, per loro natura, essendo costituiti solo da un leggero rotore avvolto, senza quindi la classica e più pesante massa rotorica, permettono prestazioni dinamiche ( vedi accelerazioni e decelerazioni ) molto più spinte, oltre che essere dotati di magneti che producono campi magnetici molto più forti; da questo ne conseguono prestazioni nettamente superiori, anche se il costo ne risente parzialmente.

Una caratteristica non facilmente disponibile è la ripetibilità di riposizionamento, che viene vista dal sistema controllato come la presenza di un gioco meccanico; per testare questo valore, si può installare il servo su di un adatto supporto, montando sulla squadretta un corpo appuntito, da allineare con un altro corpo simile fisso rispetto al primo; muovendo il servo dalla sua posizione centrale, e poi rilasciando il comando si può valutare bene come il servo si riposiziona; per rendere la prova ancora più reale si possono aggiungere due molle laterali attaccate alla squadretta, in modo da "caricare" il servo quando deve muoversi, ponendolo in condizioni di lavoro più simili alla realtà.

Altri parametri importanti sono la risoluzione e la cosiddetta "isteresi" o zona morta del servo, che esprimono rispettivamente la sua capacità di effettuare piccolissimi spostamenti quando viene comandato e la capacità di ritornare più o meno esattamente in una data posizione dopo un comando impartito; questo secondo valore, necessario per stabilizzare il servo senza avere oscillazioni indesiderate, è nella media pari a circa 4 - 6 microsecondi per i servi migliori; considerando che tutta la corsa è rappresentata da circa 1000 microsecondi ( la differenza tra 1 e 2 ms ), stiamo parlando dello 0,4 - 0,6 % totale, valore più che buono.

Dal punto di vista dell'utilizzo pratico sui modelli di elicotteri, vi sono varie considerazioni pratiche che andrebbero fatte per la scelta del servo più adatto da impiegare nelle varie posizioni di comando: sicuramente il servo più potente e preciso a propria disposizione dovrebbe essere impiegato sul comando del passo collettivo, che spesso deve spostare diverse leve e transitare

per parecchi uniball prima di attuare il comando vero e proprio; in questo caso invece la velocità non è strettamente determinante, in quanto il passo non subisce mai variazioni estremamente repentine.

Il servo più veloce e preciso andrebbe riservato invece al comando del rotore di coda, dove soprattutto la controreazione del giroscopio deve trovare una risposta tale da non comprometterne le prestazioni, oltre a non provocare oscillazioni indesiderate della coda, dovute alla lentezza di un eventuale servo che stenta a sostenere le richieste di correzione.

Per gli altri comandi del piatto ciclico e del gas non occorrono prestazioni particolari, a parte una buona ripetibilità e rigidità dell'alberino di comando. Dal punto di vista del montaggio, a parità di prestazioni di coppia, servi di case anche differenti sono tra loro dimensionalmente quasi intercambiabili, per cui difficilmente si avranno problemi di montaggio sul modello. Una cosa importante è quella di effettuare il montaggio utilizzando sempre i gommini e gli occhielli in ottone in dotazione; la cosa più deleteria per un servo sono le vibrazioni, che tendono a dissaldare i componenti dai circuiti stampati interni; anche se questi circuiti sono ormai quasi tutti del tipo SMD ( a montaggio superficiale ), e quindi meno delicati da questo punto di vista, è sempre meglio non sottovalutare il problema; quindi tutti i servi vanno inseriti in sede e stretti tramite le viti di montaggio in modo progressivo, verificando di lasciare una certa "cedevolezza" laterale quando si tenta di forzarli leggermente a mano. Questo piccolo grado di libertà deve essere trasversale, e non nel verso di lavoro del servo, garantendosi così comandi privi di gioco senza però aver serrato troppo a fondo le viti di bloccaggio, cosa che permetterebbe alle vibrazioni di sollecitare l'elettronica interna. L'assorbimento medio di un solo servo che "spunta" alla partenza può arrivare istantaneamente a circa 500 - 800 mA, per cui occorre tenere conto dell'assorbimento globale, considerando anche che su di un elicottero i servi si muovono molto spesso tutti assieme e quasi di continuo; il dimensionamento della batteria del complesso ricevente riveste quindi grande importanza, come vedremo meglio in seguito.

Altra cosa importante è assicurarsi anche che al rilascio del comando il servo possa ritornare liberamente in posizione, senza il tipico "ronzio" residuo, che rivela un riposizionamento impedito da una qualche causa ( attriti passivi, sfregamenti, ecc. ). Questa è una situazione da sistemare, in quanto dietro a quel piccolo ronzio vi sono 100 - 150 mA di corrente assorbita di continuo, con conseguente diminuzione dell'autonomia di volo, oltre che una continua sollecitazione degli ingranaggi interni del servo stesso.

## Superservi

La richiesta di prestazioni sempre più spinte ha portato i costruttori a sviluppare una nuova categoria di servi, subito definiti "superservi" per le loro caratteristiche innovative; si tratta dei modelli della JR NES4000 e NES7000. Il primo pesa circa 51 gr., mentre il secondo circa 42 gr; sono caratterizzati da una velocità di 0,16 sec. per 60 gradi di spostamento, e vantano coppie di 5,3 e 4,4 Kg/cm rispettivamente.

Per comprendere quali sono le differenze rispetto ai fratelli tradizionali, bisogna fare un passo indietro e vedere meglio come lavora un servo standard: come si è visto, al servo arriva un impulso di posizionamento di larghezza variabile tra 1 e 2ms, che gli consente di portarsi nella posizione voluta. Abbiamo anche detto che il trasmettitore invia treni di impulsi intervallati da pause, con un rateo di ripetizione di circa 20 ms ( quindi circa 50 volte al sec. ).

Preso quindi come riferimento una qualunque posizione del servo, si ha che durante le pause tra un treno di segnali ed il successivo si potrebbe per assurdo anche spostare la squadretta del servo da dove si trova in quell'istante senza ottenere alcuna reazione correttiva, in quanto questa avviene di nuovo solo in corrispondenza del treno di impulsi seguente, dove è di nuovo effettuata la comparazione tra segnale in arrivo e quello generato localmente.

Inoltre la logica di un servo tradizionale reagisce con impulsi di reazione diretti al motore interno che sono di piccola entità per piccole variazioni di equilibrio rispetto ad una certa posizione, e quindi alla fine il tutto porta ad avere una risposta più "blanda" per piccoli spostamenti, per cui quando la squadretta viene sollecitata a muoversi di poco dallo sforzo prodottosi durante il funzionamento, la reazione globale del servo avviene con una coppia ridotta rispetto invece a quando si tenta di provocare spostamenti più marcati; questo determina una maggiore imprecisione di posizionamento di tutto il sistema, soprattutto nell'intorno della zona in cui la squadretta di uscita si trova in quel momento.

I superservi lavorano invece in modo totalmente differente, usando una tecnologia già largamente usata per i servocontrolli industriali, e cioè il pilotaggio del motore con tecnica PWM ad alta frequenza ( circa 2KHz ): in pratica questo tipo di servo è dotato di una logica di comando molto più complessa rispetto allo standard ( probabilmente a microprocessore ), per cui è in grado di memorizzare il segnale di riferimento in arrivo ( il classico impulso da 1 a 2 ms ) e ricreare con frequenza molto maggiore ( sui 250 Hz, cioè 250 volte al sec ) la comparazione di posizione anche durante le pause tra un treno di impulsi ed il successivo; inoltre anche il pilotaggio del motore elettrico ad alta frequenza sopra citato ( non si è più legati alle temporizzazioni dei segnali a 20 ms caratteristiche dei servi standard ), consente al motore di rispondere alle sollecitazioni in modo quasi istantaneo, dotandolo anche di un'inerzia praticamente nulla. Questa nuova concezione porta il servo a reagire a piena potenza appena viene smosso anche di poco dal suo equilibrio, consentendo alla squadretta esterna di esprimere coppie di contrasto elevate con appena 1 grado di spostamento dalla posizione in cui si trovava in precedenza, mentre ad un servo normale occorrono circa 5 gradi di spostamento per arrivare a reagire allo sforzo a piena coppia ( la fig 19 chiarisce con l'ausilio di grafici quanto detto finora ); quindi il comando collegato ad un servo del genere risulta come "inchiodato" in posizione.

Il rovescio della medaglia è un assorbimento di corrente maggiore dalla batteria, pari a circa un 10 - 15% in più per ogni servo ( questo è vero anche a riposo, dove l'assorbimento è di circa 40 mA , contro gli 8 - 10 mA di un servo standard ), per cui occorre tenere conto di questo aspetto quando si installano 4 - 5 servi del genere, che possono arrivare a dimezzare l'autonomia di volo a parità di batteria usata; inoltre il costo di tali componenti è ancora più alto rispetto ai migliori modelli normali, probabilmente anche per ragioni di minori quantitativi attualmente prodotti. Come per tutti i prodotti elettronici però, un utilizzo numericamente più pronunciato porterà in futuro riduzioni sulle quotazioni, consentendone l'impiego anche al modellista medio, che potrà ricavarne prestazioni globali molto più spinte in termini di precisione e velocità di comando.

## Ricevitore e relativa antenna

I ricevitori forniti assieme ai moderni radiocomandi sono nella quasi totalità a 6 - 8 canali e con modulazione in FM, sia con codifica PPM che PCM.

Gli stadi ad alta frequenza hanno subito notevoli miglioramenti, sia in termini di sensibilità al segnale ricevuto che in termini di selettività, cioè la capacità di rigettare segnali a frequenze adiacenti. In questo campo la doppia conversione a banda stretta ha reso le riceventi molto più "sicure" all'uso rispetto a quelle di qualche anno fa, consentendone l'utilizzo anche con parecchi modelli in volo simultaneamente, senza problemi di interferenze.

I ricevitori in PCM differenziano dai loro fratelli in PPM per la presenza al loro interno di un doppio circuito stampato; il primo di questi contiene gli stadi ad alta frequenza, che sono molto simili per entrambi i tipi, mentre il secondo contiene una logica a microprocessore; questa è necessaria per "estrarre" dal treno di impulsi binari inviati dal corrispondente trasmettitore i vari segnali che poi saranno diretti a ciascun servo; detto segnale risultante è sempre in ogni caso del tipo a larghezza d'impulso variabile tra circa 1 e 2 ms., per cui anche con questi ricevitori può essere tranquillamente utilizzato un servo standard.

Per gli apparati funzionanti in PCM è selezionabile una ulteriore sicurezza, tipo il Fail Safe già visto per il trasmettitore, che entra in funzione allorché la tensione delle batterie che alimentano il complesso ricevente scende al di sotto di un valore minimo di sicurezza (normalmente sui 4,4v); a questo punto il comando motore viene messo dalla logica autonomamente e momentaneamente al minimo, segnalando al pilota l'imminente problema.

Questi può riguadagnare poi il controllo del modello, ovviamente gas compreso, e riportare a terra il modello il più presto possibile. Nell'uso elicotteristico non viene ovviamente usata questa opzione, che è tuttavia segnalata per completezza. Un componente della ricevente che deve essere trattato con i guanti è il quarzo, che viene scelto nella gamma di frequenza voluta; è un componente particolarmente sensibile agli urti, e che può riservare sorprese se maltrattato, determinando un funzionamento discontinuo della ricevente.

Nel caso poi di ricevitore PCM, è da tenere presente che all'interno si trova anche un secondo quarzo, non intercambiabile come il primo, che serve al funzionamento del microprocessore di controllo; il questo caso è doppiamente consigliabile abbondare nella gommapiuma che contorna la scatola del ricevitore in fase di installazione, per proteggersi dai guai.

Un altro punto debole della ricevente è sicuramente l'antenna, questo lungo spezzone di filo che non si sa mai dove collocare, ma che rappresenta pur sempre l'unica via di ingresso dei segnali provenienti dal trasmettitore.

Anche questa parte va trattata con il massimo rispetto, evitando di provocare eccessive trazioni o pieghe brusche, che possono tradursi in fratture interne del filo, senza che queste siano visibili esternamente; in questo caso il tutto sembra funzionare perfettamente a breve distanza, per poi cessare miseramente di farlo appena il modello si allontana in volo di qualche decina di metri. In caso di dubbio è meglio aprire la scatola della ricevente e saldare un nuovo spezzone di filo, di lunghezza uguale al precedente. Dal punto di vista del suo posizionamento su di un elimodello (fig 20), possono essere usate varie soluzioni, quali ad esempio impiegare un pezzo di guaina tipo "bowden", fissata ai pattini di atterraggio del modello, ed entro la quale viene infilata l'antenna, rivolta verso la parte posteriore, bloccando in modo sicuro la parte restante ad esempio al piano orizzontale. Un altro metodo è quello di fissarla sempre entro un pezzo di guaina rigida, rivolta però questa volta verso la parte anteriore dell'elicottero; in entrambi i casi è consigliabile inserire il primo tratto del filo dell'antenna entro uno spezzone di tubetto al silicone per miscela, in modo da evitare sfregamenti contro la meccanica del modello.

Il concetto alla base è sempre quello di proteggerla e di evitare di lasciare tratti di antenna a penzoloni, cosa che potrebbe anche essere tollerata in hovering, ma che si rivelerebbe pericolosa successivamente, quando durante il volo traslato potrebbe finire accidentalmente tra le pale del rotore, con ovvie conseguenze.

Se proprio non si riesce a sistemarla a dovere per ragioni di ingombro, si può ricorrere all'uso di piccole antenne, disponibili in commercio per le varie gamme di frequenza, lunghe circa 15 - 20 cm, del tipo con bobina di compensazione interna, che si installano accorciando l'antenna standard ed inserendole in serie a questa, seguendo le istruzioni allegate. In tale caso è importante ricontrollare la portata di ricezione facendo prove a distanza con l'antenna del trasmettitore abbassata, per verificare che tutto funzioni ancora correttamente.

