

ION LINTEȘ

L. 493/941.

# AVIONUL

AERODINAMICA ȘI CONSTRUCȚIA LUI



BUCUREȘTI

1941



**BIBLIOTECA  
CENTRALA A  
UNIVERSITAȚII  
DIN  
BUCUREȘTI**

Nº Curent *78418* Format -

Nº Inventar *A63999* Anul *1941*

Secția *Dezvolt* Raftul *III*

ION LINTEȘ

Inv. A. 63.999.

6

# AVIONUL

AERODINAMICA ȘI CONSTRUCȚIA LUI

1928



BUCUREȘTI  
1941

Biblioteca Centrală Universitară  
BUCUREȘTI  
Cota \_\_\_\_\_  
Inventar \_\_\_\_\_

78/114

72617

9953

RC52/01

**B.C.U. Bucuresti**



**C72617**

# AERODINAMICA AVIONULUI

## GENERALITAȚI.

„Aerodinamica“ este știința care se ocupă cu mișcarea corpurilor în aer, sau cu mișcarea aerului în raport cu diverse corpuri.

Avionul, sau oricare altă mașină sburătoare, mișcându-se în aer, va avea toate legile mișcării studiate de către „Aerodinamică“.

Așa dar, dacă vom cunoaște legile mișcării unei mașini sburătoare, îi vom putea ameliora forma și compunerea elementelor ei tot cu ajutorul „Aerodinamicii“, pentru ca să-i perfecționăm zborul. Astfel, primele începuturi ale aviației au fost făcute cu niște mașini sburătoare, cari aveau puțină asemănare cu avioanele de astăzi și cari abia se ridicau la câteva sute de metri și sburau cu câteva zeci de km. pe oră. Perfecțiunea continuă, condusă rațional de către „Aerodinamică“, ne-a pus astăzi în fața unor rezultate amețitoare, când constatăm că se zboară cu viteze de peste 700 km/oră și când se ating altitudini de aproape 15 km. Și totuși, la început omul a plecat cu simplul gând de a imita întru câtva păsările, nici măcar bănuind că odată va veni vremea când le va depăși cu foarte mult.

Toate aceste perfecțiuni sunt datorite „Aerodinamicii“.

---

# STUDIUL REZISTENȚEI AERULUI

## PROBLEMA GENERALĂ

Problema rezistenței aerului se enunță în toată generalitatea ei astfel:

*„Să se determine rezultanta rezistenței aerului (în mărime, direcție, sens și punct de aplicație), opusă unui corp, care se mișcă în aer“ (fie rezultantă unică, fie o forță și un cuplu).*

Pentru studiul „sborului mecanic“ însă, problema are o variantă care se enunță astfel:

*„Să se determine forma corpului, care mișcându-se în aer, să fie capabil de o portanță maximă (adică o compozantă verticală a rezistenței aerului, cu sensul de jos în sus) și de o rezistență la înaintare minimă (adică o compozantă a rezistenței aerului, de sens contrar mișcării corpului).*

Rezolvarea directă a acestei probleme este însă foarte grea, de aceea s'a căutat soluționarea ei pentru diferite cazuri particulare, începându-se cu cele mai simple. Astfel, pentru nevoile aviației, cazurile particulare de soluționare ale problemei rezistenței aerului sunt următoarele:

1. Studiul rezistenței aerului pe un *plan ortogonal* (adică așezat perpendicular față de direcția curentului de aer), cu varianta ce decurge apoi pentru studiul

rezistenței diverselor corpuri la înaintare, variantă foarte utilă în „Construcția Avioanelor“.

2. Studiul rezistenței aerului pe un *plan înclinat*.

3. Studiul rezistenței aerului pe o *suprafață curbă*.

4. Studiul rezistenței aerului pe *profile speciale* (profile de aripi).

5. Studiul *propulsoarelor*.

6. Studiul rezistenței aerului pe *avioane* (în general pe orice fel de mașini sburătoare).

## 1. REZISTENȚA AERULUI PE UN PLAN ORTOGONAL

### GENERALITĂȚI

Cel mai simplu caz este acela al unui plan (o bucată de carton, de tablă, etc...) așezat perpendicular față de direcția curentului de aer.

Pentru determinarea completă a rezistenței aerului, asupra unui astfel de plan, trebuind să i se cunoască — după cum am spus mai sus — mărimea, sensul, direcția și punctul de aplicație al rezultantei, este necesar să cunoaștem în prealabil metodele și căile ce trebuiesc aplicate și urmate.

*Pe cale teoretică.* Primul matematician care și-a propus rezolvarea problemei, în acest caz particular, a fost Newton. Soluțiunea dată de el, deși a fost la început captivantă, s'a văzut mai târziu că nu era riguroasă.

Astăzi calea teoretică este aproape complet stabilită, dar este foarte pretențioasă prin vastele cunoștinți matematice ce necesită.

*Pe cale experimentală.* Numeroase și variate au fost metodele întrebuintate, cari se pot însă grupa astfel:

a) Prin mișcarea unei suprafețe plană în aer calm, planul fiind montat pe un cărucior special, care se poate mișca rectilin pe niște șine sau prin cădere, sau în fine montat pe o roată, care se învârtiște cu o viteză cunoscută.

b) Prin provocarea unui curent de aer asupra unui plan fix.

Din aceste metode, aceea care a dat — până astăzi — rezultatele cele mai precise, este „prin provocarea unui curent de aer asupra unui plan fix“ și în cele ce urmează, voi aplica — pentru studiul rezistenței aerului — această metodă.

Posibilitățile de provocare a unui curent de aer asupra unui plan fix sunt următoarele:

- utilizarea vântului natural,
- utilizarea vântului artificial, realizat în „*tunelul aerodinamic*“.

#### CATEVA DATE ASUPRA TUNELELOR AERODINAMICE.

Prin „*tunel aerodinamic*“, se înțelege o instalație specială, care este capabilă să producă un curent de aer uniform și de viteză dată, în care putem încerca diverse machete.

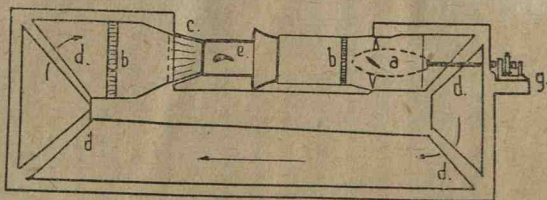


Fig. 1.

Modul cum se produce curentul de aer variază și poate fi:

- prin suflare,
- prin aspirație,
- prin ambele deodată, în care caz se mai numește și tunel cu „circuit continuu“.

În fig. 1, se vede un tunel aerodinamic cu circuit continuu, în care:



- a, reprezintă ventilatorul care produce curentul;
- b, reprezintă grătarele protectoare;
- c, reprezintă colectorul, în care se află și un filtru pentru redresarea curentului (înlăturarea vârtejurilor și în general a oricărei tendințe de turbulență);
- d, reprezintă aripioarele directe ale curentului de aer;
- e, reprezintă camera de experiențe;
- f, reprezintă difuzorul;
- g, reprezintă motorul, care antrenează ventilatorul.

În camera de experiență a unui tunel aerodinamic se instalează convenabil machetele diverselor corpuri ce trebuiesc încercate, astfel fixate cu sârme subțiri, încât să permită măsurarea forțelor (rezistenței aerului) cu ajutorul unor cântare, denumite „*balanțe aerodinamice*“.

Tot în camera de experiențe se instalează și instrumentele cu care se poate măsura:

- viteza curentului de aer,
- presiunea curentului de aer,
- direcția precisă a curentului de aer,
- temperatura, etc...

Incercările la „tunelul aerodinamic“ sunt ușoare, practice și nu prea scumpe, dar este firesc să se nască întrebarea: prin inversarea fenomenului, adică prin producerea unui curent artificial de aer asupra unui corp fix, nu cumva rezultatele vor fi falsificate, căci în realitate avionul merge și aerul stă pe loc?

O analiză profundă ne conduce la concluzia că, erorile ce se fac sunt prea mici prin inversarea realității și deci metoda poate fi aplicată cu toată încrederea.

## STABILIREA FORMULEI REZISTENȚEI AERULUI.

### Legea patratului

Luând un plan de formă circulară, patrată, sau dreptunghiulară, de suprafață  $S$  și introducându-l în camera de experiență a unui tunel aerodinamic, îl vom fixa cu ajutorul unor sârme subțiri la balanța aerodinamică. În figura 2 balanța aerodinamică este schematic reprezentată printr'un fir legat cu un capăt de plan, trecut peste un scripet cu celălalt capăt și scos

afară din camera de experiență, unde îi legăm un platan.

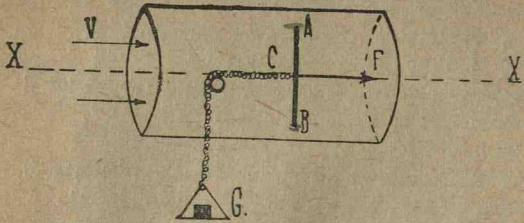


Fig. 2.

Planul fiind așezat perpendicular față de direcția curentului de aer (care este paralelă axului camerei de experiență), va fi acționat de curentul de aer în sensul deplasării lui dela stânga la dreapta (pe fig. 2); or, pentru a-i restabili echilibru, menținându-l pe loc, va trebui să punem greutateți în platan. Variind viteza curentului de aer, va trebui să variem și greutatețile din platan. Deasemenea, dacă variem și mărimea planului, adică suprafața lui, constatăm că variază și greutatețile din platan necesare menținerii echilibrului.

În consecință, făcând numeroase experiențe, cu diverse mărimi ale suprafeței planului și cu diverse viteze ale curentului de aer, notând cu grijă toate greutatețile puse în platanul balanței pentru restabilirea echilibrului, în fiecare caz, apoi ordonând metodic rezultatele, vom constata (prin comparații grafice) că mărimea rezistenței  $F$ , a aerului, poate fi exprimată printr'o relație de formă:

$$1) \quad F = K \cdot S \cdot V^2$$

unde  $S$  este — după cum am văzut — suprafața planului în metri pătrați,  $V$  este viteza curentului de aer produs în camera de experiență a tunelului aerodinamic, în metri pe secundă și  $K$  este un coeficient numeric.

Deasemenea, prin tatonări succesive, se găsește și

punctul de aplicație al forței  $F$ , care este în  $C$ , direcția și sensul fiind acele ale curentului de aer, adică rezultanta  $F$  este perpendiculară la planul  $AB$ .

Dacă variem forma periferică a planului, atunci se constată că valorile coeficientului  $K$  variază, prin urmare el depinde de forma planului. Astfel, dacă  $F_c$ ,  $F_p$ ,  $F_d$ ,  $F_s$ , reprezintă valorile rezistenței aerului asupra unor planuri de aceeași suprafață, însă de forme: circulară, patrată, dreptunghiulară, stea, atunci se constată că:  $F_c < F_p < F_d < F_s$ , adică rezistența unui plan în formă de stea este mai mare ca a unuia de formă dreptunghiulară, iar rezistența unui plan în formă dreptunghiulară este mai mare ca a unuia de formă patrată, etc... forma circulară având cea mai mică rezistență. Deasemenea, când suprafața  $S$  a planului variază într'un interval mare, se remarcă variațiuni și în valorile lui  $K$ , astfel pentru un cerc de  $1 m^2$  se găsește  $K = 0,080$ , iar pentru un cerc de  $1 dm^2$ , se găsește  $K = 0,065$ .

În sfârșit, dacă în locul unui plan circular, introducem în tunelul aerodinamic un corp cilindric, cu alte cuvinte un plan gros, vom observa că, pentru o anumită grosime, rezistența aerului se micșorează, însă dacă continuăm să sporim grosimea, atunci, dela un moment dat, rezistența aerului începe să crească din nou.

Căutând explicațiunea acestor curioase fenomene, s'a constatat că ele sunt datorite: *viscozității, compresibilității și frecării* aerului.

Prin viscozitate se înțelege frecările moleculelor de aer între ele.

Prin compresibilitate se înțelege comprimarea moleculelor de aer.

