

# Pasărea mecanică



**Avionul este unul din marile realizări științifice ale secolului XX. Inginerii s-au inspirat din studierea zburătorilor naturii - păsărilor.**

**D**intotdeauna oamenii au visat să cucerească cerul cu abilitatea și grația păsărilor. Icar din legendele grecești a zburat cu aripi de ceară spre cer. Când însă a ajuns prea aproape de soare, ceara s-a topit, iar el s-a prăbușit în gol.

Leonardo da Vinci, marele artist și inventator renascentist a fost obsedat de ideea de a zbura. A lăsat în urma sa mai multe proiecte ale unor mașinării zburătoare imaginate de el. Au trecut însă 400 de ani până când s-a aflat secretul zborului.

Primele tentative de zbor au avut de cele mai multe ori un sfârșit tragic. Unii dintre piloții cu spirit de aventură și-au legat aripi de brațe, dând din ele cu îndârjire, pentru a se înălța în aer. Nici una din aceste încercări nu a dat rezultat, fiindcă "piloții" nu și-au dat seama că atât forma, cât și mișcarea aripii unei păsări are un rol important în zbor.

## Descoperire importantă

În 1738 un matematician și medic elvețian,

Daniel Bernoulli, a făcut primul pas important în cucerirea cerului. Și-a dat seama că dacă un lichid sau un gaz se scurge cu viteză mare, are presiune mai scăzută decât la o scurgere lentă. Având în vedere că aerul este un amestec de gaze, observația este valabilă și în cazul aerului. Dacă aerul se întâlnește cu aripile unei păsări în mișcare, va pătrunde parțial pe deasupra, parțial dedesubtul lor. Datorită faptului că fața superioară a aripii este arcuită, deci mai lungă, decât fața inferioară, aerul va parcurge o distanță mai mare deasupra aripii. Aceasta va crește viteza curentului de aer deasupra aripii, astfel aerul va exercita o presiune

▶ Omul a dezvoltat multe tehnologii noi de când a început să zboare. Săgețile Roșii, membrii Forțelor Aeriene Britanice Regale efectuează acrobații demne de admirație.

mai mică pe fața superioară a aripii, decât pe cea inferioară. Diferența de presiune va împinge aripi în sus. Această diferență de presiune se numește forța de ascensiune (aero) dinamică.

În secolul al XIX-lea mulți dintre pionierii zborului s-au folosit de aceste principii pentru proiectarea planoarelor primitive. Sir George

▶ Modelul de avion aflat într-un tunel de vânt arată turbulențele de aer. Pentru verificarea unor modele noi de avioane, și a turbulențelor de aer se folosesc tunelele de vânt. În tunel se introduce fum, ceea ce face vizibilă mișcarea aerului.



Gayley, numit tatăl aviației, a construit primul planor în 1853, cu care a și zburat. Mai târziu, prin anii '90 ai secolului trecut, frații americani Wright au construit aripi, cu care avioanele puteau fi ghidate în anumite direcții.

Secțiunea transversală a aripii separate de fuselaj amintește de imaginea unei picături de apă care se scurge pe o suprafață plană. În față, la "bordul de atac" aripa este mai groasă și rotunjită, în spate însă, la "bordul de scurgere" se subțiază complet. Această formă se numește profil. Curenții de aer orientați deasupra și dedesubtul aripii sugerează foarte bine principiul Bernoulli.

### Producerea turbulențelor de aer

Pe lângă forța de ascensiune, la ridicarea aripii avionului contribuie și turbulența aerului. Aerul care trece deasupra aripii la părăsirea bordului de scurgere se întoarce și se produce turbionarea aerului, la fel ca în cazul apei care se scurge într-o gaură. Fenomenul se numește turbulență inițială, care la rândul ei produce o altă turbulență: contraturbulență. Aceasta este la fel de puternică, ca și turbulența inițială, dar se rotește în direcție opusă, astfel că atunci când va trece pe sub aripă, în direcție opusă, se va întâlni cu curentul de aer principal, pe care îl va încetini.

Contraturbulența se va deplasa mai departe, iar la bordul de atac al aripii se va deplasa în sus, alăturându-se curentului principal. Din acest motiv curentul de aer inferior încetinește, iar cel superior, deasupra aripii,



accelerează. Astfel, presiunea va scădea în partea de sus, și va crește în partea de jos, ceea ce urmărește forța de ascensiune.