È da tenere presente che in ogni caso la posizione dell'antenna può influenzare la sua capacità di ricevere correttamente i segnali, per cui va mantenuta totalmente distesa ed il più possibile allungata, senza troppe pieghe intermedie; inoltre la vicinanza di corpi metallici, quali tubi di coda anche in carbonio, sostegni vari e soprattutto fonti di disturbi elettrici (quali sono i motorini dei servi) vanno tenute in considerazione, cercando di allontanarli per quanto possibile dal percorso dell'antenna. Di regola le soluzioni sopra citate non danno problemi, ma è sempre bene verificare la propria installazione prima di allontanare in volo il modello, testando così l'effettiva efficienza dell'antenna ricevente.

A proposito di questo componente, si vuole segnalare un fenomeno, spesso mal compreso, che risulta però connesso a quanto "ricevuto" dall'antenna stessa. Stiamo parlando dei cosiddetti "glitch", o brevissimi disturbi che a volte provocano strani ed istantanei movimenti riscontrabili su alcuni comandi; spesso questi sono dovuti a veri e propri disturbi a radiofrequenza provocati da sorgenti radio esterne, ma altre volte possono essere prodotti "localmente", proprio da alcune parti metalliche del nostro elicottero, che sfregando tra loro generano vere e proprie interferenze elettromagnetiche.

Il fatto può essere riscontrato ad esempio toccando con un cacciavite una qualche parte metallica del modello (motore, telaio, ecc.), ovviamente con gruppo ricevente acceso, ed osservando se qualche servo tende a "saltellare" dalla sua posizione di riposo; se questo avviene si può tentare di capire (non sempre è facile farlo) quale è la parte del modello che è più sensibile al tocco metallico. La causa può essere un tirante metallico che striscia sul telaio, un'asta di trasmissione verso la coda che gira a secco nella sua guaina metallica, ecc.; in ogni caso si deve ricercare un accoppiamento saltuario metallo su metallo. A volte si può risolvere il problema collegando con un filo le due parti tra loro, creando un ponte elettrico che le pone allo stesso potenziale, oppure spostando il percorso che l'antenna segue sul modello; in ogni caso è bene dedicare un po' di tempo per sistemare la cosa, per evitare di imputare a ricevente o servi dei malfunzionamenti sporadici che hanno invece altra causa.



## Batterie di alimentazione per trasmettitore e ricevitore

Per l'alimentazione elettrica del trasmettitore e del complesso ricevitore, giroscopi e servi sono universalmente impiegate batterie al Ni-Cd, che sono largamente usate in altri svariati settori, e la cui tecnologia è ormai ben collaudata ed affidabile; sono ovviamente disponibili in diverse taglie per quanto riguarda la loro capacità in mAh.

Cominciamo ad esaminare quelle installate sul trasmettitore; sono costituite normalmente da un pacco ad 8 celle, per una tensione nominale di 9,6v, con una capacità che varia dai 600-700 mAh minimi, fino ad un massimo di 1200-1700 mAh, dove lo spazio interno disponibile lo consente. Sul trasmettitore si trovano a lavorare con un assorbimento medio di 200 - 250 mA quasi costante, per cui funzionano in condizioni ottimali.

Se vengono caricate correttamente in modo lento per 13 -14 ore prima dell'uso, oppure in modo rapido con un apparato automatico, e poi sottoposte a test ciclico periodico (scaricate e poi ricaricate), almeno una volta ogni 1 - 2 mesi anche quando non sono in uso, assicurano una lunga vita operativa. È utile qui ricordare di utilizzare il timer elettronico fornito tra i vari menu' dei moderni trasmettitori computerizzati; questo infatti, azzerato ogni volta dopo aver ricaricato la batteria, ci fornisce un utile dato per conoscere in modo approssimativo l'autonomia residua, totalizzando il tempo di accensione del trasmettitore ed aiutandoci nella gestione del nostro tempo di volo complessivo.

Per quanto riguarda invece le batterie installate sul modello, il discorso si differenzia notevolmente rispetto al precedente, in quanto queste si trovano a lavorare in modo molto diverso, soprattutto in termini di assorbimento di corrente, che risulta per ovvie ragioni operative molto soggetto a picchi istantanei. In questo caso la batteria è composta normalmente da 4 celle, per una tensione nominale di 4,8v; per l'uso su elicotteri è bene tralasciare i tipi da 500 - 600 mAh, in quanto tale capacità è inadeguata al nostro tipo di utilizzo.

Si deve infatti pensare che con 5 servi presenti, oltre al giroscopio che assorbe di continuo circa 120 - 150 mA, l'assorbimento globale può arrivare tranquillamente ad un valore medio di oltre 1A, con punte massime di picco pari a oltre il doppio, soprattutto quando diversi servi partono e si muovono in contemporanea.

Quindi si dovrà prevenire l'uso di una batteria di almeno 800 - 1000 mAh per i modelli più piccoli (Shuttle, Concept 30), mentre è meglio passare a tipi da 1200 - 1700 mAh per i modelli più grossi, dove gli sforzi richiesti ai servi sono maggiori. Batterie del genere permettono di effettuare sui 4 - 5 voli di media durata in tutta tranquillità, sempreché la tiranteria di comando non presenti attriti passivi tali da compromettere la normale autonomia.

Da test ripetuti, ho potuto constatare che con una batteria Sanyo da 800 mAh, dopo 3 voli di circa 15 minuti l'uno (modello Concept 30), rimaneva ancora una capacità residua di circa 250 mAh, probabilmente sufficiente per un altro volo. A proposito di batterie, a volte capita di ritrovarsi in fase di messa a punto con il modello a baricentro leggermente arretrato (vedremo meglio in seguito come determinarlo), per cui è necessario aggiungere 100 - 150 gr. nel muso del modello; per raggiungere lo stesso scopo tanto vale montare batterie di maggiore capacità (e maggior peso), se non altro per portare in giro un carico che si rivela utile in termini di tranquillità d'autonomia. Per tenere sotto controllo in modo dinamico le condizioni della batteria che stiamo impiegando, sono poi molto utili particolari dispositivi, installati a bordo del modello e connessi su una uscita libera del ricevitore, che monitorizzano la tensione di funzionamento durante l'utilizzo, indicando mediante una barretta di led colorati lo stato di carica in tempo reale. Osservando tali led dopo ogni volo, e muovendo in contemporanea diversi servi per mettere sotto sforzo la batteria, si può vedere se questa è ancora capace di fornirci la giusta tensione, prima di partire per il volo successivo.

Eventualmente questo dispositivo può essere facilmente passato tra vari modelli, per effettuare test programmati via nel tempo.

Ultimamente sono apparse sul mercato nuovi tipi di batterie, denominate Ni-MH (Nickel Metal Hydride), molto diffuse nel settore dei telefoni cellulari, che presentano il vantaggio di un peso molto minore a parità di capacità (un pacco di 4 celle da 1700 mAh pesa ed ha circa le stesse dimensioni di un equivalente pacco al Ni-Cd da 600 mAh); questa è tuttavia una tecnologia, seppur già ben diffusa, ancora in fase di messa a punto, per cui queste batterie presentano per il momento alcuni aspetti fastidiosi, come autoscariche più veloci rispetto al Ni-Cd, (lasciate a riposo si scaricano da sole in 10 -15 giorni), oppure una minor capacità di erogare correnti elevate di picco a parità di amperaggio nominale; vi sono comunque buone speranze di forti miglioramenti in futuro (basti pensare ai passi da gigante che hanno fatto le normali celle al Ni-Cd), anche perché il Cadmio è considerato inquinante, per cui prima o poi si dovrà in qualche modo sostituirlo.

Un'ultima nota che può essere utile in termini di prevenzione di incidenti causati da batterie ormai invecchiate, è quella di scrivere sul pacco la data di acquisto, in modo da conoscerne con buona approssimazione l'età e di effettuare periodicamente (ogni 1-2 mesi) tramite un caricabatterie provvisto di cycler, un controllo sulla vera capacità che la batteria dimostra al momento del test, registrandone il tempo di scarica; abbinando questi due accorgimenti, è possibile prevenire improvvisi problemi dovuti ad una cella che si deteriora in volo, determinando una perdita di controllo totale del modello. Infatti una cella al Ni-Cd non consente facilmente di conoscere quale è il suo stato attuale di carica, in quanto fornisce a vuoto una tensione (1,2V per elemento), che è circa la stessa sia per una batteria carica che per una quasi scarica.

Se infatti prendiamo un pacco da 4 celle, lo scarichiamo completamente a 0v, e lo lasciamo poi a riposo, questo lentamente riporta la sua tensione circa a 4,7 - 4,8 v, come se fosse carico; se però proviamo di assorbire corrente, notiamo che la tensione ritorna velocemente a 0. Per questo motivo l'unico modo per conoscere lo stato di salute di una batteria al Ni-Cd è quello di immagazzinarvi energia (cioè la corrente fornita dal caricabatteria per 13 - 14 ore), e poi di scaricarla annotando il tempo durante il quale ci restituisce la corrente, scendendo fino a circa 1 - 1,05v per elemento.

Questo è appunto il test ciclico di cui si parlava prima, che ci permette di controllare via via nel tempo quando il nostro pacco da 4 celle inizia ad accorciare il tempo di scarica durante il test; a questo punto bisogna cominciare a valutare la cosa, e se il fenomeno è molto evidente occorre pensare ad una sostituzione, che è sicuramente meglio effettuare in modo prematuro piuttosto che ritardato, per ovvie ragioni. Le case produttrici, soprattutto le più note come la giapponese Sanyo, forniscono celle di ottima qualità, con un numero di cicli di carica - scarica di 300 - 500 volte, purché vengano rispettati certi parametri,

come evitare di surriscaldare le batterie durante la carica ( anche se effettuate la carica lenta, non superate le 14 - 15 ore ), oppure non lasciarle scaricare al di sotto dei 1 - 1,05v per cella ( dati recentissimi hanno evidenziato tramite lunghi test una maggior durata delle batterie usate in queste condizioni ) .

In ultima analisi, dipendiamo totalmente dalla efficienza di questa batteria, che è sottoposta anche a notevoli stress meccanici ( picchi di assorbimento, vibrazioni, urti, ecc ), per garantirci voli in piena sicurezza; anche solo in caso di dubbio, e soprattutto considerando il tipo di modello su cui è installata, vale la pena di sostituirla prima di essere costretti a raccogliere pezzi di modello sparsi ovunque.

Un ultimo discorso può essere fatto per quanto riguarda l'utilizzo di una batteria a 5 celle per il complesso ricevente; i vantaggi che se ne possono trarre riguardano soprattutto i servi, che risultano più veloci e con una maggiore potenza generata; normalmente tali componenti sopportano bene questa maggiorazione di tensione ( circa 6v sotto carico ), come pure i giroscopi; un discorso a parte è bene farlo per le riceventi, che normalmente sono progettate per una alimentazione di 5 - 6v massimi. Considerando che 5 celle appena caricate possono arrivare anche a generare 7,5v a fine carica, soprattutto se rapida, sarebbe prudentiale non collegarle subito alla ricevente, ma lasciarle qualche ora a riposo in modo da fare diminuire ( questo fenomeno è del tutto fisiologico e tipico delle celle al Ni-Cd ) la tensione totale al classico valore di  $5 \times 1,25v = 6,25v$  , valore tollerabile senza problemi anche dal ricevitore.

Dal punto di vista del fissaggio sul modello, occorre tenere presente che una batteria da 1200 - 1700 mAh pesa circa 220 gr, valore di una certa consistenza; il bloccaggio quindi deve essere fatto in modo sicuro ( nella quasi totalità dei casi questo viene fatto nella parte anteriore del modello, all'interno della capottina ). Si dovranno usare diversi elastici o fascette, dopo aver avvolta la batteria con gommapiuma, per isolarla dagli urti; un suo spostamento in volo può cambiare drasticamente il baricentro del modello, fatto già non troppo positivo, se non si arriva addirittura al distacco totale, con ovvie conseguenze. La stessa batteria, con il suo peso, può poi essere un comodo ausilio per avanzare volutamente il baricentro del modello in fase di messa a punto, se questo dovesse risultare troppo arretrato; a tale scopo può essere utile al limite montarla su una piccola "mensola" in plastica o legno, aggiunta nella parte anteriore del modello, sempre all'interno della capottina.

## Interruttore generale

Questo ultimo componente del complesso ricevente, spesso trascurato, merita invece tutta la nostra attenzione, in quanto spesso è fonte di improvvise problematiche, che si risolvono quasi sempre con una perdita completa di controllo del modello. I tipi che vengono forniti assieme ai radiocomandi sono di media qualità, e vanno sempre montati in modo ammortizzato, per evitare che le vibrazioni possano dare origine a contatti intermittenti. Questo può essere realizzato interponendo del biadesivo tra il corpo interruttore ed il punto di fissaggio, oppure montandolo con le due viti standard, interponendo però due rondelle di gomma o simile. Per chi sceglie poi di assemblare da sé l'insieme interruttore - cavetti di alimentazione, acquistando componenti di commercio, è consigliabile sempre utilizzare tipi di interruttori a slitta, a due vie, meglio addirittura a tre se reperibili, destinate ad essere messe in parallelo tra loro; in tale caso, sarebbe bene anche utilizzare cavetti di sezione maggiore si quanto normalmente usato ( 0,35 - 0,5 mm quadri ), soprattutto sui modelli muniti di servi più potenti, per evitare cadute di tensione eccessive tra batteria e ricevente, da dove tutti i servi prelevano corrente.