Prin frecare simplă se înțelege frecare a aerului în contact cu alte corpuri.

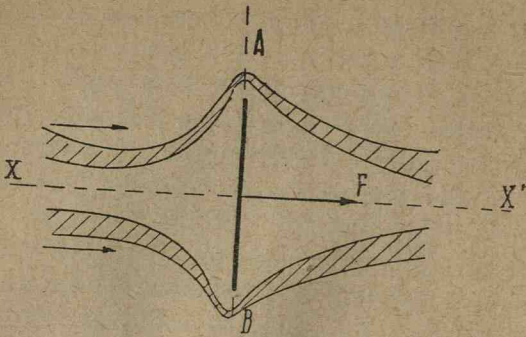


Fig. 3.

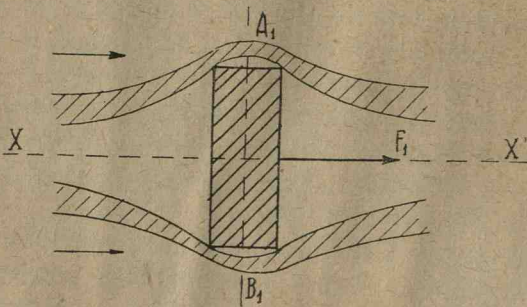


Fig. 4.

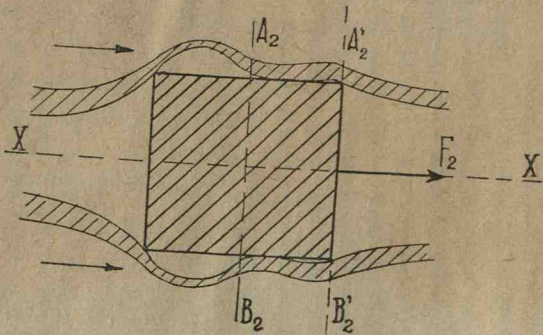


Fig. 5.

*Efectul compresibilității* modificând coeficientul de viscozitate, se transformă într'un efect de viscozitat. Intr'adevăr, admitând că o șuviță de aer, văzută la microscop, capătă o formă groasă, atunci această șuviță de aer conturând corpul (fig. 3) este gătuire, având în AB secțiunea de gătuire maximă.

În cazul când corpul este ceva mai gros, șuvița de aer conturează mai dulce corpul, fără o gătuire pronunțată, deci prezintă o mai mică rezistență la înaintare (fig. 4).

În calcule însă, aerul este considerat incompresibil, cu alte cuvinte șuvița de aer nu ar trebui să se gătuie și deci scurgerea aerului ar fi neturburată, din această cauză — în prima instanță — rezultatele teoretice nu se potrivesc cu acele experimentale.

Dacă corpul este și mai gros, atunci șuvița de aer îl conturează, apoi se lipește de el și *frecarea* începe să se manifeste (fig. 5). Astfel, între  $A_2 A_2'$  și  $B_2 B_2'$  se manifestă frecarea, șuvița de aer fiind în contact cu corpul.

Așa se explică cum rezistența aerului asupra unui plan subțire, este mai mare decât asupra unui plan ceva mai gros, iar de îndată ce grosimea corpului depășește anumite limite, rezistența aerului începe din nou să crească.

\* \* \*

Din cele arătate mai sus, am văzut că rezistența aerului asupra unui plan așezat perpendicular direcției curentului de aer este:

a) *Direct proporțională cu suprafața planului, adică suprafața expusă curentului de aer;*

b) *Direct proporțională cu patratul vitezei curentului de aer, sau cu patratul vitezei planului, dacă el s'ar mișca în aer;*

c) *Direct proporțional cu un coeficient  $K$ , pe care îl determinăm numai pe cale experimentală.*

Acest coeficient  $K$ , depinde, după cum am văzut, de:

- forma periferică a planului,
- grosimea planului,
- dimensiunile planului (când variază prea mult), și după cum vom vedea mai jos, mai depinde de:
  - însăși forma corpului și
  - de densitatea aerului.

Deoarece în formula 1) partea isbitoare este „viteza la patrat“, formula se mai numește și „*legea patratului*“, pentru că rezistența aerului variază direct proporțional cu patratul vitezei.

Această lege a patratului este însă valabilă numai pentru viteze mici și mijlocii, adică pentru viteze mai mici decât „*viteza sunetului*“ (circa 334 m/sec. în aer calm). Cum însă viteza celui mai iute avion abia a depășit 200 m/sec. înseamnă că legea patratului poate fi aplicată în bune condițiuni.

#### *Observație.*

Experiențele la tunelul aerodinamic făcându-se cu un aer de densitate cunoscută, iar sborurile unui avion putându-se efectua la diverse înălțimi, unde aerul are densități mult mai reduse, înseamnă că rezistența aerului depinde și de densitate. În adevăr, făcându-se experiențe, s'a dovedit că:

d) *Rezistența aerului este direct proporțională cu densitatea aerului.*

În acest caz vom nota  $K = \frac{\rho}{2} C$  unde, conform uzanțelor teoretice, am notat cu  $\frac{\rho}{2}$  jumătatea masei specifice a aerului, iar cu  $C$  un *coeficient aerodinamic* care nu mai depinde decât de forma și exteriorul corpului.

Pentru  $\left(\frac{\rho}{2}\right)$  avem în „atmosfera standard“ (o atmosferă tip) următoarele date:

TABLOUL No. 1

Altitudinea	0	1000	2000	3000	4000	5000
$100 \cdot \left(\frac{\rho}{2}\right)$	6,25	5,69	5,14	4,64	4,16	3,26

In concluzie:

Formula rezistenței aerului opusă unui plan așezat perpendicular direcției curentului de aer este:

$$2) \quad F = \frac{\rho}{2} C \cdot S \cdot V^2.$$

unde:

$F$ , se exprimă în kilograme;

$S$ , se exprimă în metri pătrați;

$V$ , se exprimă în metri pe secundă;

$\left(\frac{\rho}{2}\right)$ , se ia din tabloul numeric al atmosferei standard, care se va studia la un alt capitol.

$C$ , este un coeficient numeric, care se determină la tunelul aerodinamic.

#### REZISTENȚA AERULUI ASUPRA CATORVA CORPURI CU FORME PARTICULARE.

Incercându-se la tunelul aerodinamic diverse forme de corpuri, s'au obținut pentru coeficientul aerodinamic  $C$ , valorile date mai jos:

TABLOUL No. 2

Forma corpului încercat	C	Observații
Plan circular	1,10	
Plan patrat	1,11	
Plan dreptunghiular	1,16	
Plan în stea hexagonală >	1,20	
Cilindru având axul paralel curentului de aer	0,91	Când grosimea este egală cu diametru.
	0,85	Când grosimea este egală cu dublul diametru.
	0,87	Când grosimea este de patru ori diametrul.
	0,99	Când grosimea este de șapte ori diametrul.
Două planuri circulare egale, așezate în tanden (având cen- trele pe acelaș ax paralel cu- rentului de aer).	0,93	Când depărtarea între ele este egală cu diametru.
	1,52	Când depărtarea între ele este odată și jumătate cât dia- metru.
	0,78	Când depărtarea între ele este de trei ori diametru.
Sferă	0,47	
Semi-sferă convexă	0,34	Așezată cu partea bombată înainte.
Semi-sferă concavă	1,33	Așezată cu partea goală înainte.
Cilindru cu semi sfere la ca- pete (așezate cu axul longi- tudinal paralel curentului de aer).	0,225	
Cilindru așezat în picioare (cu generatricea perpendiculară cu- rentului de aer).	0,70	
Con așezat cu vârful înainte	0,51	Pentru o deschidere a vârfului de 60°
	0,34	Pentru o deschidere a vârfului de 30°
Con combinat cu o semi-sferă la bază.	0,162	Când are vârful înainte.
	0,088	Când are vârful înapoi.



Toate corpurile arătate mai sus sunt presupuse perfect lustruite sau lăcuite.

### SPECTRU AERODINAMIC.

Observându-se dâra lăsată de o barcă sau un vapor în timpul mersului pe apă, sau în general de orice corp și comparându-se *fluidul aer* cu *fluidul apă*, s'a născut credința că, dacă aerul ar fi vizibil, mișcarea unui corp în aer ar lăsa în urma lui o dâră asemănătoare celei lăstate în apă. Atunci s'a colorat aerul introdus în tunelul aerodinamic<sup>1)</sup>, apoi s'a fotografiat sau chiar cinematografiat dâra aerului, bineînțeles fiind convenabil luminat interiorul camerei de experiență.

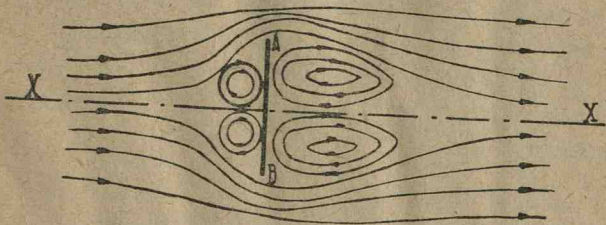


Fig. 6.

Din examenul fotografiilor s'a constatat felul cum aerul atacă corpul, îl conturează, apoi îl părăsește și acestor figuri li s'a dat numele de *spectre aerodinamice*.

Astfel, asupra unui plan așezat ortogonal, spectrul lui este ca în fig. 6, unde se remarcă, în partea anterioară a planului, o regiune turbulentă foarte mică,

<sup>1)</sup> Colorarea aerului se face injectând în fața camerei de experiență a unui tunel aerodinamic fum sau praf colorat, printr'un tub prevăzut cu mici orificii. Curentul de aer din tunel, antrenând acest praf, materializează niște fileuri, cari reprezintă liniile de curent ale aerului.

iar în partea posterioară o regiune turbulentă mai mare.

În aceste regiuni se observă niște vârtejuri și din această cauză se mai numește și *regiune de vârtejuri*. Mărimea regiunii de vârtejuri variază cu viteza curentului, cu suprafața planului, cu forma lui, cu grosimea lui și cu vâscozitatea aerului. Se remarcă însă o curioasă legătură între mărimea rezistenței la înaintare și mărimea suprafețelor regiunilor cu vârtejuri și din numeroase experiențe, se constată că suprafața acestor regiuni, luate în proiecție pe planul de simetrie al corpului, variază direct proporțional cu rezistența aerului.

S'a încercat să se micșoreze aceste regiuni cu vârtejuri prin adăugirea unor coafe, pe fețele anterioară și posterioară ale planului, cari să circumscrie regiunile cu vârtejuri și eliminându-le astfel, s'a ajuns la forma unui solid ce prezintă minimum de rezistență la înaintare (fig. 7).

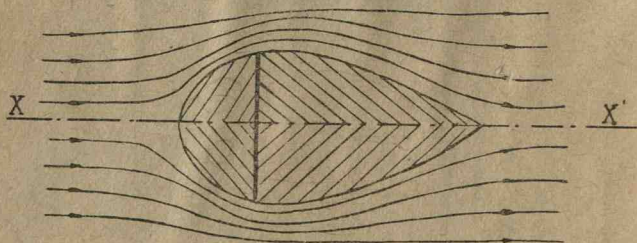


Fig. 7.

Se vede lesne, cu ajutorul spectrului aerodinamic, că în acest caz șuvițele de aer conturează corpul, fără să mai dea naștere la regiuni turburi.

Forma corpurilor din fig. 7 se numește formă „fuzelată“, imitând întrucâtva fusul.

În fig. 8 se arată, în mod comparativ, rezistența la înaintare a câtorva corpuri, față de trei forme fuzelate,

primele două forme servind în general de carene pentru dirijabile.