### Ridică-te!

Mai târziu, primii aviatori au descoperit cum pot face să zboare aparatele mai grele decât aerul. Pentru aceasta a fost nevoie să-și dea seama, cum se poate produce forța ascensională necesară. În cazul plutirii în aer lucrurile au fost mai simple, lăsând totul pe seama aerului, dar pentru a se ridica, a trebuit să se găsească o modalitate de a atinge

▲ După decolare roțile pe care a pornit avionul de pe rol mai pot fi văzute pentru câteva clipe. Roțile vor fi retrase mai târziu, și vor rămâne în această poziție pe toată durata zborului.

viteza necesară pentru a obține forța ascensională.

Wilbur și Orville Wright au rezolvat problema, folosind un motor cât mai mic și mai ușor. Pe motor au montat o alice formată din piese de profil de aripă: aceasta se rotea pe plan vertical în fața motorului. Mișcarea aerului determinată de rotație, sau mai bine zis forța determinată de această mișcare, se numește forța de tracțiune. Aerul va fi împins înapoi, iar aparatul de zbor va înainta. La 27 decembrie 1903 în Kitty Harok, Carolina de Nord, frații Wright au efectuat primul zbor pe avionul lor cu motor. Aparatul a putut să parcurgă doar 36 de metri în 22 secunde, dar a reușit să pună în practică principiul utilizat și de proiectanții de avioane care i-au urmat.

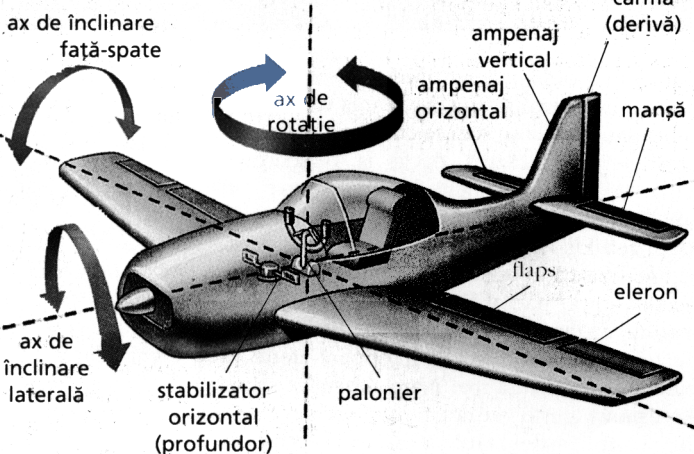
### Aparate moderne cu reacție

În anii '40 cercetătorii care se ocupau de zbor au dezvoltat aparatele de zbor cu reacție. Forța de tracțiune este obținută în acest caz prin comprimarea aerului într-o cameră de ardere, unde se amestecă cu un combustibil special – kerosen, după care amestecul va fi aprins. Explozia produce un curent (jet) puternic de aer, care va propulsa avionul în momentul în care va părăsi camera de ardere prin spatele motorului.

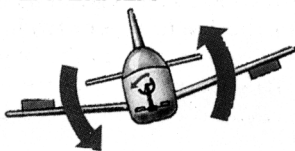
Avioanele cu reacție zboară cu viteză mai mare decât cele cu alice, dar folosesc o cantitate foarte mare de combustibil, mai ales la viteze mici. Din acest motiv, au dezvoltat un alt tip de aparat de zbor cu alice acționată de motor cu reacție. În zilele noastre se utilizează cel mai des aparatele de zbor cu reacție cu jet de aer dublu. Acestea au o alice formată dintr-o multitudine de palete, care împinge aerul în camera de explozie, dar produce curenți de aer și în jurul motorului, la fel ca o alice normală, măbind forța de tracțiune. Jetul de gaze poate fi direcționat în așa fel, încât să se reducă forța de propulsie, încetinând aparatul de zbor.

### SUPRAFETE DE DIRECȚIONARE

Mișcarea în aer a avionului este ghidată de aripi și plăcile situate pe bordul de scurgere a amperajului orizontal și vertical. Cele trei suprafețe de direcționare întorc avionul în jurul celor trei axe: axul de înclinare laterală, axul de înclinare față-spate și axul de rotație. Aceste funcții sunt manevrate din cabină (carlingă), cu ajutorul manșei și a palonierului.



#### ÎNCLINARE LATERALĂ



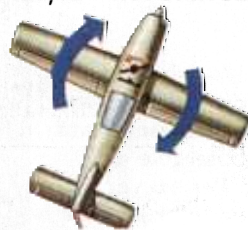
Prin intermediul manșei se pot poziționa eleroanele aflate pe aripi. Unul dintre ele va fi coborât, pentru a mări forța dinamică ascensională, iar celălalt va fi ridicat, pentru a scădea forța ascensională.

#### ÎNCLINARE LONGITUDINALĂ



Manșa orientează plăcile de direcție a ampenajului orizontal, ceea ce determină o înclinare în față sau în spate a axului longitudinal al avionului.