Quindi il cavo nero ( negativo ) rimane in un unico spezzone senza interruzioni, mentre il cavo rosso ( positivo ), viene interrotto e quindi ripristinato dalle diverse vie dell'interruttore messe in parallelo, per avere una maggiore garanzia di contatto. Tanto per fare un esempio, io utilizzo su di un modello Kalt GS a benzina, dove le vibrazioni sono maggiori ed i servi più potenti ( maggiore corrente in gioco ), una basetta speciale con due interruttori doppi in parallelo tra loro, per garantirmi una maggiore sicurezza.

I tipi a slitta sono poi preferibili rispetto ai tipi a levetta, in quanto i primi, ad ogni azionamento, ripuliscono per attrito i loro contatti, mentre i secondi ( a meno che non siano di tipo veramente professionale ), possono essere più soggetti a rimbalzi del contatto interno a causa delle vibrazioni. È poi una norma prudentiale quella di sostituire in ogni caso l'interruttore, anche se sembra funzionare correttamente, almeno una volta ogni 1 o 2 anni, a seconda della frequenza d'uso del modello. Un discorso di prevenzione vale anche per i cavetti e le spinette dei servi; questi particolari vanno tenuti controllati costantemente ( sfregamenti contro il telaio possono incidere il cavetto ), come pure le operazioni di inserzione ed estrazione delle spinette dalle loro sedi sul ricevitore ( non sempre effettuati in modo corretto ) possono portare a contatti intermittenti, causa di problemi sporadici se non addirittura di perdita di controllo del modello.

Riassumendo, si sarà notata l'insistenza con la quale viene enfatizzata la ricerca nella prevenzione di guasti o problematiche all'impianto ricevente, realizzata tramite una routine di manutenzione costante unita al classico buon senso, che non deve mai mancare, come nella vita anche nel nostro hobby; se questa viene effettuata regolarmente, richiede di volta in volta poco tempo e pochi soldi, e vi fornisce un buon margine di sicurezza anche personale, mentre se viene rimandata o trascurata è SEMPRE prima o poi fonte sicura di guai, che possono risolversi in danni materiali e nel caso peggiore anche personali.

## Montaggio della meccanica

*Siamo finalmente arrivati al momento in cui potremo mettere in pratica quanto finora descritto teoricamente; prima però di iniziare ad assemblare il vostro elicottero, intendendo con questo termine non solo le varie parti meccaniche, il motore e i relativi accessori, ma anche la parte elettronica nel suo insieme, è fondamentale munirsi di un certo numero di attrezzi, necessari non solo al lavoro immediato che ci attende, ma che costituiranno in seguito una dotazione di base praticamente indispensabile sia per eventuali montaggi di altri modelli che per la manutenzione ordinaria degli stessi; questa dotazione può essere costituita inizialmente da un numero limitato di attrezzi di comune reperibilità, come elencato di seguito:*

- Se non sono già contenute nel kit di montaggio, occorreranno chiavi a brugola ad L ed a T per viti di 2, 3 e 4MA.
- Chiavi a brugola con terminale sferico da 3 e 4 MA, molto comode per raggiungere più facilmente viti posizionate in luoghi poco accessibili.
- Alcuni cacciaviti per viti con testa a croce, medi e piccoli.
- Altri cacciaviti per viti con testa a taglio medio, piccolo e fine, quest'ultimo per poter regolare ad esempio il carburatore.
- Pinze con becco piatto e tondo.
- 1 pinzetta a molla sottile, per manipolare i pezzi più piccoli.
- Tronchese per filo armonico.
- 1 forbice multiuso, per ritagliare capottine e particolari in plastica.
- 1 coltellino a lame intercambiabili.
- 1 tubetto di grasso per cuscinetti.
- Chiave a tubo per candele glow.
- 1 tubetto di frenafili medio, tipo ad es. Loctite 243.
- Alcune chiavi esagonali per dadi di 3 e 4MA.
- 1 pinza speciale per rimuovere le sfere degli uniball, molto utile durante le regolazioni, per evitare di rovinare sia le sfere che le sedi in plastica dei giunti.
- 1 calibro almeno al decimo di mm, meglio ancora se di maggior precisione.

Inoltre è praticamente indispensabile disporre durante la messa a punto del modello di un misuratore di passo, con una gamma di misura di +/- 15 gradi, del cui uso parleremo più estesamente in seguito. Questo attrezzo consente di misurare in modo piuttosto preciso il valore del passo collettivo, risparmiando tempo e permettendo di procedere durante le regolazioni in modo esatto e ripetibile, senza quindi perdere tempo in inutili tentativi effettuati in modo approssimativo. I vari valori del passo collettivo, come vedremo in seguito sono determinanti per una corretta messa a punto del modello e l'uso del misuratore ci consente di effettuare tali rilievi sia in fase di messa a punto preliminare che successivamente al ritorno dal campo di volo, dove probabilmente avremo effettuato ritocchi sperimentali dei vari punti della curva relativa; questa seconda operazione, effettuata nel nostro laboratorio, ci servirà per potere annotare su una tabella e quindi ritrovare in futuro i giusti valori relativi al nostro modello, nel caso ad esempio dovessimo procedere ad operazioni di smontaggio di tiranti o peggio a seguito di incidenti di volo.

*Per chi volesse poi avere una maggiore flessibilità di intervento, considerando anche eventuali future necessità di manutenzione e modifiche del modello, sarebbero consigliabili anche le seguenti attrezzature aggiuntive:*

- Una serie completa di chiavi esagonali ed a tubo.
- Trapanino elettrico con alcune punte a partire da 1mm fino a 5-6 mm.
- Molettine per sagomare.
- Limette da metallo.
- Seghetto da traforo.
- Filiere e maschi da 2,3 e 4 MA.
- Saldatore a stagno, per i piccoli interventi sui cavetti e connessioni dell'impianto radio. - Collanti epossidici e ciaoacrilici.

Ovviamente a tutto questo si aggiungono le attrezzature già descritte in precedenza e necessarie al funzionamento del modello, come avviatori, batterie, miscele, ecc.

Fatte queste premesse generali, si può iniziare constatando che la maggior parte dei modelli presenti sul mercato presentano molte similitudini tra loro, e che le differenze si riscontrano principalmente nel modo in cui viene realizzata la riduzione ad ingranaggi per la trasmissione del moto verso i due rotori e soprattutto nel sistema utilizzato per il comando del piatto ciclico e del passo collettivo; quest'ultima è la parte cinematicamente più complessa, che deve essere ben studiata per capirne il funzionamento, riferendosi sempre al manuale di montaggio del modello in nostro possesso ed a quanto già detto nelle puntate precedenti.

A proposito del manuale, nella maggior parte dei casi è diventato anche una vera e propria fonte di utili informazioni che comprendono non solo le procedure di montaggio, ma anche molti consigli pratici sull'utilizzo del modello finito. Occorre leggerlo interamente ( spesso purtroppo è solo in lingua inglese, ma non mancano mai disegni ed esplosi molto chiari ) prima di procedere, non solo per dare una giusta sequenza alle operazioni di montaggio, ma anche per capire la funzione delle varie parti, soprattutto quelle di cui si diceva prima, cosa che ci sarà indispensabile per apportare e comprendere il significato delle varie regolazioni che andremo ad effettuare; inoltre occorre non lasciarsi prendere dall'entusiasmo, ma seguire invece un certo ordine durante le operazioni di montaggio, per evitare errori che ci costringerebbero successivamente a smontare parti già assemblate in modo non corretto.

## Accorgimenti generali

Iniziando il vostro lavoro di assemblaggio, probabilmente avrete dinanzi numerose buste contenenti diversi pezzi ognuna; è bene mantenere inizialmente divisi i vari sottoinsiemi, per non confondere tra loro parti simili, soprattutto le varie viti; a tale scopo possono essere usate scatolette di plastica o simili, dove riporre le parti durante il montaggio.

Se durante l'assemblaggio trovate particolari che forzano, che non si muovono liberamente come dovrebbero, ecc., cercate di sistemare le cose sin dall'inizio, senza rimandare a dopo queste operazioni; il montaggio deve essere eseguito in modo ottimale, in quanto su di un elicottero la parte meccanica è fondamentale per un corretto funzionamento e quindi l'approssimazione deve essere ridotta ai minimi termini; la parola d'ordine è cura nel montaggio ed uso di buon senso. Usate sempre sulle viti dove specificato del frenafilietti medio, per evitare di ritrovarvi con parti allentate a causa delle vibrazioni (è sufficiente bagnare gli ultimi mm della vite, senza esagerare nell'uso del frenafilietti, per non rendere troppo difficile se non impossibile un successivo smontaggio).

Se vi sono dei cuscinetti il cui perno è costituito da una vite che deve essere bloccata in tale modo, occorre prima infilare il cuscinetto sulla vite, e solo dopo bagnare con il frenafilietti la punta della stessa, per evitare il pericolo di contaminazione alle sfere del cuscinetto, problema che purtroppo si risolve solo sostituendolo con uno nuovo (notare che i cuscinetti più piccoli hanno sempre i prezzi più alti).

Anche i dadi autobloccanti vanno serrati senza esagerare, e sostituiti quando la parte in plastica si logora a seguito di ripetuti smontaggi. Per quanto riguarda le viti autofilanti (quasi sempre del tipo a croce) usate sempre un cacciavite di misura adatta per evitare di rovinarne le teste; inoltre occorre non serrarle con troppa foga, cosa che potrebbe deformarne le sedi, soprattutto se queste sono su particolari in plastica.

Quando si montano poi squadrette di rinvio che sono munite di boccole o cuscinetti, non accontentatevi solo di assemblare velocemente il tutto (un elimodella non è un modellino statico), ma dovrete sempre verificare che la squadretta si possa muovere liberamente e col minimo gioco, per non pregiudicare la scorrevolezza dei comandi.

Teniamo sempre in considerazione che anche se la scatola di montaggio è un prodotto industriale, sono in ogni caso presenti delle tolleranze di lavorazione su qualunque pezzo, per cui occorre non dare nulla per scontato, ma verificare invece tutto quello che si sta assemblando. Durante l'installazione dei vari tiranti, che quasi sempre sono muniti alle estremità di giunti uniball, si deve sempre controllare (contando i giri che vengono effettuati al montaggio) che questi siano avvitati sul relativo tirante per almeno per 7 - 8 mm ognuno, in pari quantità per ogni lato; se si devono poi assemblare più tiranti di uguale lunghezza (vedi ad esempio i tiranti del passo, che lavorano in coppia), si può verificarne l'uguaglianza con un calibro, misurandoli tra i due lati estremi esterni (fig. 1), dopo aver rimosso le eventuali bavette in plastica che a volte si trovano sugli uniball.

Questi accorgimenti possono sicuramente fare risparmiare tempo quando si andrà al campo di volo, dove ci si ritroverà con il modello più prossimo alle regolazioni ottimali. Una parte che merita una particolare attenzione è l'insieme degli ingranaggi di riduzione posti tra l'albero motore ed il complesso dei due rotori; questa riduzione ha lo scopo di adattare il numero dei giri del motore (12000 - 18000 giri /1') a quelli necessari al rotore principale ed a quello di coda (rispettivamente circa 1500 - 1800 giri /1' e 7000 - 8000 giri /1').

Di solito queste coppie di ingranaggi sono in materiale plastico, oppure miste con accoppiamento metallo - plastica; la cosa importante è assicurare che sia presente il dovuto gioco di montaggio, per evitare consumi prematuri od inutili attriti. Per fare questo ci si può servire di una striscia di carta (un ritaglio di un normale foglio da lettera), che viene infilata preventivamente tra i due ingranaggi da accoppiare; dopo averla inserita si accostano e si bloccano tra loro in posizione le due parti, rimuovendo successivamente la carta facendo ruotare il tutto; il foglio dovrebbe uscirne con delle pieghe a fisarmonica ben marcate, senza però che siano visibili delle vere e proprie incisioni, che denotano un gioco troppo scarso.

Si deve anche verificare che il gioco così lasciato rimanga su tutti i 360 gradi di rotazione dell'ingranaggio, in quanto a volte possono esserci delle piccole deformazioni, che causano una rotazione leggermente fuori centro delle parti; anche il parallelismo di rotazione tra denti che ingranano tra loro deve essere verificato con cura prima del serraggio finale, specialmente dove sono previste asole a tale scopo (fig. 2).

Periodicamente va poi verificato lo stato di usura dei denti degli ingranaggi, che inevitabilmente si consumano, soprattutto sui modelli più economici dotati di parti in plastica; se esiste la possibilità di recuperare il gioco prodottosi, tramite ad esempio degli spessori, questo va fatto, altrimenti in casi estremi occorre sostituire tutto il pezzo, che d'altra parte è spesso di prezzo modico. Una avvertenza utile è poi quella di tenere puliti tali ingranaggi (specie se lavorano allo scoperto, come nella maggior parte dei casi), per cui alla fine dei voli è consigliabile rimuovere con un pennello la polvere accumulata, per evitare che possa costituire assieme all'olio residuo dello scarico un impasto abrasivo che durante i successivi funzionamenti accelererebbe l'usura della dentatura stessa. Un altro punto importante è connesso alla trasmissione del moto verso il rotore, ed è costituito da quella vite, presente in ogni modello e quasi sempre di 3MA, che rende solidali l'ingranaggio principale all'albero del rotore; questo particolare è sottoposto ad uno sforzo a taglio notevole, ed a volte questa vite è di tipo standard, cioè filettata per tutta la sua lunghezza, per cui in realtà il nocciolo centrale (che è quello che sopporta lo sforzo) si riduce a circa 2,5 mm di diametro; se si riscontra questo fatto sul proprio modello per ovvi motivi meccanici sarebbe consigliabile sostituire tale vite con una del tipo rigorosamente a brugola in acciaio, a gambo solo parzialmente filettato (fig. 3), in modo da aumentare al massimo la sezione resistente.