72617

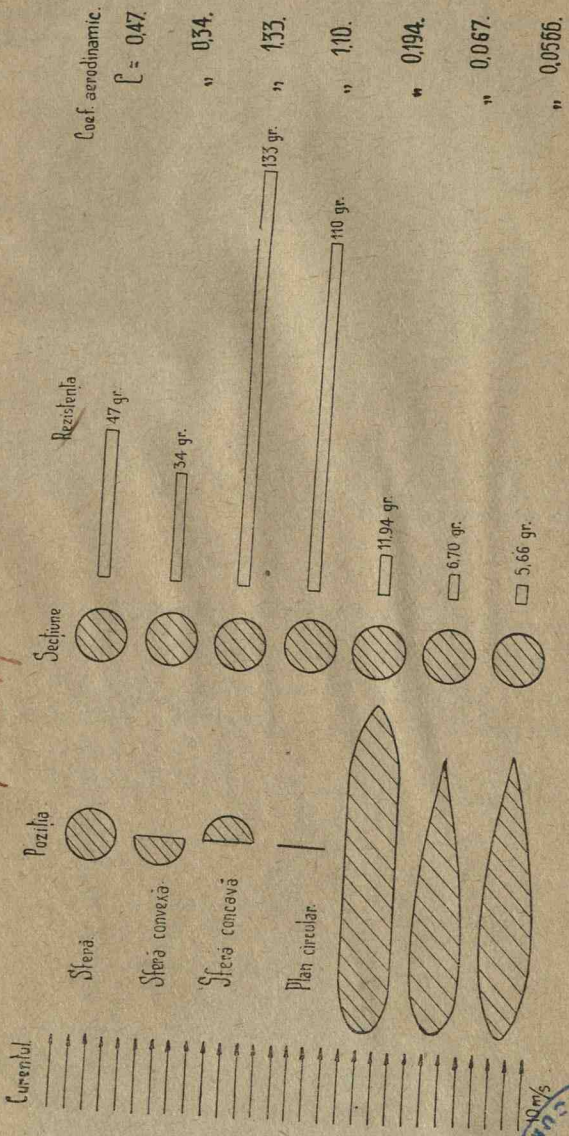


Fig. 8.



### SECȚIUNE DREAPTĂ (ORTOGONALĂ) MAXIMĂ.

Am văzut mai sus că rezistența aerului, opusă unui corp oarecare, este direct proporțională cu secțiunea dreaptă, adică secțiunea maximă a corpului, dispus ortogonal (perpendicular) față de direcția curentului.

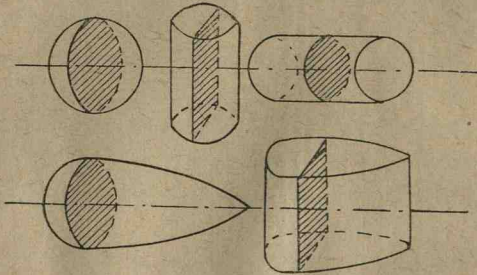


Fig. 9.

Iată în fig. 9 se văd câteva corpuri în care s'au hașurat diversele secțiuni drepte maxime, în cazul când ele sunt dispuse perpendicular curentului de aer.

### PRESIUNI ȘI DEPRESIUNI.

Dacă măsurăm presiunile cu ajutorul unui manometru, în jurul unui plan așezat perpendicular față de direcția curentului de aer, atunci constatăm că pe fața anterioară a planului, presiunile sunt mai mari

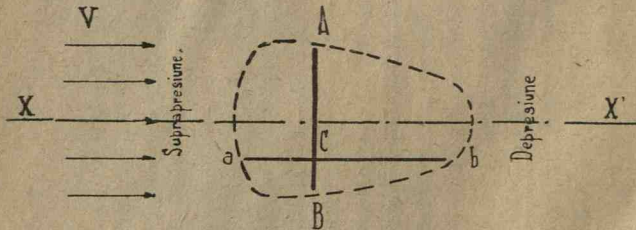


Fig. 10.

decât presiunea curentului de aer, iar pe fața posterioară, presiunile sunt mai mici, adică avem depre-

siuni. Graficul acestor „supra-presiuni“ și „depresiuni“ se prezintă ca în figura 10.

În mod analog se pot măsura presiunile și depresiunile în jurul oricărui corp care se află într'un curent de aer.

Această determinare a presiunilor și depresiunilor este foarte importantă în construcția avioanelor și mai cu seamă în construcția baloanelor și dirijabilelor, unde îmbrăcămintea trebuie să reziste în bune condițiuni.

APLICAȚIUNEA Nr. 1. — Să se determine diametrul cercului de deschidere a unei parașute semi-sferice, știind că viteza de cădere la sol nu trebuie să fie mai mare ca 6 metri pe secundă, iar greutatea parașutistului, cu parașută, va fi socotită cel mult 100 kgr.

Pentru o semi-sferă, care se mișcă cu concavitatea înainte, avem un coeficient aerodinamic  $C = 1,33$  (vezi tabloul 2), atunci după legea patratului (formula 2) avem:

$$F. = \frac{Q}{2} \cdot C \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot V^2$$

unde la sol avem  $\frac{Q}{2} = 0,0625$  (vezi tabloul 1), apoi:

$F = 100$  kgr.;  $C = 1,33$ ;  $V = 6$  m/sec., iar  $D$  este diametru parașutei.

Inlocuind și calculând pe  $D$ , găsim:  $D = 6,51$  m.

## 2. REZISTENȚA AERULUI PE UN PLAN INCLINAT.

### GENERALITAȚI.

Fie  $AB$  un plan de suprafață  $S$ , menit să aibă o mișcare de translație dealungul axului  $xx'$  cu o viteză  $V$  și fie  $i$  unghiul planului cu axul de mișcare, unghiul cărui  $i$  s'a dat numele de *unghiul de atac* (fig. 11).

Dacă planul se mișcă într'un sens oarecare, dela dreapta spre stânga pe figură, cu viteza  $V$ , urmează

că sensul curentului de aer (paralel axului  $xx'$ ) va fi

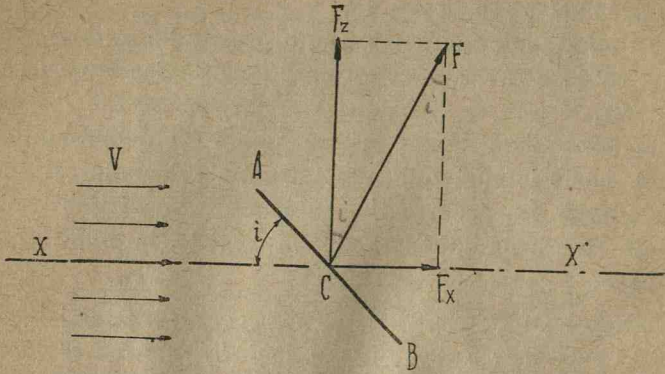


Fig. 11.

contrar și va avea o viteză  $V$ . Atunci — datorită faptului că planul este înclinat față de axul de mișcare — rezultanta  $F$  a rezistenței aerului nu va mai fi paralelă axului de mișcare, ca în cazul planului ortogonal, ci va fi înclinată de un unghi oarecare față de direcția curentului de aer, așa cum se vede pe figură.

Descompunând forța  $F$  după două axe rectangulare, una fiind însăși axa de mișcare și cealaltă axa perpendiculară, vom avea, conform legii patratului, care se aplică și aci:

$$3. \quad \begin{cases} F_x = K_x \cdot S \cdot V^2 \\ F_z = K_z \cdot S \cdot V^2 \end{cases}$$

Astfel se remarcă, pentru prima oară, apariția unei compozante verticale  $F_z$  cu sensul de jos în sus, menită să învingă forța de atracție terestră și deci să realizeze *sustențația* sau *sborul mecanic*. Această compozantă a fost denumită *portanță*, în deosebi de  $F_x$ , denumită, ca și mai înainte, *rezistența la înaintare*. De acum, odată găsită expresiunea portanței, începe goana după

portanțe cât mai mari și rezistențe la înaintarea cât mai mici

#### DETERMINAREA PORTANȚEI ȘI REZISTENȚEI LA ÎNĂINTARE.

Calea teoretică — ca și în cazul rezistenței ortogonale — este încă într'o fază de tatonări, așa încât nu vom utiliza pentru determinarea lui  $F_z$  și  $F_x$  decât calea experimentală.

În adevăr, supunând un plan  $AB$  de suprafață  $S$ , într'un tunel aerodinamic, la un curent de aer de viteză  $V$  și legându-l convenabil într'un punct  $C$  al planului, ales prin diferite tatonări, spre a realiza planului o înclinare dată, cu niște corzi prevăzute cu platanele  $G_1$  și  $G_2$ , atunci vom putea măsura forțele  $F_z$  și  $F_x$  după greutatețile puse în ambele platane, (fig. 12). Astfel, făcând un număr cât mai mare de măsurători, pentru diferite înclinări  $i$  (unghiuri de atac),

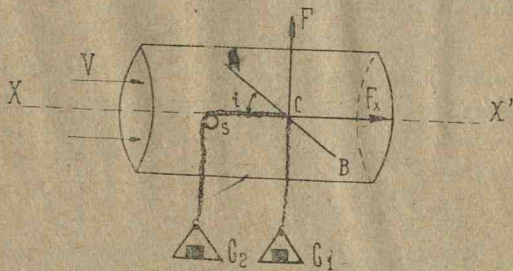


Fig. 12.

viteze  $V$  și suprafețe  $S$ , vom putea determina valorile coeficienților  $K_z$  și  $K_x$ , căci avem:

$$4) \begin{cases} K_z = \frac{F_z}{S \cdot V^2} = \frac{G_1}{S \cdot V^2} \\ K_x = \frac{F_x}{S \cdot V^2} = \frac{G_2}{S \cdot V^2} \end{cases} .$$

Cu aceste valori numerice, determinate experimental, putem completa un tablou de forma:

TABLOUL No. 3

$i$	$0^{\circ}$	$5^{\circ}$	...	$90^{\circ}$	...	$180^{\circ}$	....
$Kz$							
$Kx$							

Inlocuind și aici, ca și în cazul rezistenței ortogonale, coeficienții  $Kx$  și  $Kz$ , prin

$$Kx = \frac{0}{2} Cx \quad \text{și} \quad Kz = \frac{0}{2} Cz$$

obținem formulele:

$$5) \quad \begin{cases} Fx = \frac{0}{2} Cx \cdot S \cdot V^2 \\ Fz = \frac{0}{2} Cz \cdot S \cdot V^2 \end{cases}$$

Și în acest caz valorile lui  $Kz$  și  $Kx$  din tabloul Nr. 3 sunt înlocuite cu  $Cz$  și  $Cx$ .

Pentru a înțelege însă mai ușor variația valorilor lui  $Cz$  și  $Cx$ , care variază și cu unghiul de atac, și deci pentru a găsi maximum primului și minimum

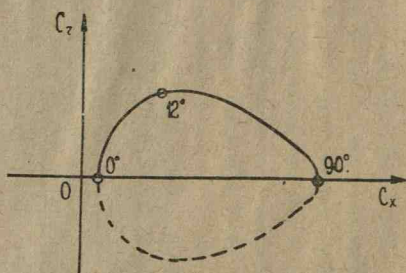


Fig. 13.

celuilalt, s'a convenit a reprezenta grafic variația lui  $Cz$  în funcție de  $Cx$ , într'un sistem de axe rectangulare. În adevăr, se ia pe axa ordonatelor valorile lui  $Cz$  și pe axa absciselor valorile lui  $Cx$  (fig. 13).



Acest grafic întocmit pentru un plan al cărui unghi de atac variază dela  $0^\circ$  până la  $180^\circ$  și apoi dela  $180^\circ$  la  $360^\circ$  (un tur complet) se numește *polară*.

Pe el se vede maximum lui  $C_z$ , care ar fi cam în jurul punctului corespunzător unghiului de atac de  $12^\circ$ , apoi minimum lui  $C_x$  pentru  $i=0^\circ$  și  $180^\circ$  și maximum lui  $C_x$  pentru  $i=90^\circ$ . Porțiunea punctată a curbei corespunde *portanței negative*, care nu interesează sustentația dinamică, și de care nu ne vom ocupa.

Iată în tabloul Nr. 4 și valorile numerice ale coeficienților aerodinamici, deduși pe cale experimentală, pentru un plan, însă numai până la un unghi de atac  $i=15^\circ$ .