#### ROTAȚIE - ÎNTOARCERE



Cu ajutorul palmierului se poate vira la stânga sau dreapta. La o întoarcere normală se utilizează însă concomitent înclinarea laterală și rotația.

M.C. Editare Librey

## DECOLARE ȘI ATERIZARE CU DEMARAJ SCURT

La decolare în general este nevoie de o pistă lungă, pentru ca avionul să poată accelera la o viteză corespunzătoare și să fie ridicat de forța dinamică de ascensiune. Uneori spațiul este insuficient pentru această manevră.

Una din metodele utilizate pentru decolarea de pe pistele unor insule sau aeroporturile din centrul orașelor mari a devenit cunoscută sub denumirea STOL (Short Take off and Landing). Principiul acestei realizări este obținerea unui surplus de forță de ascensiune la viteză redusă.

Avioanele BOEING C14 au flapsurile în așa fel concepute încât să poată fi orientate dincolo de bordul de scurgere a aripii. Gazele din motorul cu reacție se vor întinde deasupra aripii, urmărind curbura flapsurilor. Acest surplus de curent de aer fiind apoi orientat în jos, va produce o forță de ascensiune puternică. Aceasta se numește efectul Coandă.

O altă variantă a modelului STOL este cea a elicelor rabatabile, ca de exemplu în cazul aparatului american Bell V-22 Osprey. Pe ambele aripi ale avionului este montat câte un motor cu elice. Motoarele pot fi rabatate peste aripă, la decolare producând o forță de ascensiune verticală, apoi vor reveni la poziția normală, producând o forță de propulsie suficient de mare pentru zborul orizontal.

În momentul în care avionul are o viteză corespunzătoare, pentru ca forța dinamică de ascensiune să fie suficient de mare, acesta va trebui ghidat corespunzător. Zborul are 6 etape principale: decolarea, ascensiunea, zborul orizontal, întoarcerea, coborârea și aterizarea. Aceste mișcări vor fi obținute cu ajutorul plăcilor de ghidare situate pe aripi și pe așa numitele ampenaje. Și acestea au forma profilului de aripă pe secțiune trans-



Stone Images

versală, produc deci o forță dinamică de ascensiune.

La decolare se ridică flapsurile de pe bordul de scurgere a aripii, care măresc suprafața și în acest fel intensitatea forței de ascensiune. Stabilizatoarele orizontale (profundoarele) aflate pe ampenajul orizontal sunt ridicate. În acest timp botul avionului este orientat în sus, coada este coborâtă, iar avionul se înalță în aer. Este foarte important ca înainte de începerea aceste manevre avionul să aibă viteză corespunzătoare. Flapsurile și profundoarele trebuie ridicate exact în clipa în care forța dinamică de ascensiune egalează greutatea avionului, altfel aparatul pierde din viteză și nu reușește să decoleze.

Modelul Harrier are 4 jaluzele mobile pentru orientarea jetului de aer din motor în jos, provocând un jet de ascensiune pentru decolare. Când avionul se ridică, pilotul va reorienta directoarele de jet la loc, curentul producând o forță de propulsie a avionului.

Trebuie avută în vedere și problema forței de rezistență a aerului. Deplasarea avionului produce o rezistență din partea aerului, ceea ce furnizează aparatul. Forța respectivă acționează asupra oricărui corp aflat în mișcare, dar despre forța de rezistență indusă nu putem vorbi decât în cazul avioanelor. Este vorba despre faptul că o parte din energia curentului de aer care trece deasupra aripii se va întoarce în direcție opusă, împiedicând deplasarea avionului. Fenomenul este cauzat pe de-o parte de

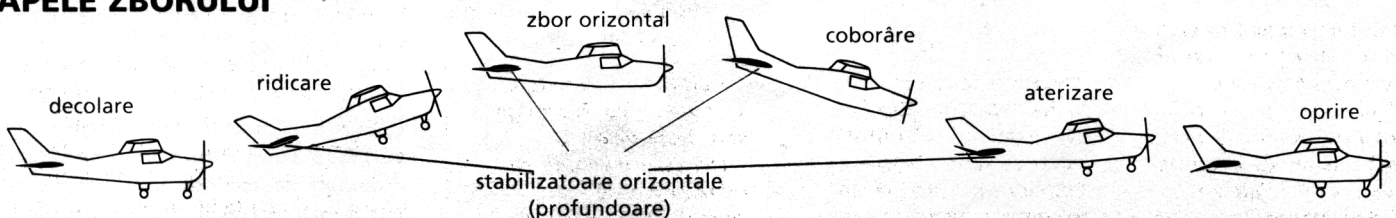
Atunci când avionul zboară cu o viteză constantă, forțele sunt în echilibru. Forța de ascensiune care acționează asupra aripii este egală cu greutatea avionului, iar forța de propulsie cu forța de rezistență a aerului.