Lo stesso identico concetto prudenziale si può applicare anche all'altra vite, simile alla precedente, che blocca la testa rotore sull'albero medesimo ed ancora a maggior ragione per quanto riguarda le due viti che vengono usate per bloccare le pale sulle relative pinze (siano queste di 3 o di 4MA). Queste viti devono sopportare sforzi notevolissimi durante il volo, che aumentano linearmente col peso delle pale, ed in ragione quadratica rispetto alla loro velocità periferica di rotazione, per cui vanno verificate periodicamente.

## Tubo di coda e scatola di rinvio del codino

Per portare il moto al rotore di coda viene usata universalmente una scatola di trasmissione angolare, munita di una coppia di ingranaggi conici in plastica o metallo, posta al termine del cosiddetto "tubo di coda", così denominato in quanto altro non è che un lungo tubo di alluminio o carbonio, che collega la fusoliera al rotore di coda, fornendo a quest'ultimo il braccio di leva necessario a controllare l'elicottero sul suo asse verticale.

Il trasferimento vero e proprio del moto al rotore di coda è generalmente realizzato in due modi; il primo metodo utilizza un filo di acciaio armonico da 1,6 - 2 mm, sagomato opportunamente ad occhiello alle estremità, oppure munito di giunti ad incastro riportati, trattenuti da grani a brugola ( usato ad esempio su modelli come il Concept 30 ), mentre il secondo metodo si serve di una cinghietta dentata che opportunamente inserita nel tubo trasmette il moto alla coda tramite piccole puleggie ( usata ad esempio su vari modelli Hirobo, tipo ad esempio lo Shuttle ).

Entrambi i metodi funzionano ottimamente, a patto di un montaggio corretto e di verifiche periodiche. La trasmissione con il filo d'acciaio viene praticamente realizzata mediante uno spezzone di filo armonico, che reca ad esempio ad una estremità un occhiello che si inserisce in un apposito vano posto da un lato all'uscita della riduzione ad ingranaggi, mentre dall'altro lato viene fissato all'albero che trascina la coppia conica di coda tramite 2 o 3 grani a brugola ( per ragioni di sicurezza ).

Il filo è guidato all'interno del tubo in opportune boccole in plastica, che impediscono al filo di oscillare liberamente quando ruota; quando si utilizza questo metodo di trasmissione, è importantissimo verificare periodicamente ( meglio farlo una volta in più che una in meno ) che i grani di fissaggio dal lato della coda del filo armonico siano serrati e bloccati con frenafili; se nel tubo di coda che viene fornito non sono già presenti dei fori di servizio destinati a tale scopo, è consigliabile prima di montare questa parte di praticarli in proprio, esattamente in corrispondenza dei grani interni che dovranno poi essere controllati, per poterlo poi fare periodicamente anche a modello montato. Un altro accorgimento è quello di realizzare al termine del filo di trasmissione, dove andranno a serrarsi i grani stessi, un piccolo pianettino di lavoro profondo 0,4-0,5 mm, in modo tale che la stretta avvenga su una superficie di appoggio piana, garanzia di una tenuta ottimale.

Questo accorgimento è valido per tutti i serraggi effettuati con grani o viti su superfici cilindriche ( fig.4 ). Nel caso la coppia conica di coda utilizzi ingranaggi metallici, che dovranno essere lubrificati periodicamente con grasso, può essere utile praticare preventivamente sulla scatola che li contiene un foro di servizio, tappato poi con una piccola vite, che trovandosi in corrispondenza della coppia conica interna ne permetta la lubrificazione dall'esterno, senza alcuna operazione di smontaggio ( fig. 5 ).

Se il modello in nostro possesso utilizza invece la trasmissione a cinghia dentata, si dovrà verificare la tensione periodicamente, in modo da evitare usure premature, sia della cinghia che delle pulegge. La giusta tensione vi dovrà permettere, premendo tra loro le due parti esposte della cinghia vicino alla puleggia anteriore, di avvicinarle fino a circa dimezzare la distanza che normalmente le separa; se questo non avviene, probabilmente la cinghia è troppo tesa.

Per i modelli che utilizzano questo sistema di trasmissione, occorre anche prestare attenzione al verso in cui questa viene ritorta di 90 gradi per effettuare la trasmissione del moto; infatti il montaggio lo si può effettuare in due modi, ottenendo però ovviamente solo in un caso il giusto verso di rotazione del rotore di coda. Per entrambi i metodi di trasmissione, dopo aver montata questa parte, va verificato che tutto il sistema risulti libero e scorrevole, facendo anche ruotare a mano il rotore principale; il rotore di coda dovrà "seguire" il moto senza attriti od impuntamenti.

Per quanto riguarda invece la trasmissione del comando del passo al rotore di coda dal servo relativo, viene normalmente usato un filo d'acciaio, che corre parallelo in una apposita guaina sostenuta in vari punti lungo il tubo di coda stesso; la cosa da verificare è quella di avere un movimento nei due sensi il più libero possibile da giochi od attriti, che porterebbero ad un comando del codino impreciso, con piccole variazioni autonome del passo di coda, e quindi con un modello instabile sul suo asse verticale.

Controllate quindi che muovendo a mano il comando, il passo di coda vari in modo continuo e conseguente, senza scatti, anche per piccoli spostamenti fatti appositamente per testare l'eventuale presenza di isteresi nel movimento. Nel caso poi che i sostegni della guaina di trasmissione siano lontani tra loro, con conseguente flessione della stessa durante i movimenti, non esitate ad aggiungere uno o due sostegni aggiuntivi, realizzabili ad esempio anche infilando sulla guaina dei pezzetti di tubetto da miscela, che funge da distanziatore dal tubo di coda, e bloccandoli poi con un giro di nastro adesivo attorno al tubo stesso.

Questo è un punto molto importante da verificare, in quanto potrebbero sorgere problemi di oscillazione della coda sia in hovering che in volo traslato che renderebbero difficile il controllo del modello, non facilitando sicuramente i primi approcci di volo.

## Derive orizzontale e verticale

Queste hanno lo scopo ovvio di stabilizzare il modello quando questo si trova in volo traslato, comportandosi come il piano di coda e la deriva di un aeroplano, mentre in hovering praticamente non hanno alcun effetto aerodinamico.

La parte inferiore della deriva verticale ha però anche lo scopo aggiuntivo di proteggere il ruotino di coda da urti sul terreno, per cui va verificato che sia sufficientemente lunga da toccare il suolo sicuramente per prima; in caso contrario od anche solo precauzionalmente è bene fissare delle piccole appendici ausiliarie nella sua parte inferiore, per allungarla di alcuni centimetri. Spesso infatti viene sottovalutato il rischio di contatto delle palettine di coda col terreno, oppure anche solo con arbusti più consistenti del solito che si possono trovare tra l'erba; bisogna sempre tenere presente che tanti piccoli colpetti accumulati ad ogni giro, senza che il pilota se ne renda conto, possono snervare non tanto le palettine, che sono abbastanza flessibili ( i tipi in carbonio a parte ), ma piuttosto le viti od i grani di 3MA che in alcuni modelli fungono da perno di rotazione per le pale e le fissano al mozzo centrale di coda, con pericolo di futuri cedimenti inaspettati in volo.

Per quanto riguarda invece la deriva orizzontale, questa può condizionare notevolmente l'assetto del modello in volo traslato, per cui spostandola avanti o indietro si possono variare le caratteristiche di governabilità e stabilità del modello stesso; la sua superficie è sempre un compromesso tra l'esigenza in hovering ( dove è praticamente senza effetto ), e quella in volo traslato, dove invece sarebbe utile averla di superficie più estesa, per renderla aerodinamicamente più efficace e quindi stabilizzare il modello.

## Riepilogo generale

A questo punto, anche supportati da quanto detto in precedenza a riguardo delle altre parti accessorie, quali motore, scarico, serbatoio, ecc e di tutto l'impianto radio posto sul modello, dovrete essere arrivati al termine del vostro lavoro, iniziato in modo teorico diverse puntate fa e concluso ora con il montaggio del modello.

Ci attendono ora le regolazioni preliminari prima delle prove di volo vere e proprie. Dovrete già avere familiarizzato con il trasmettitore in vostro possesso, in modo da apportare facilmente le modifiche necessarie ai vari parametri e conoscere bene la funzione dei vari comandi, nonché l'effetto che questi hanno sul modello.

Conviene quindi esplorare tutti i menu' e sottomenu' che il vostro trasmettitore vi mette a disposizione, sperimentando se necessario mediante la ricevente ed alcuni servi ancora smontati dal modello.

## Determinazione del centro di gravità

Per questa operazione occorre montare la capottina e se non fosse ancora stato fatto anche la batteria del complesso ricevente, in modo da ritrovarsi con il modello completo, come se fosse pronto al volo; il corretto posizionamento del centro di gravità ( CG ) è molto importante in quanto influisce notevolmente sulle doti di volo.

Il CG longitudinale di un elicottero deve trovarsi in corrispondenza del rotore principale, oppure spostato appena pochi mm anteriormente, in modo da far mantenere al modello un assetto orizzontale rispetto al suolo od al limite leggermente inclinato in avanti quando viene sollevato come descritto di seguito: per effettuare questa verifica, occorre disporre il flybar trasversalmente rispetto al modello e sollevarlo agganciandolo con le dita poste vicino alla testa del rotore, sostenendolo proprio tramite l'asta del flybar, libero di basculare.

Il test va fatto a serbatoio vuoto per i modelli che hanno quest'ultimo posto anteriormente ( rispetto quindi all'asse del rotore ), mentre va fatto a serbatoio pieno per quelli che lo montano posteriormente.

Nel primo caso infatti, aggiungendo il peso della miscela all'atto del rifornimento avremo il centro di gravità che si sposterà inizialmente più in avanti, per poi arretrare poco a poco durante il volo, fino a raggiungere il valore ottimale quando appunto la miscela si sarà esaurita del tutto; nel secondo caso invece avendolo determinato già con la miscela a bordo, inizialmente avremo un centro di gravità nella sua posizione ottimale, per poi ottenere un leggero avanzamento mano a mano che la miscela va esaurendosi durante il volo.

La situazione da evitare è quella di trovarsi con un modello a baricentro arretrato, fatto che rende il modello più instabile, soprattutto se tale arretramento è molto accentuato. Per un controllo corretto, sollevate il modello facendo riferimento ad un piano, e verificate quanti mm restano dalla parte posteriore dei pattini quando la parte anteriore tocca il piano; questo valore deve andare da 0 ( il modello è perfettamente orizzontale ) a circa 10 mm ( in questo caso risulta leggermente inclinato in avanti ).

In ogni caso non volate mai con un modello con il centro di gravità arretrato; in hovering è sempre meglio avere un modello che tende leggermente in avanti, in direzione opposta al pilota, piuttosto che il contrario; anche durante il volo traslato è consigliabile che l'assetto del modello sia neutro, oppure ancora leggermente tendente in avanti, in modo da mantenere da solo una leggera prevalenza al movimento orizzontale, fatto che per il principiante è di più facile gestione. Ovviamente nel caso in cui il centro di gravità risulti fuori posto ( in alcuni casi il modello può risultare pesante in coda ), va corretto spostando verso il muso ad es. batteria e giroscopio, oppure al limite fissando pezzi di piombo ad esempio all'interno del muso della capottina, sempre in modo sicuro ( con viti, fascette, ecc. ) , in quanto urti e vibrazioni possono facilmente spostare masse fissate in modo precario. Per quanto riguarda il centro di gravità laterale, di norma non pone particolari problemi, in quanto le masse principali presenti sono quasi tutte già concentrate verso il centro; sono solo da considerare sotto questo aspetto gli eventuali carrelli ausiliari che potranno essere impiegati durante l'apprendimento; occorre fissarli bene al modello, in modo che non si possano spostare lateralmente o longitudinalmente in alcun modo durante il volo, anche se inizierete solo col volo stazionario.

È evidente che il controllo dei baricentri, una volta fatto ed a meno di grossi cambiamenti nel montaggio globale ( come spostamento di servi, utilizzo di scarichi più lunghi, e quindi con variazioni sostanziose sulla distribuzione dei pesi ), rimane sempre valido, per cui va fatto una sola volta.

## Regolazioni preliminari del complesso radio

Visto che la prima manovra da apprendere sarà l'hovering, cioè il volo stazionario, vediamo quali sono le regolazioni ottimali da effettuare a tale fine. L'hovering è la manovra di base, con la quale iniziano e terminano tutti i voli di un elicottero, per cui deve essere appresa con sicurezza prima di effettuare qualunque altro tipo di manovra; lanciarsi in volo traslato senza aver compiuto questo primo passo può per i primi momenti dare anche l'impressione di avere il controllo sul modello, fino a quando poi non si tenta di arrestarne la corsa; in questo frangente sicuramente nasceranno problemi di ogni genere, evidenziando quelle che sono le differenze di comportamento aerodinamico tra aeromodelli ed elicotteri, per cui facciamo un passo alla volta.

Le regolazioni che vedremo per prime sono legate a questo tipo di utilizzo, oltre che a tenere conto del fatto che il pilota può essere alle prime armi; per tale ragione si rende necessario regolare il modello in modo da renderlo il più docile possibile, al fine di evitare reazioni troppo violente che possono essere provocate, mal gestite o amplificate da una mano inesperta. Sono stati già descritti alcuni menù di base tipici delle radio per elicotteri; occorre adesso prendere confidenza anche con quelli più avanzati, come ad esempio le regolazioni delle corse ( ATV ), regolazioni delle curve di motore e passo collettivo, compensazioni di coda, ecc.