TABLOUL No. 4

$i$	$-6^\circ$	$0^\circ$	$3^\circ$	$6^\circ$	$9^\circ$	$12^\circ$	$15^\circ$
100 $C_z$	- 20	0	20	46	64	68	65
100 $C_x$	8	3	7	17	33	47	51

*Observație:* Pentru  $i=0^\circ$ , adică atunci când planul este paralel curentului de aer avem o mică rezistență la înaintare egală cu:  $0,0625 \times 0,03 \times S \cdot V^2 = 0,002 \cdot S \cdot V^2$  care se datorește numai *frecărilor*.

*Punctul de aplicație* al rezistenței aerului se determină numai prin încercări, el fiind totdeauna pe axul de simetrie al planului, însă se deplasează pe acest ax, după cum variază unghiul de atac.

## SPECTRUL AERODINAMIC.

Fotografiind, precum am arătat la cazul rezistenței ortogonale, spectrul aerodinamic al unui plan înclinat (fig. 14), observăm că regiunea turbure (cu vârtejuri) se micșorează, în comparație cu un plan așezat

ortogonal, fapt ce explică micșorarea rezistenței la înaintare; iar dacă și aci am căuta să suprimăm regiunile cu vârtejuri, am obține o formă curioasă,



Fig. 14.

care în realitate nu constituie altceva decât profilul de aripă, pe care îl vom studia mai jos, și care prezintă un *minimum de rezistență la înaintare și o portanță maximă*.

Pe spectru se mai observă că, după ce șuvițele de aer au conturat planul, ele nu-și mai reiau mersul paralel axului de mișcare  $x x'$  în vecinătatea planului, ci se dirijează după o direcție ce face un unghi cu axul de mișcare, unghi care se numește de *deflecție*, și este cu atât mai mare, cu cât unghiul de atac este mai mare.

#### PRESIUNI ȘI DEPRESIUNI.

Măsurând presiunile în jurul unui plan înclinat, analog planului ortogonal, graficul de suprapresiune și depresiuni se va prezenta ca în fig. 15,

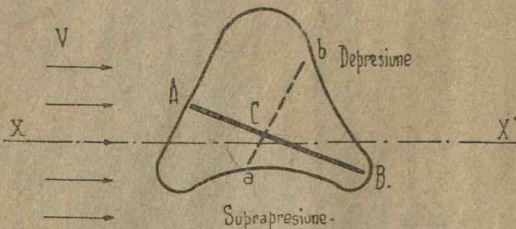


Fig. 15.

APLICAȚIE Nr. 2. — Înălțându-se un smeu dreptunghiular, de dimensiuni: 40 cm. lățime și 60 cm. înălțime și astfel legat, încât să facă cu direcția vântului un unghi de  $12^\circ$ , se cere tracțiunea ce se exercită în sfoară, știind că viteza vântului este 10 m/sec.

După formula 5) unde:  $\frac{Q}{2} = 0,0625$ ;  $C_x = 0,47$  și  $C_z = 0,68$  (din tabloul 3); iar  $S = 0,6 \times 0,4 = 0,24$  m. și  $V = 10$ /sec., avem:

$$F_x = 0,0625 \times 0,47 \times 0,24 \times 10^2 = 0,71 \text{ kgr.}$$

$$F_z = 0,0625 \times 0,68 \times 0,24 \times 10^2 = 1,00 \text{ kgr.}$$

Prin urmare, compunând forțele  $F_x$  și  $F_z$ , adică măsurând diagonala unui dreptunghi ale cărei laturi sunt tocmai forțele de mai sus, găsim:

$$\text{Tracțiunea în sfoară} = (0,71)^2 + (1,00)^2 = 1,50 \text{ kgr.}$$

### 3. REZISTENȚA AERULUI PE SUPRAFEȚE CURBE

#### GENERALITAȚI.

Am văzut mai sus — la studiul rezistenței aerului pe un plan înclinat — cum pentru prima oară apare o compozantă verticală  $F_z$ , menită să realizeze șborul

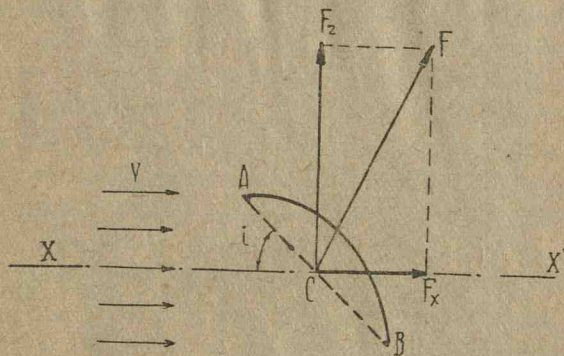


Fig. 16.

mecanic. Odată această compozantă găsită, a început o abundentă cercetare în scopul de a găsi un corp

capabil să dea un  $Fz$  cât mai mare, pentru un  $Fx$  cât mai mic. Și natural era ca în seria experiențelor să se treacă dela plan, la încercări cu diferite suprafețe curbe. Astfel, s'a luat un plan și s'a îndoit, așa încât secționat longitudinal prin axul lui de simetrie, se prezintă ca în fig. 16. În acest caz unghiul de atac, al unei astfel de suprafețe curbe, va fi măsurat față de coarda  $AB$ .

Procedând prin experiențe analoage ca pentru planul înclinat, ajungem la formulele:

$$6) \quad \begin{cases} Fz = \frac{\rho}{2} Cz. S. V^2 \\ Fx = \frac{\rho}{2} Cx. S. V^2 \end{cases}$$

ca și pentru planul înclinat, însă aci  $S$  reprezintă suprafața planului coardă (care conține coarda  $AB$ ).

Determinarea coeficienților aerodinamici  $Cz$  și  $Cx$  se face tot cu ajutorul tunelului aerodinamic, iar graficul valorilor se prezintă așa precum se vede în figura 17, unde polara planului este trasată punctat.

În acest grafic vedem că, dacă mărim unghiul de atac, vom obține coeficienți de portanță mai mari decât

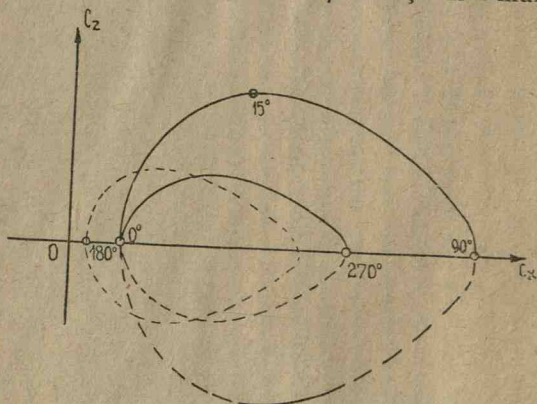


Fig. 17.

în cazul planului înclinat, și aceasta se datorește faptului că suprafața este curbă; iar dacă  $i = 90^\circ$  avem un  $Cx_{max}$  mai mare ca în cazul unui plan. Apoi continuând rotația, găsim o ramură simetrică a curbei, însă cu portanțe negative, iar peste  $180^\circ$  obținem polara suprafeței așezată invers, adică pe spate, față de curentul de aer, polară, care ne interesează mai puțin din cauza portanțelor mici.

*Punctul de aplicație* al rezistenței aerului, asupra unei suprafețe curbe, se determină tot prin încercări la tunelul aerodinamic.

Spectrul aerodinamic și graficul presiunilor și depresiunilor, se prezintă analog cu acele ale planului înclinat.

#### 4. PROFILE DE ARIPI

##### GENERALITAȚI.

Dorința de a găsi corpuri cari, încercate aerodinamic, să dea portanțe cât mai mari pe deoparte și rezistențe la înaintare cât mai mici pe de altă parte, a făcut pe cercetători să tot încerce diferite corpuri rezultate din combinația mai multor suprafețe curbe și astfel au ajuns la un profil bizar ca formă, dar capabil de portanțe mari și rezistențe la înaintare mici; iar pentru faptul că actualmente numai aceste profile sunt utilizate pentru construcțiile aripilor de avion, ele au fost denumite: „profile de aripi“.

Un profil de aripă este compus din combinarea convenabilă a două sau trei suprafețe curbe: *marginea de atac* (care poate să fie un punct), *fața exterioară* sau extra-dosul și *fața interioară* sau intra-dosul, ultimele două unindu-se sub un unghi diedru cât mai ascuțit, denumit *marginea de fugă*. După forma extra

și intradosului, profilul de aripă poate să fie de mai multe feluri (fig. 18).

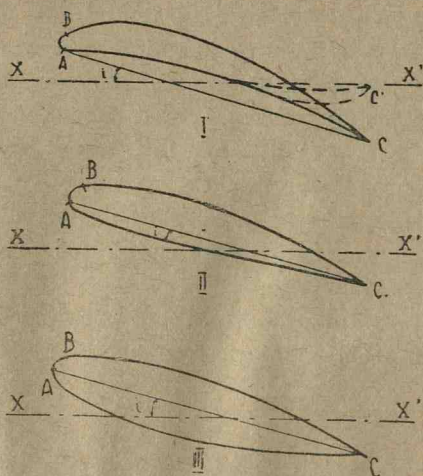


Fig. 18.

1. *Profil concav cu simplă curbură (I)*, unde avem:  $AB$  marginea de atac,  $BC$  extradosul,  $CA$  intradosul și  $AC$  coarda profilului, iar în  $C$  avem marginea de fugă.

2. *Profil concav cu dublu curbură (I)*, unde marginea de fugă este în  $C'$  și deci coarda profilului va fi  $AC'$

3. *Profil biconvex (II)* unde intradosul este convex.

4. *Profil simetric (III)* unde extradosul și intradosul sunt simetrice față de coardă, iar marginea de atac se reduce la un punct, deci punctele  $A$  și  $B$  sunt confundate.

Profilele de aripi se mai împart — din punct de vedere al construcției avioanelor — în trei clase: *subțiri, semi-groase și groase.*

#### DETERMINAREA PROFILELOR.

Pe cale experimentală, diferite profile de aripi sunt deduse prin numeroase tatonări asupra diverselor mo-

dele. Dar se pot deduce și din studiul spectrului aerodinamic asupra unui plan înclinat, căci dacă am căuta să eliminăm regiunea vârtejurilor din spectrul aerodinamic al unui plan înclinat, atunci ar trebui să lipim pe ambele fețe ale planului niște forme, deduse pe

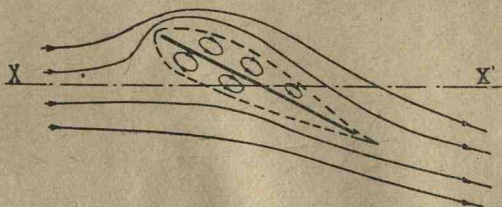


Fig. 19.

spectrul aerodinamic, de curba care circumscrie regiunea vârtejurilor (fig. 19). Această curbă reprezintă însăși forma profilului. Este ușor de înțeles că această curbă depinde de viteza curentului și de unghiul de atac, ceea ce înseamnă că forma profilului unei aripi este bună numai pentru o anumită viteză a avionului și pentru un anumit unghi de atac, fapt important și de care ar trebui să se țină mult seamă în construcția avioanelor.

Pe cale teoretică deasemenea se pot determina profile ori câte vom voi și în condițiunile ce ne impunem; metoda cere însă multe cunoștințe matematice.

## DETERMINAREA REZISTENȚEI AERULUI.

### Polara generală

Procedând ca și în celelalte cazuri, mărimea rezistenței aerului se determină, precum am văzut mai sus, (fig. 20) tot cu ajutorul unor formule de forma celor date mai sus (vezi formulele 6).