Pilotul aeroplanului manevrează cu flapsurile de altitudine. La decolare și înălțare le ridică, la coborâre le acționează în direcție opusă, iar la aterizare le ridică din nou, crescând astfel forța de ascensiune.



Aviation Picture Library

## ETAPELE ZBORULUI



M C Picture Library

poziția aripilor, pe de altă parte de turbulențele de aer.

La decolare pilotul contracarează rezistența opusă de aer prin coborârea flapsurilor. Avionul va zbura la un nivel determinat, viteza lui fiind suficient de mare pentru ca forța de propulsie să depășească forța de rezistență a aerului. Stabilizatoarele orizontale vor fi ridicate din nou, aparatul înălțându-se la nivelul final. Avionul poate efectua un zbor orizontal în cazul în care greutatea proprie este egală cu forța de ascensiune.

### Schimbarea direcției

Avionul poate zbura spre destinație, dar pe parcurs va fi nevoit să vireze pentru a avansa în direcția potrivită. Virajele se pot efectua cu ajutorul altor stabilizatoare, și anume: cu eleroanele situate pe aripi și cu deriva (sau cârma), componentă a ampenajului vertical.

Eleroanele se află pe bordul de scurgere a aripilor. Dacă pilotul vrea să întoarcă avionul la stânga, atunci va coborî eleronul de pe aripa dreaptă, crescând pe partea respectivă forța de ascensiune. În același timp va ridica eleronul stâng, pe acea parte reducând forța de ascensiune. Când avionul este înclinat spre stânga, odată cu eleroanele va trage cârma spre stânga, manevra fiind astfel completă.

Apoi, dacă avionul este orientat spre direcția dorită, pilotul retrage eleroanele și derivă în poziția normală.

Când avionul se apropie de destinație, pilotul trebuie să se pregătească pentru aterizarea în condiții de siguranță. Este un proces complex și trebuie efectuat cu o precizie extraordinară, pentru ca nu cumva aparatul să piardă brusc din înălțime. În condiții ideale pilotul va zbura în direcția opusă vântului, curenții de aer facilitând direcționarea. Vântul

▲ **Bombardierul invizibil (STEALTH B2) a fost proiectat pentru a nu putea fi descoperit. Datorită culorii, nu poate fi văzut pe cer, și nu are unghiuri ascuțite, deci practic nu poate fi detectat nici de radare.**

lateral poate cauza probleme, deoarece poate dezechilibra avionul, și îngreunează efectuarea manevrelor de aterizare.

### Aterizare lină

Pentru aterizare pilotul reduce viteza și coboară flapsurile și profundearele pentru ca botul să fie orientat în jos; va scade forța dinamică de ascensiune, crește forța de rezistență a aerului, avionul începe să coboare. Când ajunge în apropierea pistei de aterizare, sunt ridicate stabilizatoarele orizontale, și intră în funcțiune aripile adjuvante frontale, situate la bordul de atac al aripilor. Acestea măresc suprafața aripilor și accentuează forța de ascensiune. Rezultatul va fi înclinarea avionului pe plan orizontal, botul fiind orientat mai sus decât coada. Aceasta compensează scăderea forței de ascensiune care rezultă din reducerea vitezei. Viteza avionului va fi atât de redusă, încât pentru câteva clipe pare că plutește deasupra pistei de aterizare.

Pentru reducerea vitezei se pun în funcțiune câteva flapsuri suplimentare. Acestea se află pe bordul de atac al aripilor și se numesc spoilere. Acestea produc turbinaerea aerului, care la rândul lor vor mări forța de rezistență a aerului și depășesc forța de ascensiune.

### Oprirea avionului

În această etapă vor fi coborâte roțile ceea ce mărește în continuare forța de frecare. La început avionul va atinge solul cu roțile trenului de aterizare principale. Profundoarele vor fi coborâte, pentru ca botul să coboare și roțile trenului frontal să atingă solul. Aparatul a aterizat complet. Flapsurile sunt coborâte complet, pentru a mări cât mai mult forța de frecare. Sunt acționate frânele de roată, iar aparatul se oprește în final.

● Există și aparate de zbor cu geometrie variabilă. Dacă este nevoie de o forță dinamică de ascensiune mai mare, aripile vor fi întinse complet. La zborurile de viteză, aripile pot fi retrase lângă fuselaj.



Quadrat. Picture Library



Tony Stone Images