Iniziate quindi il lavoro sistemandovi su di un tavolo, con il modello dinanzi ed il trasmettitore a portata di mano; accendete prima il trasmettitore e poi il ricevitore ( la sequenza di accensione dovrà essere sempre questa, anche al campo di volo ) . Se il vostro trasmettitore consente di memorizzare dati relativi a più modelli, inserite subito sul display il nome prescelto, per poterlo ritrovare successivamente in modo univoco. Per prima cosa dovremo scegliere il tipo di piatto ciclico relativo a quello del modello in nostro possesso; questa scelta condizionerà direzioni e movimenti dei vari servi interessati, per cui va effettuata preliminarmente dall'apposito menu' del trasmettitore.

Fatto questo, iniziate a muovere uno stick per volta, con piccoli movimenti e controllate subito se le direzioni di comando dei vari servi corrispondono a quelle necessarie al vostro caso; per il piatto ciclico la cosa è di semplice verifica, visto che questo dovrà seguire i movimenti del relativo stick di comando ( stick in avanti, piatto ciclico in avanti; stick a destra, ciclico a destra, e così' via ).

Nel caso dello stick del passo collettivo il controllo è un po' più complesso, in quanto occorrerà verificare due funzioni, e cioè il passo vero e proprio ed il comando del gas ( non dimentichiamo che questi due comandi sono abbinati dal software del trasmettitore ). Per controllare il verso del passo, occorrerà verificare che le pale montate sulle pinze assumano una incidenza positiva quando si aumenta il passo e viceversa ( fig. 6 ), indipendentemente dal verso di movimento delle tiranterie che le comandano, che potranno trovarsi verso il bordo di entrata o di uscita della pala. Per quanto riguarda il comando del gas, si dovrà sapere preventivamente quale è la direzione relativa alla apertura totale del carburatore, che coinciderà ovviamente con la posizione di massimo passo collettivo.

Nel caso in cui uno o più servi ruotino nel verso sbagliato, si agirà sui rispettivi comandi di inversione, accedendovi dal relativo menu'. Fatto questo, si può procedere con la regolazione di base, e cioè la determinazione della corsa totale di ciascun servo, quasi sempre divisa in due zone a partire dal centro; la regola generale da seguire mira all'ottenimento della giusta escursione totale, senza impuntamenti a fondo corsa od a movimenti parzialmente a vuoto, utilizzando sempre la maggior parte possibile della corsa elettrica del servo.

Per fare questo, iniziate ( con un comando per volta ) ad inserire dal menu' ATV delle percentuali del 100% da entrambi i lati, correggendo se necessario contemporaneamente sul modello la lunghezza del tirante di comando o spostando il foro utilizzato sulla squadretta del servo; quando sarete già vicini al valore giusto, potrete rifinire la regolazione correggendo di qualche punto percentuale i valori ATV; questo vi permetterà di ottenere la massima risoluzione possibile di posizionamento del servo in funzione della corsa che volete ottenere. Visto come procedere per le corse dei servi, vediamo ora di descrivere meglio quali dovranno essere tali corse dal punto di vista quantitativo, cioè di quanto orientativamente si dovranno muovere le varie parti di comando. Per quanto riguarda il piatto ciclico ( quindi movimenti avanti - indietro e destra - sinistra ), un buon punto di partenza può essere attorno ai 10 - 15 gradi di inclinazione totale per ogni lato, corrispondenti ad una corsa verticale e globale dell'uniball di circa 15 - 20 mm; tali valori potranno essere poi ridotti parzialmente tramite i sottomenu' DUAL RATE relativi a ciascun comando ( siglati spesso AIL come alettoni ed ELE come elevatore ), per rendere la risposta del modello più morbida, senza però perdere le regolazioni meccaniche globali già fatte; tali riduzioni dovranno essere al massimo del 15-20%, per non incorrere nel problema già evidenziato di perdita di risoluzione del comando. Con questo tipo di regolazioni, anche con un comando di grossa entità applicato per errore dal pilota, otterremo un comportamento del modello meno scattante, favorendo i primi approcci col pilotaggio.

Passando poi al servo del rotore di coda, un valore iniziale ( inserito dal menu' relativo, spesso siglato RUD come rudder ), può essere pari a circa il 75 - 85%; si dovrà in ogni caso verificare che la forcella di comando relativa possa muoversi liberamente sul suo asse senza creare sforzi eccessivi; anche tali valori saranno determinati il modo più preciso durante i primi voli. Per verificare invece il verso di movimento del servo che comanda il ruotino di coda, si può fare riferimento alla fig. 7, che indica chiaramente come le palettine di coda devono spostarsi per produrre più o meno trazione sulla coda, generando rotazioni orarie od antiorarie del modello. Si è volutamente lasciati per ultimi i comandi del passo collettivo e del gas motore, che sono abbinati su di un solo stick, in quanto risultano i più complessi da regolare correttamente.

Iniziamo a prendere in considerazione le corse di questi due servi, per poi successivamente inserire i dati relativi alle cosiddette "curve". Per quanto riguarda il comando motore, va regolato il modo che con lo stick ed il relativo trim al minimo, il carburatore sia completamente chiuso ( potremo così' spegnere il motore quando sarà necessario ), mentre al massimo della corsa si dovrà ottenere l'apertura totale del carburatore; questi due limiti possono essere rifiniti esattamente variando come prima descritto le percentuali ATV, fino ad ottenere movimenti senza impuntamenti del servo. Veniamo ora al comando del passo collettivo; in questo caso occorre necessariamente usare il misuratore di passo, come precedentemente detto. Vediamo ora di spiegare meglio in che cosa consiste e come deve essere usato; tale strumento può essere realizzato in diversi modi, ma indipendentemente dalla forma viene impiegato inserendolo su di una pala ( a sua volta montata sulla



relativa pinza portapala ) presa come riferimento; lo scopo finale è quello di misurare le angolazioni che detta pala assume rispetto all'orizzonte di riferimento quando spostiamo lo stick di comando del passo collettivo.

A questo proposito abbiamo visto che anche i comandi del passo ciclico influenzano l'angolo delle pinze portapala, agendo indirettamente su di queste tramite i leverismi connessi al flybar, per cui questa misura deve essere obbligatoriamente effettuata con il piatto ciclico perfettamente azzerato, cioè perpendicolare in tutte le direzioni rispetto all'albero del rotore, azzerando così l'effetto che il piatto ha sull'inclinazione delle pale.

Quindi per effettuare la misura del vero passo collettivo si procede come segue: dopo aver montata la pala di riferimento sulla relativa pinza, la si dispone trasversalmente al modello e si pone il piatto ciclico perfettamente perpendicolare all'albero del rotore ( in entrambe le direzioni , cioè sia trasversalmente che longitudinalmente ); questo può essere fatto agendo sui trim del trasmettitore, fino ad ottenere questa situazione di livellamento, aiutandosi se necessario con piccoli blocchetti di legno posti sotto il piatto stesso. Si deve poi bloccare l'asta del flybar ( la fig. 8 riporta un esempio facilmente adattabile a vari modelli di elicotteri ), in modo da disporla perpendicolarmente all'albero del rotore ed in posizione longitudinale, cioè allineata al tubo di coda. In tal modo le pinze portapala non saranno più influenzate da alcun comando ciclico e seguiranno solo il movimento del passo collettivo; inserite ora il misuratore di passo sulla pala ed azzeratelo, tralasciando l'asta del flybar ed il lato di riferimento del misuratore.

L'indice di quest'ultimo segnerà un certo valore sulla scala graduata, che costituisce il vero angolo di passo della pala ( incidenza ) riferito ad una data posizione dello stick di comando. Quindi ogni volta che si muoverà il passo collettivo nei vari punti che ci interessano, per effettuare la nuova misura dovremo dapprima riallineare l'asta del flybar con il riferimento del misuratore e poi leggere il valore angolare relativo sulla scala graduata.

La prima cosa da verificare è l'escursione totale disponibile, spostando lo stick da un estremo all'altro e misurando i due valori estremi ottenuti; si possono quindi inserire valori iniziali ATV relativi al canale del passo collettivo pari al 100% per entrambi i lati, aiutandosi se necessario anche con regolazioni meccaniche. Per le sole esigenze di hovering sarebbe sufficiente una escursione da circa 0 gradi a circa 6-7 gradi, ma considerando di effettuare una regolazione che poi ci servirà anche per il volo traslato, sarà bene aumentarla fino ad arrivare ad un minimo di circa 2 gradi negativi ed ad un massimo di circa 8 - 9 gradi positivi ( 10-11 gradi totali ), per avere già disponibile successivamente una escursione maggiore, senza dover poi rifare tutto di nuovo. Per ottenere questa escursione globale si dovrà agire come già detto per poi rifinire il tutto mediante le percentuali ATV del passo collettivo.

Possiamo ora impostare la vera curva del passo collettivo, valida per l'hovering; mantenendo quindi inserito il misuratore, si passa al menu' che visualizza la prima curva disponibile. Dato che questa viene associata al volo stazionario, dovremo inserire dei valori adatti a questa manovra iniziale, limitando solo via software le escursioni globali fatte in precedenza; i moderni trasmettitori permettono di suddividere come già detto l'intera escursione in più zone separate, che in genere sono quattro ( in alcuni trasmettitori anche oltre ), per un totale di cinque punti programmabili. Tali punti sono identificati dai valori 0 - 25 - 50 - 75 e 100%, che sono riferiti alla percentuale di corsa del servo.

A questo punto dobbiamo stabilire una connessione tra queste percentuali e la posizione del nostro stick di comando, che si riflette tramite le tiranterie in un angolo di passo. Un procedimento che può essere utile a tale scopo è quello di contare gli scatti che vengono effettuati dallo stick gas - passo ( che in ogni trasmettitore è appunto non autocentrante, ma si muove a piccoli passi ) da un estremo all'altro, dividendoli poi per quattro ( nel caso ipotetico in cui la curva da inserire sia a 5 punti ). La prima posizione, relativa al passo minimo, corrisponderà allo 0%; dopo un quarto dei passi saremo esattamente in corrispondenza del 25%; al secondo quarto saremo sul 50%, ai 3/4 dei passi al 75% e per finire al massimo sul 100%. Questa manovra ci consentirà di legare le varie posizioni dello stick a punti ben precisi sulla curva, permettendoci di essere ripetibili nella procedura e riducendo gli errori al minimo.

È da notare che alcuni trasmettitori sono dotati di display grafici che visualizzano lo spostamento dello stick tramite un puntino che si muove direttamente sulla curva, oppure che indicano numericamente anche tale posizione, per cui quanto prima descritto risulta superfluo. Vediamo ora quali dovranno essere i valori del passo collettivo da ottenere in corrispondenza dei cinque punti prima descritti, inserendo via via adatti valori numerici tramite la tastierina del trasmettitore: al minimo ( 0% ) dovrete regolare il valore fino a leggere sul misuratore di passo circa 0 gradi; considerando che il minimo passo meccanico ottenibile era stato predisposto per circa 2 gradi negativi, dovrete inserire un valore pari a circa 10-15 per arretrare il servo dal suo fondo corsa ed ottenere ora 0 gradi. Spostate poi lo stick di un quarto del numero di passi conteggiato prima ( vi trovate ora in corrispondenza del 25% ); si dovrà qui inserire un valore tale da far segnare circa 2-3 gradi di passo al misuratore; con lo stick al centro ( zona dove il modello sarà mediamente in hovering ) si dovrà ottenere una misurazione pari a circa 4-5 gradi. Proseguendo, con lo stick a 3/4 della corsa ( vi trovate ora al 75% della corsa ) si dovranno leggere circa 6 gradi, mentre in corrispondenza dello stick al massimo si dovranno ottenere all'incirca 7 - 8 gradi di passo collettivo.

Come si vede, avete appena realizzata una curva che non è lineare, bensì segue un andamento che è più ripido all'inizio per poi "ripiegarsi" da metà corsa in avanti, così come era già stato detto in precedenza, che si adatta alle esigenze aerodinamiche del rotore principale ( fig. 9 ). Potete ora togliere il misuratore di passo spostandovi sul menu' delle curve del gas, e precisamente su quella che viene associata alla manovra di hovering ( quando si seleziona una curva, in realtà si tratta sempre di una coppia di curve, una per il passo ed una per il gas ); con lo stesso procedimento prima descritto dovrete inserire in corrispondenza dei vari punti percentuali ( 0 - 25 - 50 - 75 e 100% ) altri valori numerici; una cosa da fare preliminarmente è quella di regolare la vitina di battuta del minimo del carburatore, in modo che questo possa chiudersi del tutto, permettendoci quando necessario di spegnere il motore; il punto di minimo sarà regolato spostando opportunamente il primo punto della curva del gas, oppure agendo solo sul trim relativo.

Nel caso del comando al carburatore non abbiamo nulla che ci misuri direttamente gli angoli, anche se è sempre possibile montare sul tamburo del carburatore un piccolo e rudimentale goniometro, che ci fornisca valori di riferimento anche approssimativi. In ogni caso al minimo dovremo ottenere una apertura del carburatore che ci consenta di mantenere il motore in moto ( qualche grado avanti rispetto alla posizione di tutto chiuso ); con lo stick al centro dovremo aprire il carburatore un po' meno della metà della sua corsa totale, ( questo dato può variare, soprattutto verso l'alto ed in base alla cilindrata, al tipo di motore e soprattutto in base alla carburazione ), mentre al massimo inseriamo per il momento un valore che apra il carburatore non totalmente, ma solo circa dell'80-85% di quanto disponibile come massimo.

Per i due valori intermedi si inseriranno per il momento valori numerici a cui corrispondano posizioni anch'esse intermedie tra il valore centrale e quelli estremi. È da puntualizzare che quanto detto sopra si riferisce a curve a 5 punti di regolazione; esistono trasmettitori che permettono la programmazione di curve dotate di un maggiore numero di punti, ma i concetti generali sono gli stessi.