Variația valorilor coeficienților aerodinamici  $C_z$  și  $C_x$ , deduse la tunelul aerodinamic și reprezentate

grafic, dau o curbă de forma celei din fig. 21 de unde se observă ușor proprietatea profilelor de aripă,

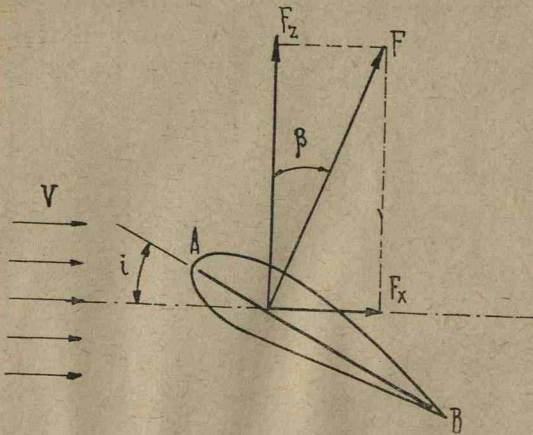


Fig. 20.

care sunt capabile, pentru o aceeași suprafață  $S$ , măsurată pe planul coardă al profilului, de o *portanță*

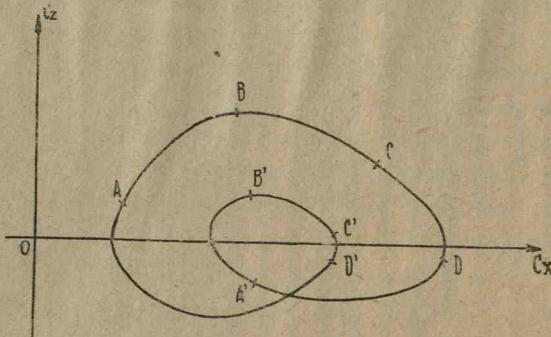


Fig. 21.

*mult mai mare* ca acelea ale planului sau suprafețelor curbe și de o *rezistență la înaintare foarte micșorată*.

*Polara generală se prezintă astfel:*

Variind înclinarea profilului dela  $0^\circ$  la  $90^\circ$ , obținem



ramura  $ABCD$  a curbei până la un  $Cx_{max}$ . Continuând apoi rotația profilului, atunci el se va prezenta curențului de aer cu *marginea de fugă* înainte și deci portanța, ca și rezistența la înaintare, vor scădea și vom obține ramura  $A'B'C'D'$ . Porțiunile negative, și în special ramura cuprinsă între punctele  $AD'$  interesează numai cazul sborului pe spate.

*Punctul de aplicație* al rezultantei este determinat tot prin tatonări, iar locul geometric al tuturor punctelor de aplicație, în cazul când unghiul de atac variază dela  $0^\circ$  la  $90^\circ$ , este analog celui găsit la suprafețele curbe.

Mai jos, vom arăta o altă metodă pentru deducerea punctelor de intersecție ale rezultantei  $F$  cu coarda profilului.

#### POLARA OBICINUITĂ SAU PROPRIU ZISĂ.

În sborurile obicinuite ale unui avion s'a observat că, maximum intervalului în care variază unghiurile de atac este cuprins între  $-15^\circ$  și  $+20^\circ$ , deci vom studia în detaliu rezistența aerului, sau mai precis polara profilului, cuprinsă în acest interval.

În adevăr, în intervalul de variație al unghiului de atac între  $-15^\circ$  și  $+20^\circ$ , variația grafică a lui  $Cz$  în funcție de  $Cx$ , se prezintă ca în fig. 22, iar în cazul

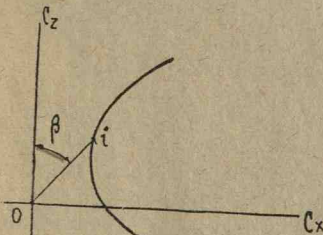


Fig. 22.

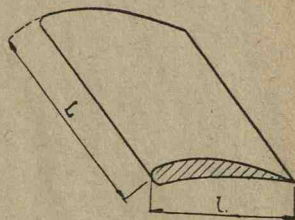


Fig. 23.

unui unghiului de atac  $i$ , direcția rezultantei  $F$ , față de

normala la axul de mișcare, va fi dată de unghiul  $\beta$ , determinat de axa ordonatelor pe polară și de dreapta ce unește originea axelor cu punctul de pe curbă unde avem unghiul  $i$ , (pe figura 22).

Curba  $Cz$  în funcție de  $Cx$  se obține prin determinarea la tunelul aerodinamic a valorilor lui  $Cz$  și  $Cx$ , pentru un profil de dimensiuni date, introducându-se la tunel o *machetă profil*, ale cărei dimensiuni principale sunt: *lărgimea* sau *anvergura*  $L$  (fig. 23) și *profundimea*  $l$ , iar raportul  $\lambda = \frac{L}{l}$  sau mai precis  $\lambda = \frac{L^2}{S}$  unde  $S$  reprezintă suprafața machetei, este denumit *alungire*.

#### IMPORTANȚA ALUNGIREI UNUI PROFIL.

Importanța *alungirii* rezultă din faptul că, două aripi pot avea dimensiuni diferite, însă din moment ce au profile asemenea și aceleași alungiri, atunci polara profilului lor va fi aceeași. Dacă însă avem două aripi cu profile asemenea, însă cu alungiri diferite (adică cu dimensiuni diferite), atunci ar urma să se facă pentru fiecare în parte câte o încercare la

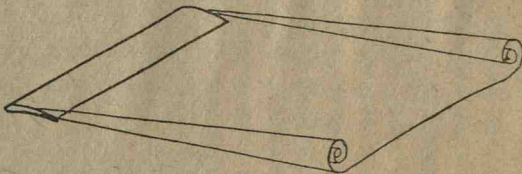


Fig. 24.

tunelul aerodinamic, spre a le stabili polara, căci ele nu vor mai avea aceeași polară, ceiace ar costa și timp și bani. Dar pentru faptul că ambele aripi au profile asemenea, deci nu diferă decât prin alungirile lor, s'a căutat să se lege rezultatul obținut pentru un profil de o alungire dată, printr'o formulă simplă, de rezultatul obținut de un acelaș profil, dar de o alungire diferită.

În consecință, faptul că anvergura este limitată, atrage

după sine o mărire a rezistenței la înaintare. Să vedem atunci din ce cauză?

Analiza fenomenului este simplă, căci am văzut cum la un profil se nasc suprapresiuni pe intrados și depresiuni pe extradados, ori limitând anvergura, se înțelege ușor că aerul aflat în zona de suprapresiune (sub intrados), va căuta să se reverse în zona depresiunii (pe extradados) și atunci se nasc două *vârtejuri marginale* (fig. 24), cari vor mări rezistența la înaintare.

Experiența și calculul ne mai arată apoi că, cu cât anvergura va fi mai mică, sau mai precis, cu cât alungirea va fi mai mică, cu atât cele două vârtejuri vor dăuna mai mult, măbind rezistența aerului.

### INFLUENȚA ALUNGIREI ASUPRA POLAREI.

Pe cale teoretică se demonstrează că, dacă  $C_{x_1}$  ar fi coeficientul aerodinamic de rezistență la înaintare al unui profil de alungire  $\lambda_1$ , atunci coeficientul  $C_{x_2}$  al aceluiaș profil, însă de alungire  $\lambda_2$ , se calculează cu ajutorul formulei:

$$7) \quad C_{x_2} = C_{x_1} + 0,318 C_z^2 \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

unde  $C_z$  este coeficientul aerodinamic de portanță al profilului, oricare ar fi alungirea.

Deasemenea unghiul de atac  $i_2$  al profilului de alungire  $\lambda_2$  se calculează cu ajutorul formulei:

$$8) \quad i_2 = i_1 + 0,318 \cdot C_z \cdot \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

Aceste formule sunt însă valabile numai pentru intervalul de unghiuri de atac cuprins între  $-10^\circ$  și  $+20^\circ$ .

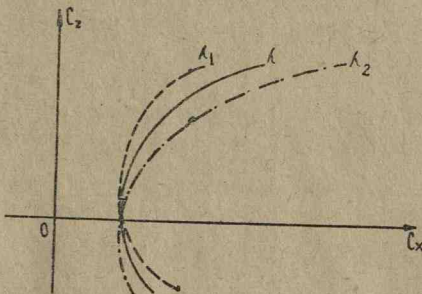


Fig. 25.

În figura 25 se vede polarele a trei machete având acelaș profil, însă cu alungiri diferite, astfel încât

$$\lambda_2 < \lambda < \lambda_1$$

unde se vede că: *cu cât alungirea este mai mare, cu atât rezistența la înaintare este mai mică*. Cele mai obicinuite alungiri utilizate, pentru construcția aripilor, sunt cuprinse între 5 și 10.

#### DETERMINAREA PRECISĂ A PUNCTULUI DE APLICAȚIE AL REZISTENȚEI AERULUI.

Presupunem un profil de aripă așezat în camera de experiențe a unui tunel aerodinamic, astfel încât să fie articulat în punctul  $A$  (mărginea de atac). Provocând un curent de aer, de viteză  $V$ , asupra lui, profilul tinde să se rotească în sus, în jurul punctului  $A$  de articulație. Dar pentru a-l opri, restabilind echilibrul, va trebui să agățăm în  $B$  un platan, în care vom pune greutatea  $G$ .

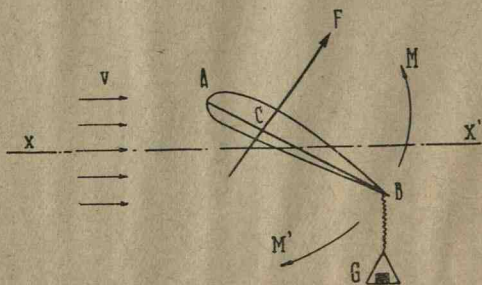


Fig. 26.

Tendința de rotație în sus a profilului se datorește rezistenței  $F$  a aerului, care dă naștere unui moment

$$9) \quad M = F \times \overline{AC}$$

unde în  $C$  presupunem că ar fi punctul de aplicație.

Dar greutatea  $G$  din platanul atârnat în  $B$ , dă naștere unui moment invers:

$$10) \quad M' = G \times \overline{AB}$$

Pentru ca să avem echilibru ar trebui ca  $M$  să fie egal cu  $M'$ , adică să avem:

$$11) \quad F \times \overline{AC} = G \times \overline{AB} = M$$

Dar momentul  $M$  fiind un moment aerodinamic, mai poate fi exprimat printr'o formulă analogă legei patratului:

$$12) \quad M = \frac{\rho}{2} C_m \overline{AB} S V^2$$

unde  $C_m$  ia numele de coeficient aerodinamic de moment.

Acest coeficient  $C_m$  se determină la tunelul aerodinamic cu ajutorul unei formule dedusă din relațiile 11) și 12), adică:

$$13) \quad C_m = \frac{G}{\frac{\rho}{2} \cdot S \cdot V^2}$$

Cum rezistența  $F$  este componenta forțelor  $F_x$  și  $F_z$  urmează că:

$$14) \quad F = \frac{\rho}{2} \cdot S \cdot V^2 \cdot \sqrt{C_x^2 + C_z^2}$$

Prin urmare punctul de aplicație  $C$  al rezistenței aerului va fi dat de formula:

$$15) \quad \overline{AC} = \frac{C_m \times \overline{AB}}{\sqrt{C_x^2 + C_z^2}}$$

dedusă din formulele 11) și 12).

### Observațiuni.

1. Coeficientul aerodinamic de moment  $C_m$  al unui profil se determină la tunelul aerodinamic, dar se poate calcula aproximativ și cu ajutorul formulei:

$$16) \quad C_m = C_{m_0} + 0,25 \cdot C_z$$

unde  $C_{m_0}$  este coeficient de moment pentru portanța nulă, care trebuie neapărat determinat experimental.

2. Pentru simplificarea multor calcule ce se fac la determinarea caracteristicilor și performanțelor unui avion, adesea se mai determină și valorile raportului  $\left(\frac{C_z}{C_x}\right)$ , care se mai numește și *finețea* unui profil.