È bene fornire ora una motivazione di quanto detto finora a proposito di queste due curve iniziali, adatte per l'hovering e soprattutto per un pilota agli inizi; per quanto riguarda il comando del gas, questo viene limitato nella zona alta in quanto in hovering non serve avere a disposizione tutta la potenza, unitamente al fatto che questa stessa regolazione permette anche di ritrovarsi con un modello più docile, che sale meno facilmente di quota, e quindi più controllabile anche nel caso di un comando sovradosato; per quanto riguarda invece il passo collettivo, viene limitato nella zona bassa ( vedi il minimo a 0 gradi ) per evitare che in caso di abbassamento repentino del relativo comando ( stick portato al minimo bruscamente ), il modello venga "attirato" più violentemente del voluto verso terra, a causa proprio di una eventuale regolazione negativa di passo collettivo al minimo.

Infatti il problema più ricorrente durante le prime esperienze è proprio quello di fare atterrare il modello in modo brusco, presi dal panico; in questa situazione, se le pale vengono anche ad assumere una incidenza negativa, si corre più facilmente il rischio di farle deflettere fino a toccare con queste il tubo di coda ( sembra strano, vista la distanza, ma succede anche troppo spesso! ), con effetti devastanti ( pale e tubo di coda rotto, albero principale storto, ecc. ).

Avere regolato il passo al minimo a 0 gradi od anche leggermente positivo limita questo problema, anche se non lo risolve totalmente. A questo proposito si può notare che tra i vari tipi di eliomodelli disponibili sul mercato, ve ne sono alcuni, più adatti proprio ai principianti, che hanno l'albero del rotore principale più lungo degli altri, in modo da aumentare il più possibile la distanza tra le pale ed il tubo di coda, favorendo quindi questo aspetto a leggero discapito del comportamento acrobatico del modello ( il rotore è più distante dal punto di baricentro verticale, per cui l'assetto globale è più stabile, cosa che contrasta con l'acrobazia, che avrebbe bisogno di un modello il più possibile manovrabile ).

Tenete comunque presente che una regolazione del passo in zona negativa sarà invece molto utile successivamente, quando sarà necessario atterrare in modo controllato a seguito di un volo traslato, per evitare che il modello "galleggi" in aria durante la fase finale del volo.

Ci possiamo ora occupare delle regolazioni del giroscopio; portiamo inizialmente la sensibilità al massimo, in modo da potere verificare con comodità il verso di correzione del giroscopio; per fare questo occorre, dopo averlo alimentato, sollevare il modello e fargli compiere delle veloci rotazioni sull'asse verticale ad esempio a destra ( senso orario ), osservando nel contempo da che parte si muove la squadretta del servo di coda, che viene ora comandato appunto dal solo giroscopio; tale verso dovrà essere lo stesso che si ottiene muovendo lo stick del rotore di coda come se si volesse ruotare a sinistra ( senso antiorario ); infatti il giroscopio deve reagire nel verso contrario rispetto alla sollecitazione da noi artificialmente provocata.

Se questo non avviene, si dovrà commutare l'apposito deviatore posto sul giroscopio, oppure montare il corpo dello stesso ribaltato. Fatto questo, si può riportare mediante l'apposita regolazione il valore della sensibilità di risposta a circa il 60-70% del massimo, che inizialmente costituisce un valore medio da cui partire per la messa a punto finale, che potrà essere fatta solo con il modello in volo. Rimangono le due regolazioni dell'ATS ( cioè quelle che compensano l'assetto della coda in funzione del passo collettivo ); entrati nel relativo menu', si inseriranno i due valori iniziali pari a circa il 30-40% per entrambe le zone di correzione ( zona UP e DW ); tali valori saranno sicuramente ritoccati al campo di volo, osservando il comportamento del modello in volo ascendente e discendente. Come si è potuto constatare, la procedura di regolazione di un elicottero è piuttosto complessa e richiede tempo ed attenzione, anche per una sola modalità di volo ( per il volo traslato, acrobazia, ecc. saranno necessarie regolazioni aggiuntive ); per tale ragione sarà utile annotare tutti i valori inseriti e soprattutto quelli che saranno poi ritoccati al campo su apposite tabelle o grafici ( fig. 10 ); questo ci consentirà in caso di incidente di riportare nelle condizioni iniziali il modello, dopo aver proceduto alle riparazioni necessarie.

Verificate ora che il tutto l'insieme funzioni regolarmente, muovendo gli stick fino a fondo corsa e controllando che tutti i servi ritornino in posizione senza "ronzii" od impuntamenti; se questo accade dovrete sistemare subito l'eventuale problema, e non rimandare la cosa al campo di volo, dove la vostra concentrazione sarà rivolta ad altre problematiche; assicuratevi di avere tutte le batterie ben cariche ( trasmettitore e ricevitore ) e finalmente potrete dirvi pronti per i primi veri contatti con il volo in hovering.

A questo proposito, vista la discreta quantità di attrezzi ed accessori necessari per l'avviamento, manutenzione, rifornimento, volo, ecc. del modello, probabilmente converrà predisporre una piccola lista di quanto servirà al campo, per evitare di dimenticare a casa qualche parte indispensabile, ed essere poi costretti ad un ritorno prematuro a casa.

## Campo di volo

Il campo di volo più adatto è del tipo erboso, possibilmente in piano e senza buche od arbusti, con l'erba non troppo alta, in modo che inizialmente il modello possa un po' "scivolarvi" sopra nelle varie direzioni senza staccarsi veramente da terra, soprattutto se dotato di un carrello da allenamento o simili.

Anche un piano in cemento sarebbe adatto a questo scopo, se non fosse per il problema della polvere che si solleva durante il funzionamento dell'elicottero, che inevitabilmente si deposita su modello ed ingranaggi, per non parlare di quella che può essere risucchiata dal carburatore; questo può pregiudicare la durata della meccanica e del motore e quindi un sito del genere non è consigliabile. Inoltre scegliete un posto appartato, dove nessuno vi possa arrivare alla spalle all'improvviso, anche solo per curiosità, disturbando la vostra concentrazione con domande varie, oppure possa mettersi in posizioni pericolose senza rendersene conto; le esibizioni per gli amici possono aspettare quando saremo in grado di farle senza problemi per noi e per gli altri. Lo spazio che ci servirà all'inizio può essere dell'ordine dei 20 x 20 m., senza ostacoli vicini come arbusti od alberi; infatti si presuppone che il modello debba rimanere in hovering, ma qualche movimento inatteso può sempre avvenire, per cui è bene avere spazio a propria disposizione, senza trovarsi di fronte ad ostacoli inspettati!

Naturalmente il campo di volo del club che si frequenta normalmente è sicuramente adatto anch'esso allo scopo; in questo caso è meglio però scegliere una posizione appartata, in modo da non infastidire gli altri membri del club con i nostri primi tentativi di pilotaggio, accompagnati dal rumore del motore e dagli inevitabili fumi dello scarico.

## Modalità di pilotaggio

Come si sarà già notato ai vari campi di volo, vi sono due modalità per la gestione del trasmettitore, e cioè l'utilizzo di questo tenendolo direttamente in mano, oppure appoggiato su apposite "consolle" allacciate al collo od alle spalle, che lo sostengono totalmente, lasciando libere le mani. La scelta dell'uno o dell'altro modo dipende molto dalla conformazione del trasmettitore e dai pareri personali, che per gli aeromodellisti sono quasi sempre indiscutibili.

Nel primo caso le mani sono parzialmente impegnate come sostegno, per cui gli stick, che sono regolati al minimo della lunghezza, devono essere mossi con l'estremità dei pollici; in questo caso vi sono zone di movimento degli stick ( ad esempio quelli verso il centro della radio ) meno comodamente raggiungibili, per motivi proprio di lunghezza delle dita, per cui tali direzioni risultano anche se inconsciamente meno "sensibili" per quanto riguarda i piccoli movimenti. D'altro canto una tale configurazione permette più facilmente ampi e veloci movimenti di ciascun pollice, per cui potrebbe rivelarsi più adatta al volo acrobatico.

Pilotando invece col trasmettitore supportato, i polsi appoggiano lateralmente, su appositi rialzi, per cui gli stick sono impugnati con le dita, consentendo più facilmente di dosare movimenti anche piccoli, senza oltretutto stancare le braccia per il peso da sostenere; in questo caso quindi ne guadagna la precisione di comando. Uno svantaggio dell'uso della consolle è costituito dalla difficoltà di "passare" il trasmettitore durante il volo ad un eventuale modellista più esperto, in caso di bisogno immediato a seguito di perdita del controllo del modello; nel nostro caso però tale prassi è decisamente sconsigliabile, per motivi di oggettiva difficoltà nell'intervenire rapidamente ed in modo efficace, per cui non costituisce un ostacolo vero e proprio; a questo proposito alcuni trasmettitori consentono di essere collegati tra loro con un apposito cavo, che permette la cosiddetta funzione "allievo - maestro", dove appunto è possibile il pilotaggio da parte del modellista più esperto, passando a però a sua discrezione una funzione di comando per volta all'allievo, ottenendo una specie di "scuola guida" per modelli, che può essere un valido ausilio per chi inizia senza alcuna esperienza precedente.

Da ultimo si può aggiungere che anche la lunghezza degli stick di comando ( spesso regolabile ) può influenzare la sensibilità ai comandi, per cui è bene sperimentare in proprio fino a trovare la situazione che più ci sembra soddisfacente.

## Operazioni preliminari al volo

Siete ormai pronti per i primi test di volo, eventualmente aiutati da qualche collega modellista o dopo un adatto allenamento "informatico" al simulatore; quindi vi state preparando per i primi veri saltelli tanto attesi.

Giunti al campo di volo, avendo scelto possibilmente una giornata senza vento, sistemate tutta la vostra attrezzatura, predisponendovi per il vostro primo VERO volo; se è possibile dotatevi di un sostegno rialzato per effettuare in modo più comodo tutte le operazioni necessarie; questo può essere costituito da un piccolo tavolino ripiegabile, oppure da un apposito trespolo, reperito dal commercio od autocostruito, che porta nella parte superiore un telaio a forma di H, meglio se regolabile in larghezza, dove si impegneranno i carrelli di atterraggio del modello.

Questo accorgimento vi permetterà di lavorare più facilmente, senza essere costretti a rimanere chinati per effettuare tutte le manovre preliminari. È da notare che i controlli e la preparazione prima del volo dovranno avvenire in parte con il vostro trasmettitore acceso, per cui occorre per PRIMA cosa verificare, se ci troviamo al campo di volo di un club, che la frequenza che intendiamo usare sia libera per il nostro utilizzo, controllando sugli appositi tabelloni quali frequenze sono libere ed impegnandola con gli appositi segnalatori; se vi sono poi altri modelli in volo, è anche buona norma quando si accende il proprio trasmettitore, anche se questo trasmette su di una frequenza libera, di farlo osservando se per caso non si sta interferendo per qualche strano motivo con altri modelli già in volo, guardandovi attorno e stando pronti a spegnere il vostro apparato in caso di problemi; questo è importante poiché a volte, nonostante tutto sia a posto in termini di frequenze, si possono verificare delle interferenze casuali, che se osservate precocemente possono evitare problemi più gravi ai nostri colleghi in volo.

Assolto a questo obbligo sociale, potete procedere rimuovendo la capottina, per verificare più comodamente i movimenti dei servi e dei tiranti sottostanti e ricollegando la batteria di alimentazione, che è bene lasciare scollegata fino all'ultimo momento ( se l'interruttore è rimasto inserito per errore, oppure lo si urta inavvertitamente portandolo sulla posizione ON durante il trasporto, si corre il rischio di arrivare al campo con la batteria mezza scarica ); si bloccano poi per sicurezza i connettori tra interruttore e batteria con nastro adesivo oppure con le apposite clips reperibili in commercio.

Fatto questo, è il momento di rimontare le pale, che sono state accoppiate in precedenza con le relative pinze, tramite un punto di vernice od un pezzetto di adesivo colorato, per ritrovare ogni volta la stessa situazione dinamica dei baricentri. Le due viti di montaggio delle pale devono essere strette in egual misura ed in modo tale da lasciare ruotare sul proprio perno ogni pala se sottoposta ad un piccolo sforzo; un metodo per capire la giusta entità di serraggio può essere quello di stringere dette viti fino a quando, sollevando il modello di traverso rispetto al terreno, con la pala disposta in senso orizzontale, questa rimane appena in tale posizione, senza cadere per peso proprio; è da notare che questo serraggio non è critico, tuttavia occorre soddisfare al principio che permetta alla pala di prendere una propria posizione ( legata al baricentro trasversale della stessa ) durante la rotazione, in modo da evitare vibrazioni anomale.

Se tutto è a posto rimane solo da rifornire il modello, immettendo la miscela sempre a monte dell'eventuale filtro presente, in modo da lasciare prima di questo anche le eventuali impurità ancora presenti. Se si dispone poi di un carrello a base allargata da allenamento, è il momento di fissarlo sotto al modello, in modo ben sicuro.

Accendete ora il vostro trasmettitore ( per primo il trasmettitore e poi il ricevitore; la manovra opposta per lo spegnimento ) . Se la radio è computerizzata verificate che il nome che appare sul display corrisponda a quello del modello che stiamo per pilotare ( può succedere con i moderni trasmettitori, che possono memorizzare più modelli, di dimenticarsi di selezionare il modello giusto, con conseguenze a volte imprevedibili ), ed anche che gli interruttori di selezione delle varie funzioni siano posizionati nel giusto verso. Fatto questo, ricontrollate i vari comandi con calma, verificando i versi di movimento dei servi ed ascoltando il ronzo del giroscopio ( se di tipo tradizionale ), che ci permette di stabilirne il funzionamento. Le prime operazioni da affrontare sono l'avviamento del motore e la carburazione iniziale, che possono a volte causare problemi dovuti all'inesperienza; per quello che riguarda il modo con cui procedere con l'avviamento, questo si differenzia a seconda del tipo di modello posseduto. Per i modelli con cono di avviamento posteriore ( tipo Concept 30 o 60 ), la manovra può essere compiuta tenendo ben salda una pinza del rotore con una mano ( senza forzare eccessivamente nella presa, per evitare distorsioni dell'albero principale ), oppure afferrando la struttura del modello dal lato posteriore con una mano e bloccando una delle pinze portapala con il polso; il concetto è sempre quello di evitare che per qualsiasi motivo il rotore possa girare liberamente, se il motore dovesse avviarsi per un nostro errore ad un regime di giri troppo elevato.