## POLARA COMPLECTĂ.

Polara completă a unei machete de profil, de alungire dată, cuprinde (fig. 27):

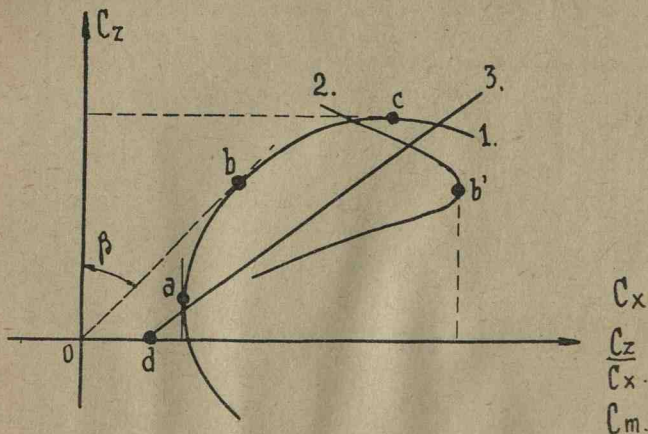


Fig. 27.

1. Curba coeficienților  $C_x$  și  $C_z$ , adică curba 1;
2. Curba fineței  $\left(\frac{C_z}{C_x}\right)$ , adică curba 2;
3. Curba coeficientului de moment  $C_m$  adică curba 3.

Pe o astfel de polară completă se întâlnesc patru puncte caracteristice și anume:

- punctul **a** corespunzător coeficientului de rezistență minimă la înaintare  $C_x_{min}$ ;
- punctul **b** și **b'** corespunzător fineței maxime  $\left(\frac{C_z}{C_x}\right)_{max}$ ;
- punctul **c** corespunzător coeficientului de portanță maximă  $C_{z_{max}}$ ;
- punctul **d** corespunzător coeficientului de moment  $C_{m_0}$  la portanță nulă.

Mai observăm că tangenta la curba 1, dusă din  $O$ , face cu axa ordonatelor unghiul  $\beta$  care este înclinarea forței  $F$  față de  $F_z$ .

## SPECTRU AERODINAMIC.

Spectrul aerodinamic al scurgerii aerului, în jurul unui profil de aripă, se stabilește analog și al unui

plan înclinat sau pentru o suprafață curbă oarecare; este însă mult mai regulat, mai ales la unghiuri de atac mici.

### PRESIUNI ȘI DEPRESIUNI.

Măsurând presiunile în jurul unui profil de aripă, așezat într'un curent de aer, se obțin — pentru diverse unghiuri de atac — o serie de diagrame analoge celor arătate la planul înclinat și la suprafețe curbate.

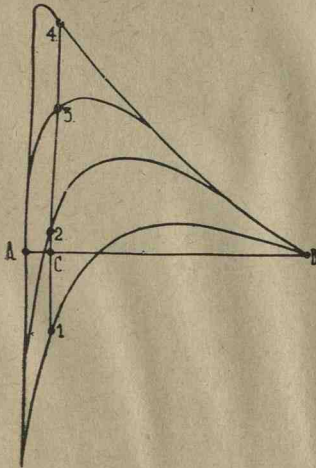


Fig. 28.

reprezintă sarcina ce ar apăsa în C de sus în jos pe profil, în cazul unui unghi de atac de  $-5^{\circ}$  și care este proporțională cu lungimea  $\overline{C1}$ ; 2 reprezintă sarcina ce ar apăsa în C de jos în sus pe profil, în cazul unui unghi de atac de  $0^{\circ}$ , și care este proporțională cu lungimea  $\overline{C2}$ ; și tot așa cu fiecare din punctele 3 și 4.

Asemenea grafice, determinate exact pentru fiecare profil în parte, servește la construcția nervurilor unei aripi, care trebuie să reziste tuturor acestor suprapresiuni sau depresiuni.

Dacă însumăm însă efectul suprapresiunilor (împingerea) cu acela al depresiunilor (absorbția), atunci vom constata că acest efect este repartizat neuniform dealungul coardei unui profil. Astfel, în figura 28 vedem acest efect reprezentat prin patru curbe, corespunzătoare unor unghiuri de atac aproximativ:  $-5^{\circ}$ ;  $0^{\circ}$ ;  $+5^{\circ}$ ;  $+10^{\circ}$ .

Interpretarea acestor curbe se face astfel: pe un punct C de pe coarda profilului, 1

## FORMA ARIPILOR DE AVION.

Mai sus am studiat *profilul* aripilor de avion, considerându-le de o anvergură infinit de mare. Acum vom căuta să stabilim *forma* ce trebuie să aibă o aripă de avion, așa încât să obținem „maximum de portanță și minimum de rezistență la înaintare“.

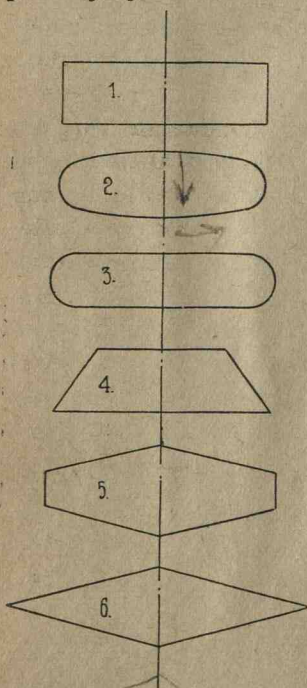


Fig. 29.

Dar — odată profilul cunoscut — normal era ca să se confecționeze aripi de diferite forme: *dreptunghiulare, trapezoidale, eliptice, cu colțuri rotunjite, etc.* și s'au introdus la tunelul aerodinamic spre experimentare. Astfel, încercându-se șase forme de aripi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, (fig. 29), li s'a stabilit polarele lor, din cari s'a dedus ușor că formulele cele mai bune sunt 2, 3 și 4.

Din punct de vedere al construcției aripilor, ordinea de preferință, în realizarea lor, este: 4, 3 și apoi 2, cu alte cuvinte practica preferă forma 4, care se poate mai ușor realiza, apoi pe 3 și pe urmă pe 2.

Forma cea mai dezavantajoasă ar fi 6, deși polara ei este aproape aceeași ca forma 5, însă pentru a obține o suprafață  $S$  dată, ar trebui o anvergură foarte mare.

*Observațiune.*

Căutând explicația faptului că o aripă de formă eliptică (forma 2) este mai bună decât o aripă dreptunghiulară (forma 1),



s'a găsit că prima are *pierderi marginale* mai mici decât a doua. Prin pierderi marginale se înțelege efectul „vârtejurilor marginale“, de care am pomenit mai sus. Cu alte cuvinte, cu cât extremitățile unei aripi sunt mai ascuțite sau rotunjite, cu atât scurgerea masei de aer din zona suprapresiunilor, către zona depresiunilor, este mai mică și deci vârtejurile marginale vor fi mai reduse. Aceasta se traduce în realitate printr'o sporire a portanței și o micșorare a rezistenței la înaintare.

### MULTIPLANE.

Desavantajul monopanelor este acela de a nu putea realiza o mare suprafață purtătoare pentru o alungire dată (cât mai mare, cu atât mai bine), fără a nu mări peste măsură anvergura aripei și deci a construi un avion cu dimensiuni transversale prea mari, cu totul impractic. Atunci s'a născut ideia realizării multiplanelor, sau mai bine zis al avioanelor cu mai multe aripi. În acest fel se menține aripilor o alungire cât mai mare, se obține o mare suprafață purtătoare și se realizează și avioane cu dimensiuni transversale mici, deci destul de manevrabile și mâniabile.

Multiplanele pot fi realizate în două moduri:

1. Cu aripile dispuse în tandem, adică una după cealaltă.

2. Cu aripile suprapuse.

Primul mod de a dispune aripile, a căzut odată cu studiul spectrelor aerodinamice, deoarece am văzut cum, înapoia unei aripi, suvițele de aer au o deflecțiune și o turburare, așa încât o altă aripă așezată după ea, ar ataca o atmosferă incapabilă de a da naștere unei portanțe sigure. Rămâne deci numai al doilea mod de dispunere, acela al aripilor suprapuse.

S'au realizat biplane (cu două aripi egale sau inegale), triplane și quadriplane, dar acele cari au dat rezultate demne de studiat, au fost numai biplanele, așa încât, în cele ce urmează, de ele ne vom ocupa în special.

## CELULA BIPLANĂ.

Presupunând că trebuie să realizăm un avion a cărei suprafață purtătoare ar fi  $S$  metri pătrați și alungire  $\lambda$ , dacă în cazul unui monoplan anvergura ar fi  $L$  metri, în cazul unui biplan anvergura va fi numai  $L_1 > L_2$ , unde  $L_1$  este anvergura aripei mari și  $L_2$  anvergura aripei mici.

În cazul că  $L_1 = L_2$  atunci se zice că avem biplan cu aripi egale.

Dar tăind o aripă în două (sau mai multe părți în cazul multiplanelor), înseamnă că vom avea patru extremități de aripă în loc de două, ca la monoplan și deci patru *vârtejuri marginale* sau patru *pierderi marginale*, ceiace înseamnă o mărire a rezistenței la înaintare și o micșorare a portanței.

Deasemenea, dacă interplanul, adică intervalul dintre cele două aripi, nu este suficient de mare, atunci — reamintindu-ne atât zonele de presiuni și depresiuni, cât și spectrele aerodinamice — ar însemna că, șuvițele de aer dintre cele două aripi să se încalce, să se turbure unele pe altele sau chiar zona de suprapresiune a intradosului aripei superioare, să înece, să se reverse în zona de depresiune a extradadosului aripei inferioare, neutralizându-se astfel reciproc și ne mai procurând sustentanța la care ne-am așteptat. Acest fenomen de influență reciprocă nefavorabilă, se numește *interacțiune*, iar efectul ei, sporit de vârtejurile și pierderile marginale, se manifestă prin mărirea rezistenței la înaintare și micșorarea portanței, așa cum am arătat mai sus.

Pentru a micșora efectul interacțiunii, se mărește *interplanul*, se *decalează* aripile și se dau aripilor unghiuri de atac diferite sau egale — după caz — așa cum vom vedea mai jos.

Prin interplan se înțelege distanța între planuri și

se deduce pe cale experimentală, din studiul spectrelor și diagramelor de presiuni și depresiuni ale fiecărei aripi în parte; aripile fiind astfel dispuse încât, spectrele să nu se influențeze reciproc sau diagramele să nu se încalce și se obține interplanul căutat. Astfel, dacă  $h$  este interplanul (fig. 30), atunci se admite:

$$h \geq \frac{l_1 + l_2}{2}$$

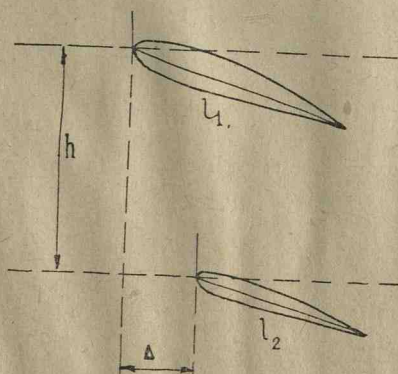


Fig. 30.

Prin *decalaj* se înțelege depărtarea între verticalele marginelor de atac ale celor două aripi. Valoarea  $\Delta$  a decalajului este condiționat de nevoile de *centraj* și de *utilizare* a avionului.

Decalajul se zice „înainte” când aripa superioară este înaintea, contrar se zice „înapoi”. Decalajul se face înainte sau înapoi, iar valoarea lui se ia mai mare sau mai mică, după cum ne indică spectrele aerodinamice și diagramele de presiuni ale celor două aripi.

Decalajul mai este însă funcție și de necesitatea de a da pilotului sau observatorului și chiar pasagerilor, o vizibilitate bună, în anumite direcții, creind

unghiuri moarte cât mai mici, mai ales pentru avioanele de războiu.

*Interînclinarea* aripilor este diferența între cele două unghiuri de atac. Valoarea interînclinării, care este de obicei pozitivă, se deduce tot din dispunerea spectrelor sau diagramelor de presiune, așa încât să nu fie influență reciprocă.

#### POLARA CELULEI BIPLANE.

*Coeșicientul*  $C_x$ .

Rezistența la înaintare a unei celule formată din două aripi este:

$$22) F_x = F_{x_1} + F_{x_2} + F_{x_{1,2}} + F_{x_{2,1}}$$

unde  $F_{x_2}$  și  $F_{x_1}$  reprezintă rezistențele la înaintare ale aripilor superioare și inferioare,  $F_{x_{1,2}}$  și  $F_{x_{2,1}}$  reprezintă rezistența la înaintare datorită interacțiunii aripei 1 asupra lui 2 și a aripei 2 asupra lui 1. Adică:

$$17) \begin{cases} F_{x_1} = \frac{\rho}{2} C_{x_1} \cdot S_1 \cdot V^2 \\ F_{x_2} = \frac{\rho}{2} C_{x_2} \cdot S_2 \cdot V^2 \end{cases}$$

Iar influențele reciproce sunt date de:

$$18) F_{x_{1,2}} + F_{x_{2,1}} = \frac{2\sigma}{\pi \cdot \frac{\rho}{2} V^2} \cdot \frac{F_{z_1}}{L_1} \cdot \frac{F_{z_2}}{L_2}$$

unde  $\sigma$  este un coeficient dedus pe cale experimentală, iar  $F_{z_1}$  și  $F_{z_2}$  portanțele celor două aripi de anverguri  $L_1$  și  $L_2$ .

Pentru un *biplan perfect* (aripi identice și identic dispuse, fără decalaj) avem:

$$F_{x_{1,2}} = F_{x_{2,1}}$$

Așa dar *coeficientul de rezistență la înaintare al celulei* va fi:

$$19) C_x = C_{x_1} \cdot \frac{S_1}{S} + C_{x_2} \cdot \frac{S_2}{S} + \frac{2\sigma \cdot C_{z_1} \cdot C_{z_2}}{\pi \cdot S} \cdot \frac{S_1}{L_1} \cdot \frac{S_2}{L_2}$$

unde  $S = S_1 + S_2$ , reprezintă suprafața totală.

*Coefficientul Cz.*

Deasemenea și în acest caz avem:

$$20) \quad Fz = K_{2,1} \cdot Fz_1 + K_{1,2} \cdot Fz_2$$

unde  $Fz_1$  și  $Fz_2$  reprezintă portanțele celor două aripi luate izolat, iar  $K_{2,1}$  și  $K_{1,2}$  coeficientul de interacțiune sau auto-inducție, a căror valori aproximative, sunt:

$$K_{2,1} = 1 \text{ și } K_{1,2} = 0,85$$

Așa dar:

$$21) \quad Cz = Cz_1 \cdot \frac{S_1}{S} + 0,85 Cz_2 \cdot \frac{S_2}{S}$$

*Unghiul de atac* ce se ia pentru polara celulei, este dedus din relația:

$$22) \quad i = i_1 \cdot \frac{S_1}{S} + i_2 \cdot \frac{S_2}{S}$$

valabil în general pentru aripi de acelaș profil și aceeași alun-gire.

*Coefficientul Cm.*

Coefficientul de moment al unei celule biplane se deduce, de obicei, pe cale experimentală, dar — cu oarecare aproximație — din formula:

$$23) \quad Cm = Cz \cdot \frac{l_1 \cdot \frac{Cm_1}{Cz_1} + l_2 \cdot \frac{Cm_2}{Cz_2}}{l_1 + l_2}$$

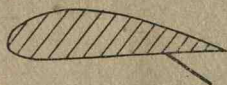
unde  $l_1$  și  $l_2$  reprezintă profunzimea aripilor.

*Punctul de aplicație* al rezultantei rezistenței aerului, dease-menea se găsește pe dreapta ce unește punctele de aplicație ale profilelor, presupuse izolate, la o depărtare:

$$24) \quad \overline{C_1 C} = \frac{S_2}{S_1 + S_2} \cdot \frac{Cz_2}{Cz} \cdot \sqrt{h^2 + \Delta^2}$$

## HIPERSUSTENTAȚIA.

În dorința de a se obține *portanțe* și mai mari, s'au imaginat,



diferite „profile speciale“, cari — prin diverse artificii — sunt capa-bile de portanțe mult sporite.

Fig. 31.

Cele mai obicuinute astăzi sunt:

1. Profil cu gură de crocodil sau cu „flaps“ (fig. 31), care poate fi strânsă sau deschisă după voință.
2. Profil cu aripioară de curbură (fig. 32).
3. Profil cu bec și aripioare de curbură (fig. 33).

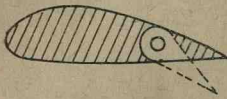


Fig. 32.



Fig. 33.

Cel mai eficace este ultimul profil, care în clipa când defacem „becul“ și curbăm „aripioara“ este capabil de o portanță aproape dublă.

Mai sunt și alte modele în curs de experimentare, cari însă nu au intrat în uzul general.

Toate aceste artificii, capabile să sporească portanța unui profil obicinuit, sunt denumite prin cuvântul generic de „hipersustentație“, adică suprapurtător.

## 5. STUDIUL PROPULSIUNEI.

### GENERALITAȚI.

Am văzut mai sus că *sustentația* este direct proporțională cu patratul vitezei, prin urmare ea depinde de viteză, crescând foarte repede, când viteza sporește. Pentru ca un avion să se poată susține în aer, să poată sbura în bune condițiuni, trebuie să aibă neapărat o viteză. Viteza de altfel este însăși rostul „Aviației“, care are drept scop să apropie în timp cele mai depărtate puncte.

Factorul care dă avionului viteză este „*propulsorul*“. Motorul este factorul care transformă „energia calorică“ (benzina) în „energie mecanică“ (mișcarea de rotație), iar *propulsorul* este factorul care transformă „energia mecanică“ în „viteză“ sau în „*propulsiune*“.

Mijloacele de propulsiune sunt următoarele:

1. Aripă batantă {
  - oscilând (pasări)
  - rotație continuă (turbine sau rotare).

2. Inșurubare — elice.

3. Recul sau reacțiunea de gaze (principiul rachetei).

Prima idee de propulsiune a fost — cu siguranță — imitarea pasărilor, dar nu s'a ajuns însă la nici un rezultat<sup>1)</sup>. S'au mai încercat probabil și roți prevăzute cu aripi, cum sunt la unele vapoare, dar n'au dat însă nici acestea rezultate.

Cel mai eficace mijloc de propulsiune este, până astăzi, *elicea*.

Un alt mijloc, de întrevăzut, mai cu seamă în viitor, și pentru viteze mari, este *reacțiunea gazelor*, realizat până în prezent la „rachete“.

#### ELICEA.

Intrebuințarea elicei la morile de vânt se face din cele mai vechi timpuri, unde se utilizează vântul, pentru a roti piatra morilor, adică se transformă mișcarea de translație a curentului de aer, într'o mișcare de rotație. Incercându-se fenomenul invers, adică rotind o elice, s'a constatat că ia naștere un curent de aer, adică tocmai principiul „ventilatorului“ cu elice. De la aceste două fenomene, transformarea curentului de aer în mișcare de rotație și transformarea mișcării de rotație în curent de aer (care nu-i altceva decât reversibilitatea primului), s'a trecut imediat la constatarea că o elice rotindu-se, dă naștere unei *tracțiuni* (când trage) sau unei *propulsiuni* (când împinge), adică tocmai ceace trebuie unui avion. Mișcarea elicei în aer, dacă considerăm aerul drept o massă compactă, se poate compara cu mișcarea unui hoț-șurub

---

<sup>1)</sup> Fără a merge cu gândul la legenda lui Țear, noi Români, avem legenda meșterului Manole, care pare a fi fost prima victimă, a unei încercări de sbor cu aripi făcute din șindrila.

în lemn, sau unui bulon în piuliță, prin urmare elicea se deplasează prin înșurubare în aer.

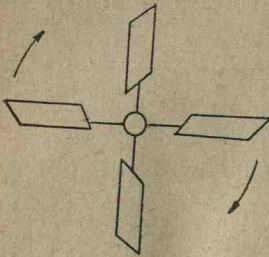


Fig. 34.

Primele elice au fost construite din două sau mai multe pale plane (fig. 34), așezate înclinat dealungul spițelor unei roți (diametral opuse), așa în cât mișcându-se circular, se prezintă direcției de mișcare ca un plan înclinat de un unghi de atac oarecare, dând naștere unei portanțe, care în cazul de

față, este *tracțiunea* sau *propulsiunea* elicei și unei rezistențe la înaintare, care este *frânarea* elicei.

Unghiul de atac ce trebuie dat însă palei elicei (adică înclinarea palei) depinde de viteză de rotație a elicei și de viteza de deplasare a avionului. În figura 35 vedem un element de pală (o porțiune de

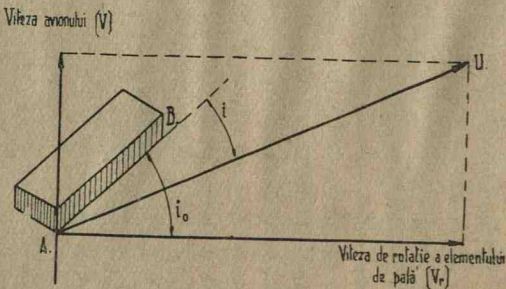


Fig. 35.

pală), care fiind la depărtarea  $r$  de axul de rotație, se învârtă cu o viteză de rotație  $Vr$ . Dacă avionul ar sta pe loc (fix), atunci unghiul de atac al elementului de pală ar fi  $i_0$ , căci curentul de aer este primit după direcția vitezei  $Vr$ . Dacă însă avionul se mișcă cu o viteză oarecare, atunci unghiul de atac al palei



va fi  $i$ , căci direcția curentului de aer va fi  $AU$ ,  $U$  fiind rezultanta vitezelor  $V$  și  $V_r$ .

În consecință, cum  $V_r$  este o viteză care variază dealungul palei elicei, căci spre axul de rotație avem o viteză mai mică, iar către extremitate una mai mare ( $V_r = \Omega \cdot r$ ) unde  $\Omega$  este viteza de rotație, iar cum  $V$  (viteza avionului) este constantă, înseamnă că viteza și direcția componentei  $U$  va varia dealungul palei, fiind mai mult înclinată către axul de rotație ( $90^\circ$  pe ax) și mai puțin înclinată către extremitatea palei. În acest caz tracțiunea și frânarea elicei nu vor fi aceleași dealungul palei, ceea ce înseamnă că elicea nu lucrează cu un randament bun. Or, pentru a îmbunătăți randamentul, ar trebui să înclinăm pala mai mult către axul de rotație și mai puțin către extremitate, dar după ce lege? Pe cale teoretică se demonstrează însă că randamentul optim se obține când pala atacă aerul sub un unghi de atac constant, adică direcția  $AB$  (fig. 35) a palei să facă cu direcția curentului de aer  $AU$  un unghi constant.

Dar pentru a spori și mai mult calitățile elicei, vom înlocui palele ei plane cu niște pale având un profil

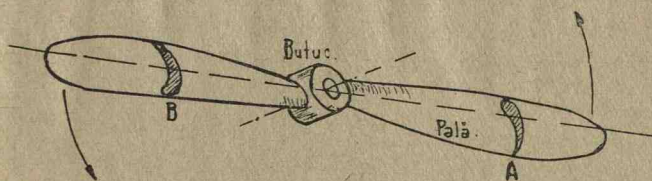


Fig. 36.

de aripă, fiind astfel capabile de o tracțiune și mai mare și de o frânare mult redusă (fig. 36).

#### CARACTERISTICILE AERODINAMICE ALE UNEI ELICI.

Prin caracteristici aerodinamice ale unei elici se înțeleg niște formule cari servesc la calculul adaptării unei elici, pentru un avion dat. Aceste formule sunt următoarele:

$$25) \quad V = \gamma \cdot N \cdot D.$$

unde  $V$  este viteza de translație a avionului,  $N$  numărul de ture pe minut al motorului sau elicei (dacă are demultiplicație),  $D$  este diametrul elicei;

$$26) \quad T = \alpha \cdot N^2 \cdot D^4.$$

unde  $T$  este tracțiunea realizată de elice în kilograme;

$$27) \quad W = \kappa \cdot N^3 \cdot D^5$$

unde  $W$  este puterea motorului.