Lo stesso discorso vale anche per i modelli dotati di cono o di innesto esagonale posto sul lato superiore del telaio; in tale caso occorre disporre dell'apposita prolunga per l'avviatore che termina con una "testina" esagonale, che si innesta nella sede prevista sul modello. Se invece il nostro modello è munito di avviamento con la cinghietta, può essere utile piantare sul terreno due piccoli chiodi, leggermente sporgenti, dove puntellare il carrello di atterraggio, per consentirvi di tendere la cinghia di avviamento senza trascinarvi dietro anche il modello. Vediamo ora quali sono i problemi principali che si possono incontrare durante l'esecuzione di tali manovre e soprattutto quali procedure seguire per cercare di risolverli:

premettiamo che per avviarsi regolarmente un motore ha bisogno essenzialmente di due cose, e cioè di miscela pulita e di una candele di accensione correttamente accesa ( stiamo parlando ovviamente di un motore che non abbia problematiche aggiuntive ); quindi per prima cosa aprite lo spillo del massimo di circa 2 1/2 - 3 1/2 giri dalla posizione di tutto chiuso ( verificate anche le istruzioni del motore in vostro possesso ), per il momento con la candela ancora SPENTA; può essere utile praticare una piccola tacca sulla parte terminale dello spillo, per contare più agevolmente i giri di apertura. Portate quindi lo stick del gas al massimo, per aprire il carburatore in piena aspirazione e fate girare il motore per qualche secondo con l'avviatore, osservando se la miscela arriva a riempire il tubetto di alimentazione, che deve rimanere pieno anche quando si arresta l'avviatore; se la miscela rifluisce all'indietro, possiamo avere problemi di intasamento in aspirazione oppure uno spillo del minimo che è troppo chiuso.

A questo punto si riporta lo stick motore al minimo ( il trim relativo circa a metà corsa ) e si fornisce tensione alla candela ( un interruttore ed un amperometro in serie permettono una manovra più facile ), osservando la corrente che questa assorbe; se questo valore è entro la norma ( può variare da circa 3 a 5 A, a seconda del tipo di candela usata; a questo proposito viene

utile memorizzarsi questo valore, per poi riscontrarlo come norma durante gli avviamenti successivi ) si procede ancora con l'avviatore, a brevi colpi, fino all'avviamento. Se questo non avviene regolarmente ed in breve tempo, le cause possono essere diverse; le principali sono le seguenti:

1 - anche se vediamo che la candela assorbe una certa quantità di corrente, può verificarsi però che questa non sia accesa in modo completo, per cui la miscela non riesce a detonare regolarmente; questo può essere verificato ad esempio dando tensione ad una candela simile, oppure smontando momentaneamente quella usata sul motore, ed osservando il colore che assume, che deve essere un bel rosso luminescente, quasi fastidioso all'occhio; se questo non avviene, possiamo avere dello sporco o dell'ossido sulla clips che porta la corrente ( succede più spesso di quanto si creda ), oppure la batteria a 2V scarica, o per ultimo i cavetti di alimentazione troppo lunghi ( questo solo nel caso sia la prima volta che si usano ). Se ovviamente non passa per nulla corrente, ci troviamo davanti ad una candela interrotta, oppure ad una interruzione sui cavi o all'interno della clips, cosa che può essere facilmente determinata provando con una candela nuova.

2 - la miscela non riesce per qualche ragione ad arrivare all'interno del carburatore, sia perché lo spillo è occluso da sporco presente nella sede relativa, sia perché questo risulta ancora troppo chiuso; nel primo caso occorre svitarlo completamente e dopo averlo estratto dalla sua sede tentare di soffiarvi all'interno, servendosi di uno spezzone di tubetto da miscela, per cercare di far uscire l'eventuale corpo estraneo.

Nel secondo caso occorre ovviamente aprire ulteriormente lo spillo, a piccoli passi ( circa 1/4 giro per volta ) ; possono esserci infatti tolleranze di lavorazione e di montaggio del carburatore, per cui non sempre le indicazioni di base risultano poi corrette al 100%. Inoltre anche la presenza di una eventuale presa di pressione può modificare l'apertura necessaria per una corretta aspirazione, determinando una maggiore o minore facilità di ingresso della miscela, per cui anche questo aspetto va sempre tenuto in considerazione. Se viene usata la presa di pressione anche il tipo di silenziatore impiegato influenza le regolazioni del carburatore, in quanto l'entità della pressione di ritorno dallo scarico verso il serbatoio può variare di parecchio passando da un tipo ad un altro.

3 - il comando del carburatore è troppo chiuso, in quanto la relativa regolazione dal trasmettitore posiziona il servo in modo tale da chiudere quasi totalmente l'ingresso dell'aria al minimo; questo si corregge facilmente aumentando tale apertura, agendo di poche tacche sul trim del minimo, o meglio ancora variando il valore relativo al primo punto della curva selezionata in quel momento, che corrisponde proprio alla posizione di minimo.

Un'altra causa di mancato avviamento può essere forse uno spillo del minimo regolato troppo chiuso; a questo si ovvia chiudendolo del tutto e poi riaprendolo di quanto indicato sul manuale di istruzione del motore in nostro possesso; questo punto di norma è sempre una buona base di partenza, anche se non necessariamente la vera regolazione finale, che non si discosta però mai di molto da questo valore iniziale ( +/- ½ giro massimo dal valore consigliato ). In ogni caso teniamo ben presente che nel caso estremo di un avviamento al massimo regime ( forse abbiamo sbagliato o dimenticato qualcosa ! ), per arrestare il motore immediatamente occorre "pinzare" o staccare di netto il tubetto di alimentazione al carburatore, per interrompere il flusso di carburante.

Nel caso tutto sia a posto ed il motore si avvia normalmente, lasciamo inserita la candela per qualche secondo prima di disinserirla, per lasciare scaldare il motore al minimo; se questo si spegne ancora quando si toglie corrente, significa che le regolazioni non sono ancora a punto, ed in particolare la miscela può essere troppo ricca, per cui l'eccesso di miscela tende a "spegnere" la candela quando si toglie la corrente che la mantiene incandescente. Occorre quindi rimettere in moto e lasciando la candela inserita, chiudere lo spillo del massimo e/o del minimo un po' alla volta ( 1/8 di giro ), fino a che il motore rimane in moto anche a candela spenta. Quindi se il motore non si avvia, non bisogna insistere troppo a lungo, ma occorre cercare invece di capire quale può essere la causa del nostro problema.

Se la miscela entra nel carburatore e la candela è accesa regolarmente, il motore in qualche modo, anche se non ancora esattamente carburato, partirà sicuramente, a meno che le nostre manovre non lo abbiano riempito troppo di miscela ( motore ingolfato ) appunto per eccessiva insistenza all'avviamento. In questo caso occorre togliere la candela, staccare il tubetto di alimentazione dal carburatore e far uscire la corrente in eccesso, anche facendo girare il motore a rovescio con l'avviatore.

In caso di eccessivo ingolfamento, può succedere che applicando l'avviatore si noti una forte resistenza alla rotazione; questa è causata dalla miscela in eccesso che non si riesce più a comprimere, arrivando a causare anche il cosiddetto "blocco idraulico"; insistendo in questa situazione si possono causare gravi danni al motore, per cui occorre procedere come prima descritto. Una volta avviato il motore, bisogna verificare subito che il regime di rotazione sia tale da non innestare la frizione del modello, in modo da poter operare tranquillamente; se questo succede ( regime minimo un po' troppo elevato ), si può correggere il problema con il trim del minimo, portandosi ad un regime un po' inferiore. Se tutto è a posto, tenendo bloccato il rotore, proviamo molto lentamente e brevemente ad accelerare SOLO di qualche tacca dello stick, per saggiare se il regime cresce regolarmente; in questo caso prendete il modello per la testa rotore e per i pattini e riappoggiatele a terra, allontanandovi da attrezzi ed eventuali persone, ponendovi a circa 5 - 6 m di coda, con il vento ( se presente ) di fronte e leggermente spostati di traverso rispetto al modello, per poterlo osservare meglio soprattutto nel senso longitudinale.

Il rotore deve essere rilasciato solo all'ultimo momento, allungando le braccia e togliendo le gambe dal raggio di rotazione del rotore, che potrebbe anche iniziare a ruotare lentamente, trascinato dal leggero attrito della frizione. Il prossimo passo è quello di migliorare la carburazione, almeno per quanto riguarda l'hovering; per fare questo occorre aumentare il gas lentamente e controllare che i giri salgano anch'essi senza incertezza.

Il comportamento del motore quando si aumenta sostanziosamente il gas può riportarsi a due casi principali: nel primo di questi il motore sale di giri molto velocemente, ed a un certo punto può anche arrestarsi di colpo; in questo caso la carburazione del massimo è probabilmente troppo magra, per cui ad un certo punto il motore riceve troppa poca miscela per poter rimanere in moto, per cui occorre aprire lo spillo del massimo.

Nel secondo caso, il motore sale di giri in modo molto irregolare, con una fumosità molto accentuata, per poi a volte arrivare a spegnersi; in tale caso la carburazione del massimo è ricca, provocando ingolfamento del motore. In entrambi i casi, riportate il gas al minimo ( se il motore non si è già spento per suo conto ) e lasciate rallentare il rotore, aiutandovi eventualmente con il

palmò della mano posto sulla sommità dello stesso e stando attenti a rimanere con le gambe fuori dal suo raggio di rotazione; quando il rotore si è fermato, tenetelo saldamente ed agite come detto prima poco per volta ( di 2 - 3 tacche ) sullo spillo del massimo per correggere la carburazione. Una volta corretta la situazione e riavviato il motore, riallontanatevi dal modello e ridate gas di nuovo, senza ancora staccare il modello da terra. In questa situazione, muovete molto lentamente e di poche tacche il comando del piatto ciclico nelle quattro direzioni, osservando il disco del rotore che deve seguire i vostri movimenti, come se fosse una unica ala circolare.

Con il piatto ciclico azzerato e con un regime di giri appena più basso di quello necessario a staccarsi da terra, occorre ora controllare il cosiddetto "tracking", cioè l'uguaglianza di incidenza tra le due pale. Infatti, chinandosi e traguardando il rotore da un lato, si dovrà vedere una sola traccia nell'aria, determinata dal fatto che una pala segue esattamente lo stesso percorso orizzontale dell'altra, per cui per effetto della persistenza dell'immagine i nostri occhi vedono le due tracce sovrapposte, come se fossero un corpo unico. Se i leveraggi di comando del passo collettivo non sono esattamente uguali, oppure c'è una piccola differenza costruttiva tra una pala e l'altra, si determina una differenza di incidenza e quindi ogni pala segue un percorso diverso; il nostro occhio percepisce quindi la presenza di due tracce distanziate verticalmente una dall'altra. Questo disallineamento va corretto, in quanto è fonte di forti vibrazioni che si ripercuotono su tutto il modello, per cui occorre togliere gas e sistemarlo come descritto. In aiuto vi verrà la diversa colorazione che tutte le pale dovrebbero avere alle estremità; il nostro occhio riesce infatti a percepire quale delle due pale ad esempio gira più in alto dell'altra, per cui è poi facile intervenire per correggere il problema. Per completezza è bene effettuare questo controllo da entrambi i lati del rotore, in quanto può succedere di trovarsi con un lato a posto e l'altro fuori allineamento; questo si verifica ad esempio se le palettine del flyer sono disallineate tra loro.

La regolazione del tracking può essere effettuata con motore al minimo o spento, tenendo fermo per sicurezza il rotore con una mano ed agendo sui leveraggi di comando del passo collettivo, variando la lunghezza ad esempio del tirante della pala che forniva maggior incidenza. È da tenere presente che se il lavoro di montaggio del modello è stato eseguito con cura, le variazioni che si dovranno compiere saranno molto limitate ( 2 -3 giri massimi dell'uniball relativo ).

Se saranno necessarie variazioni di entità molto maggiore, significa che qualcosa non è stato montato correttamente, oppure che i tiranti del passo non erano già inizialmente della stessa lunghezza, per cui occorre ricontrollare il tutto in modo più preciso. Arrivati ad un tracking perfetto, si possono riprendere le manovre di decollo; ridando motore come detto prima, senza staccarsi ancora dal suolo, verificate anche il comando di coda; agendo leggermente sullo stick del rotore di coda il modello deve rispondere al comando girando a sua volta il muso nel senso voluto. Aumentate ora ancora un po' il gas, fino ad avere il modello leggero sui pattini, quasi al punto di stacco; se il motore risponde correttamente salite ancora di qualche tacca fino a staccarlo da terra di pochi centimetri.

Sicuramente il modello tenderà a prendere una qualche direzione, oppure a ruotare su se stesso. Appena lo spostamento diventa troppo accentuato, togliete motore dolcemente e riappoggiate al suolo, correggendo per il momento con i trim se il movimento risulta troppo deciso; tenete presente che per le prime volte sembrerà impossibile riuscire a tenerlo fermo, ma occorre non scoraggiarsi e perseverare. Per il momento non preoccupatevi troppo se il motore non è ancora perfettamente carburato, ma concentratevi sull'assetto del modello e sulla sua quota, che non deve superare i 10 - 15 centimetri da terra; in questo modo, anche togliendo il gas bruscamente, sarà più difficile provocare danni. Se il modello tende a ruotare lentamente su se stesso, correggete momentaneamente con il trim del codino, cercando di controllare il modello e di tenerlo fermo in aria solo per pochi secondi alla volta, per poi riappoggiarlo al suolo; questo è il primo passo da compiere e da consolidare.

Se durante questi brevi voli la coda dovesse oscillare ( sensibilità del giroscopio probabilmente troppo elevata ), occorre posarsi a terra e diminuirlo poco per volta, fino a rendere il modello il più stabile possibile sull'asse verticale ma senza oscillazioni. Lo scopo al momento è quello di arrivare a concentrarsi sui comandi del passo ciclico e collettivo, per mantenere in posizione fissa il modello, cominciando a condizionare i propri riflessi di pilota.

In questi momenti iniziali occorre prestare attenzione all'assetto del modello, soprattutto in senso longitudinale, che risulta di più difficile gestione; infatti vedendo l'elicottero di coda, sarà più facile correggere in senso laterale che longitudinale, col risultato che il modello tenderà a scapparvi in avanti ( se la tendenza dovesse essere all'indietro, correggetela subito con il trim, per evitare situazioni pericolose ).

Per questo motivo vi ritroverete a "seguire" il modello per il campo ( mantenete sempre una distanza di sicurezza ), un saltello dopo l'altro; questo è successo più o meno a tutti ed è una procedura normale, occorre solo perseverare e non scoraggiarsi. Anche l'aspetto della concentrazione non va sottovalutato; sarà bene non voler insistere troppo a lungo per le prime volte, in quanto un eccesso potrebbe portare risultati negativi in termini di incidenti. Quindi per le prime volte accontentatevi di brevi voli, a bassa quota, destinati soprattutto a capire come il modello si muove ai vostri comandi e come anticiparne le reazioni. L'anticipo dei comandi è fondamentale manovrando un elicottero; questo infatti è un corpo che si muove nell'aria con un basso attrito, e che tende a mantenere una certa direzione di moto presa in precedenza; quindi per arrestarne il movimento al momento voluto occorre dare non solo un comando adatto, ma questo deve essere anche anticipato rispetto al punto dove questo avrà il suo effetto, proprio per quanto detto prima. Tutto questo si riflette sul fatto che i vari comandi, soprattutto durante l'hovering dovranno essere forniti appena il modello tenderà a spostarsi dal punto fisso, per non ritrovarsi sempre in ritardo rispetto ad esso; ovviamente per "interpretare" correttamente le varie reazioni del modello e quindi reagire di conseguenza, occorrerà tempo ed allenamento, fino ad arrivare ad una situazione di comandi istintivi.

Ritornando alla manovra di decollo, dovremo quindi cercare di fare salire il modello verticalmente, correggendo con i comandi del ciclico e dosando nel contempo il comando del gas-passo, fino ad ottenere una salita progressiva e dolce, cercando di non applicare comandi troppo bruschi, che farebbero saltellare il modello; arrivati alla quota di alcuni centimetri da terra, rimanete in questa posizione per pochi attimi e poi togliendo dolcemente il gas riappoggiate il modello a terra, riportando quindi il gas al minimo. La cosa è semplice a scriversi, ma un po' meno facile a realizzarsi; vediamo meglio alcuni problemi che si possono incontrare:

appena staccati da terra, il modello tende subito a prendere una qualunque direzione; in questo caso occorre per prima cosa cercare di capire se è solo sregolato, oppure siamo noi stessi che involontariamente provochiamo tale tendenza.

Nel primo caso si possono usare i trim del trasmettitore, intervenendo sul ciclico poco per volta, mentre nel secondo occorre solo calmarsi e ritentare di nuovo. È da puntualizzare che con il modello a bassa quota ci si ritrova nella situazione cosiddetta

di "effetto suolo", causata dal fatto che il rotore del modello comprime la bolla d'aria sottostante tra se stesso ed il terreno, per cui il controllo è un po' più difficoltoso; questo fenomeno sparisce ad una altezza pari circa al diametro del rotore, ma per il momento non è il caso di barattare un pilotaggio un poco più facile con la sicurezza di un appoggio al suolo più vicino, per cui è meglio rimanere bassi.

La situazione di effetto suolo è facilmente riscontrabile osservando il fumo dello scarico, che in tale frangente rimane come intrappolato vorticosamente attorno al modello, mentre in situazione normale segue la traiettoria di uscita del tubo di scarico.

Se il modello sale in modo irregolare, dando bruschi colpi di coda, può significare che la carburazione è mal regolata, fatto che si riflette sul regime del rotore principale e su quello di coda, rendendo discontinuo il normale raggiungimento dell'equilibrio tra i due rotori, per cui occorre intervenire e aggiustare meglio la carburazione.

Se durante la salita o la discesa il modello tende a cambiare di quota in modo non progressivo, come se non seguisse il comando dato sullo stick, è probabile che le curve impostate di gas e passo non siano ancora a punto; infatti dobbiamo sempre mantenere una certa relazione tra queste due grandezze, in quanto uno squilibrio sostanzioso porterà sicuramente ad un comportamento a "salti" del modello.

Infatti se ad esempio durante la salita il comando dato produce un aumento accentuato del passo, l'elicottero tenderà a salire momentaneamente in modo più rapido, causando nel pilota un riflesso di controcomando eccessivo, per cui verrà tolto passo ed anche gas, causando un abbassamento della portanza anch'esso eccessivo, con un riavvicinamento rapido al suolo;

questo causa a sua volta un riflesso contrario e quindi si innesca una oscillazione "salita - discesa", che può essere dominata solo con l'allenamento ed una corretta regolazione del modello; ovviamente lo stesso fenomeno può innescarsi anche con un modello ben regolato, ma manovrato da una mano ancora inesperta. Un'altra cosa che si noterà con il modello in volo stazionario e a cui occorrerà abituarsi sarà data dalla leggera inclinazione che questo assume durante il volo; come già detto in precedenza questa è un effetto secondario dovuto alla presenza del rotore di coda, che determina appunto questo assetto leggermente inclinato ( a destra per un rotore orario, a sinistra per uno antiorario ).

Da questo deriva che per mantenere un volo stazionario, in realtà il piatto ciclico non sarà posto a zero lateralmente, ma già inclinato leggermente a destra, proprio per contrastare la tendenza causata dal fenomeno prima descritto, che inizierebbe a far traslare lateralmente a sinistra tutto il modello. Questa inclinazione del piatto a destra si noterà anche nella fase di stacco da terra, dove il modello tenderà per un momento a prendere proprio quella direzione, fino a quando non si ristabiliranno tutti gli equilibri tra le varie forze agenti in quel momento tra i rotori.

Come si può notare, e come già detto anche in precedenza, le forze che agiscono durante ogni tipo di volo sono innumerevoli ed a prima vista difficili da gestire; tuttavia l'aiuto dei moderni trasmettitori, giroscopi e soprattutto l'allenamento al pilotaggio vi consentiranno di sorpassare queste problematiche, che poco per volta entreranno a far parte di quelle manovre eseguite in modo automatico, fatte senza quasi accorgersene.

Terminata la prima sessione di voli, molto probabilmente saranno stati ritoccati diversi trim; se questi dovessero essere molto spostati dal centro, sarebbe consigliabile riazzerarli, recuperando meccanicamente sul modello quanto serve, per avere di nuovo i trim a totale disposizione in caso di bisogno. Durante i voli successivi, potrete iniziare a mettere a punto in modo più corretto la carburazione, continuando i vostri allenamenti in hovering; in questa fase si potrà curare meglio il passaggio della carburazione dal minimo ai regimi medio-alti.

Si dovrà in particolare "ascoltare" il rumore del motore e la sua progressione all'aumentare del gas; se aumentandone il regime l'accelerazione è irregolare, con fumo accentuato allo scarico ed un comportamento intermittente, molto probabilmente lo spillo del minimo è ancora troppo aperto ( carburazione grassa al minimo ), per cui questo va chiuso poco per volta, fino ad ottenere una salita fluida e regolare; se al contrario i giri salgono molto in fretta, con una fumosità quasi assente, ci troviamo di fronte ad una carburazione magra, sia al minimo e probabilmente anche al massimo, per cui entrambi gli spilli vanno aperti ( agendo su uno per volta ).

Durante questi tentativi si dovrà anche valutare il regime di giri del rotore in hovering, che normalmente oscilla tra i 1300 ed i 1500 giri al '1'; per una valutazione esatta esistono in commercio appositi contagiri stroboscopici, che misurano i giri osservando il rotore principale; tuttavia una certa valutazione può essere fatta anche ad "orecchio", ascoltando il rumore prodotto dal motore in hovering. Questo deve avere un timbro rotondo, senza arrivare a toni troppo acuti, da "turbina", che denotano un regime eccessivo, pericoloso anche per la durata del motore stesso.

Una volta carburato il motore ( se questo è appena uscito dal rodaggio, mantenete ancora per qualche serbatoio una carburazione più grassa del normale ), si può intervenire sui vari punti delle curve di passo collettivo e gas, agendo solo dal trasmettitore; in particolare a meta' stick, dove dovremo trovarci in hovering, si adatteranno i valori caso per caso.

Se con lo stick a meta' il regime del motore risulta troppo elevato, si diminuirà a piccoli passi il gas, aumentando nel contempo di poco il passo collettivo o viceversa per il caso opposto; lo scopo è quello di ottenere l'hovering con il comando al centro, con un regime di giri medio ed un valore di passo attorno ai 4 - 5 gradi ( valore medio, non impegnativo ). Se a questo punto del vostro allenamento il controllo del modello risulta buono, si potrà anche salire poco a poco di quota, fino ad arrivare col carrello all'altezza degli occhi ed oltre; in questa fase si potranno affinare anche le regolazioni ATS, osservando il comportamento del modello in fase ascendente e poi discendente. Quindi staccandosi dal terreno e salendo lentamente, occorre osservare da quale parte il modello tende a ruotare ( viene preso come riferimento un rotore orario ); se questo ruota a destra, significa che la compensazione ATS in salita ( UP ) è eccessiva, in quanto questa contrasta più del dovuto la coppia di reazione causata dal rotore che sta salendo di giri, per cui il relativo valore percentuale va diminuito.

Partendo ora dal volo stazionario a qualche metro di altezza si toglie lentamente il gas, osservando nel contempo la rotazione del modello; se questa è ancora oraria ( come il rotore ) significa che anche la parte bassa dell'ATS ( DW ) è eccessiva, per cui va ridotta anch'essa poco per volta. Durante queste regolazioni sarebbe consigliabile diminuire la sensibilità del giroscopio, che potrebbe mascherare le vere reazioni del modello, alterando un poco le regolazioni ATS. A proposito di queste ultime, occorre considerare che sono valide per quel certo tipo di salite e discese, diciamo di media consistenza, per cui in caso di forti variazioni di passo collettivo, tipo partenze a forte velocità o manovre più brusche del solito, tali regolazioni non riusciranno mai a mantenere fisso l'assetto della coda, che dovrà sempre essere gestita dal pilota, caso per caso; da questo deriva che il rotore di coda in un elicottero è un comando fondamentale tanto quanto gli altri, che deve essere controllato in ogni momento del volo.

A conclusione di quanto finora detto a proposito dell'allenamento al volo stazionario, possiamo quindi evidenziare alcuni punti

importanti : effettuate voli di breve durata, a quote inizialmente di pochi cm da terra, insistendo sul fatto di "anticipare" le mosse del modello, fino a farlo rimanere a punto fisso per alcuni secondi dove voi volete; non tentate di lanciarlo in un volo orizzontale prolungato, ma se questo dovesse accennarsi autonomamente, posate il modello dolcemente a terra, e riavvicinandovi a questo riniziate i vostri tentativi come detto in precedenza, senza lasciarvi prendere la mano. Fino a che la manovra di hovering non riesce correttamente, cioè decollo, volo a punto fisso ed atterraggio, è inutile proseguire il cammino tentando di saltare questa fase, in quanto prima o poi ci si ritroverà in guai sicuramente più seri di quanto ci si possa aspettare.

## Verifiche a fine volo

Una buona precauzione da osservare per una corretta protezione del motore a fine voli è la seguente: terminate le vostre prove, spruzzate un po' di olio WD40 oppure CRC-5-56 nella presa di alimentazione del carburatore, usando un pezzo di tubetto al silicone ( dopo avere portato al massimo l'apertura del carburatore col radiocomando ); con l'avviatore fate poi girare il motore a vuoto per alcuni secondi.

Questa manovra spargerà l'olio all'interno del motore, garantendo una ottima protezione dei cuscinetti interni dalla corrosione e impedendo all'eventuale olio di ricino presente nella miscela di creare depositi gommosi, anche se il modello viene lasciato fermo per lungo tempo tra un volo e l'altro. Sara' importante anche ricontrollare i vari tiranti, squadrette di comando ed uniball, per verificare che il primo avviamento ed uso del modello non abbiano prodotto problemi sulla meccanica in generale; lo stesso vale per il serraggio delle varie viti che mantengono assemblato il modello, controllandone la tenuta. In ogni caso controlli sui tiranti ed uniball dovranno essere sempre ripetuti prima di ogni sessione di voli, per garantirvi un buon margine di sicurezza.

Nel caso malaugurato di incidenti anche di piccola entità, che sono più facili agli inizi, e che coinvolgano soprattutto le pale del rotore principale, non insistete nel loro uso, ma cessate immediatamente le prove di volo; a volte il loro rivestimento plastico nasconde problemi piu' gravi di quanto si possa ritenere a prima vista, per cui la sicurezza deve essere sempre in primo piano. In ogni caso parleremo più avanti di come affrontare queste situazioni a prima vista traumatiche e vedremo come poi tali non sono.