În aceste formule  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\kappa$  reprezintă niște parametri specifiți unei elici (profilului și pasul) și cari sunt determinați pe cale experimentală, la tunelul aerodinamic. În general valorile acestor parametri sunt date pe un grafic, denumit „graficul curbelor caracteristice ale unei elici”.

Raportul dintre pasul și diametrul unei elici se numește *modulul* elicei. Pentru elice cu acelaș profil și modul, curbele caracteristice (ale valorilor parametrilor  $\alpha$  și  $\kappa$  în funcție de  $\gamma$  sunt aceleași și atunci se zice că avem o *familie de elice*, care corespunde unui acelaș modul și profil.

### ELICI CU PAS VARIABIL.

Am văzut mai sus că înclinarea palei unei elici depinde în primul rând de viteza avionului. Or, în acest caz, cum avioanele au viteze diferite, înseamnă că, o elice cu pale fixe nu poate avea un randament bun decât pentru o anumită viteză, ceea ce nu este bine. Pentru a îndrepta acest neajuns, constructorii au realizat elice cu „*pas variabil*”, adică elice a căror înclinare a palelor poate fi variată, după cerințele vitezei cu care merge avionul.

Astfel s'au construit elice cu:

- pas schimbător numai la sol;
- pas schimbător la comanda pilotului;
- pas schimbător automat, după viteza avionului.

Asemenea elice lucrând cu un randament mare aproape întotdeauna, înlesnește mult sborul avionului și mai cu seamă în faza „decolării”, când sborul este foarte greu și delicat.

### Observațiuni.

Examinând o elice a unui avion, vom constata, cu mare surprindere că, nici forma nici profilul palei nu

este acelaș dealungul unei pale. Aceasta se datorește faptului că pala unei elici, fiind supusă în timpul rotației la o puternică forță centrifugală (care tinde să o smulgă), va trebui astfel construită încât să reziste efectului de smulgere al forței centrifugale. În consecință, forma reală a elicilor rezultă dintr'un judicios compromis între condițiunile „aerodinamice“ și condițiunile „tehnologice“.

## 6. STUDIUL REZISTENȚEI AERULUI PE UN AVION.

### ORGANELE COMPONENTE ALE UNUI AVION.

Intreaga strădanie a „Aerodinamicei“ este — în prima instanță — să ne călăuzească așa fel, încât să ajungem la realizarea unei „mașini sburătoare“, cu care să sburăm în cele mai bune condițiuni.

Această mașină sburătoare este, în realitate, *avionul*.

În cele studiate mai sus, am găsit profilul și forma aripelor cari sunt capabile de *maximum de portanță* și de *minimum de rezistență la înaintare*. Deasemenea, am văzut care este mijlocul de *propulsiune*, pentru a da sistemului viteza necesară. Dar numai cu una sau mai multe aripi și cu una sau mai multe elici, nu se poate sbura, ci mai trebuie niște organe ajutătoare, strict indispensabile, fără de care utilizarea avionului nu ar putea să se facă.

În adevăr, un avion care zboară se compune din trei factori esențiali:

1. *Planorul*, sau factorul capabil de o portanță cât mai mare și de o rezistență la înaintare cât mai mică.

2. *Moto-propulsorul*, sau factorul care, fiind montat pe planor sau în planor, îi asigură mișcarea necesară.

3. *Pilotul* sau *Echipajul*, sau factorul care, instalat în planor, îi comandă și conduce mișcarea.

Dar în cele ce urmează, nu ne interesează decât primul factor „planorul“, acesta este obiectul principal al „Aerodinamicei“.

În consecință, examinând mai în detaliu un planor, vom constata că, din punct de vedere aerodinamic, el se compune din două categorii de organe:

- |                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| 1. <i>Organe active.</i> | { | <ul style="list-style-type: none"> <li>— de sustentatie (aripile);</li> <li>— de stabilitate și maniabilitate (ampenajele);</li> <li>— de propulsie (elicea).</li> </ul>                           |
| 2. <i>Organe pasive.</i> | { | <ul style="list-style-type: none"> <li>— de legătură și amenajamente (fuselajul);</li> <li>— de armătură (întărire);</li> <li>— de susținere pe teren (aterisorul);</li> <li>— diverse.</li> </ul> |

Le vom studia mai întâi pe fiecare în parte, apoi le vom studia în ansamblul lor.

#### ORGANE ACTIVE.

##### *De sustentatie.*

Singurele organe active de sustentatie sunt celulele monoplane sau multiplane, așa cum am văzut mai sus.

##### *De stabilitate și manevră.*

Organele active de stabilitate și manevră sunt compuse din *ampenaje de profunzime și direcție*, asigurând stabilitatea și manevra longitudinală și în direcție, după cum vom vedea la studiu „stabilității“, și din *aripioare*, asigurând stabilitatea laterală.

##### *Profundorul.*

Unul sau mai multe (două) pentru un avion, este ampenajul orizontal, destinat să producă reacțiuni verticale (pozitiv în sus) sau negativ, (în jos). În con-

secință profilul cel mai nimerit este „biconvex simetric“. In ceiace privește forma lui în plan este similară aripei.

In general însă el se compune din două părți, una fixă denumită „planul fix“ sau *stabilizator* și alta mobilă, denumită „planul mobil“ sau *profundor propriu zis* (fig. 37).

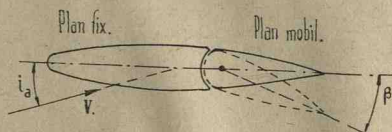


Fig. 37.

Față de direcția curentului de aer, profundorul poate să aibă un unghi de atac  $i_a$  pozitiv sau negativ după caz, iar planul fix poate face un unghi  $\beta$  denumit „de bracăj“, în scopul de a produce acea reacțiune verticală, pozitivă sau negativă, de care am pomenit mai sus.

### Direcția.

Sau ampenajele verticale, menite să producă reacțiuni la dreapta sau la stânga, în planul orizontal; are în general aceleași caracteristici și particularități ca și profundorul, cu singura deosebire că în poziția normală avem:  $i_a = 0$  și  $\beta = 0$

Direcția se compune dintr'un „plan fix“ numită *derivă* și un „plan mobil“ numit *direcție propriu zisă*.

### Aripioarele.

Menite să asigure manevra și stabilitatea laterală, fac parte din corpul aripei (fig. 38) și în poziția normală iau parte, în ansamblul aripei, la rolul ei. Când însă o reacțiune laterală este necesară, atunci — prin

înclinarea lor — se modifică curbura semi-ariilor,

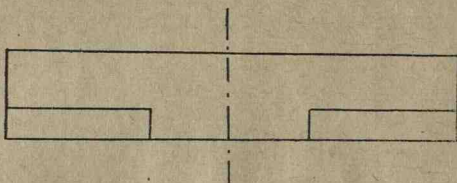


Fig. 38.

schimbând lateral punctul de aplicație al rezistenței aerului.

#### ORGANE PASIVE.

Aceste organe nu sunt capabile — după cum am mai spus — decât de rezistențe la înaintare, portanța lor fiind nulă, însă în nici un caz nu trebuie să fie negativă.

Luată izolat, ele prezintă următoarele rezistențe la înaintare:

*Rezistența opusă de fuselaj*, este datorită:

- secțiunii maxime  $S_f$  a fuselajului,
- formei lui (cerc, patrat, dreptunghi, etc...),
- alungirii lui și carenării,
- par-brizului și sprijinitoarei de cap pentru pilot,
- radiatoarele de apă și ulei.

Aceste rezistențe se studiază numai la tunelul aerodinamic.

*Rezistența opusă de trenul de aterisaj.*

Trenul de aterisaj se compune din două „V“-uri profilate, osie (profilată), diagonale și roți. Pentru părțile profilate se iau coeficienții unitari de rezistență la înaintare, așa cum am văzut la „rezistența aerului asupra câtorva forme particulare“, se înmulțesc cu

lungimea și lățimea părților profilate și atunci obținem coeficientul de rezistență totală.

Pentru roți se ia, în cazul când ele sunt împânzite, în mediu  $C_R = 0,4$ .

### *Rezistența opusă de armătură.*

Armătura este compusă în general din montanți, cabluri și hobane.

Pentru montanți se admite în mediu  $C_m = 0,08$ , pentru cabluri se ia în mediu  $C_{cb} = 0,7$ , iar pentru hobane  $C_h = 0,4$ .

### *Rezistența elicei.*

Rezistența la înaintare produsă de elice se evaluează după formula:

$$28) \quad R_e = \frac{Q}{2} K \cdot D^2 \cdot V^2.$$

unde  $D$  este diametru elicei, iar

$K = 0,060$	pentru $V = 200$	km/oră
$K = 0,040$	pentru $V = 400-500$	„
$K = 0,034$	pentru $V = 300-350$	„

## INTERACȚIUNEA ORGANELOR.

### *Celulă - fuselaj.*

În cazul unei celule monoplane așezată deasupra fuselajului (parasol), când între aripă și fuselaj este o distanță mai mare sau egală cu profunzimea aripei, s'a constatat că valoarea *interacțiunii* este redusă. Dacă distanța este mai mică, atunci interacțiunea se mărește.

În cazul unei aripi așezate sub fuselaj (lipită de fuselaj) atunci s'a constatat că efectul interacțiunii se manifestă, modificând polara ansamblului, în bine ori în rău, după forma fuselajului și racoardele realizate.

În această privință, încercările la tunelul aerodinamic dau rezultatele voite.

### *Celulă - armătură.*

Pentru celulele monoplane, între aripă și mați, — dacă sunt — se naște o ușoară interacțiune, mărind rezistența la înaintare.

Pentru celulele biplane însă, interacțiunea ce se naște între celulă și mați este mai mare și în general se traduce printr'o mărire fictivă a lungimei maților, care s'ar putea evalua empiric la  $0,475 \cdot C_z h$ ,  $h$  fiind interplanul și  $C_z$  coeficientul de portanță.

În cazul maților oblice, interacțiunea poate deveni dublă celei de mai sus.

### *Celulă - fuselaj - tren de aterisaj sau plutitoare de amerasaj.*

Între celulă (aripa de jos la biplane), fuselajul și „V“-urile trenului, interacțiunea se judecă ca și în cazurile de mai sus, în general însă se cercetează la tunelul aerodinamic.

Între roțile trenului, sau plutitoare hidroavionului și celulă, se naște o interacțiune slabă din cauza depărtării lor, totuși suficient de mare uneori. Valoarea ei, care se traduce printr'o mărire a rezistenței la înaintare, se deduce în general pe cale experimentală.

### *Celulă - fuselaj - ampenaj.*

Complexul *celulă-fuselaj-ampenaj* se mai numește, după cum am văzut și *planor*, ori în studiul spectrului aerodinamic al lui se observă două fenomene:

1. Unul este datorit *dărei* (zona vârtejurilor) lăsată de celulă, care crește cu unghiul de atac.

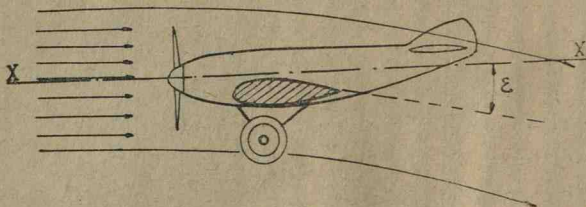


Fig. 39.



2. Altul datorit unei *deflecțiuni* a șuvițelor de aer, produsă de ecelulă (fig. 39), a cărei valoare depinde de forma și dimensiunile planorului (în special ale celulei), de distanța la care se măsoară, față de margine de atac și de depărtarea până la axul de mișcare.

Valoarea exactă a deflecțiunii se deduce din spectrul aerodinamic al machetei, introdusă la tunelul aerodinamic.

### *Planor - elice.*

Interacțiunea între planor și elice se manifestă diferit, după diversele pozițiuni ce ocupă elicea sau elicele față de planor.

Efectul elicei, luată izolat, se manifestă sub trei forme:

1. Printr'o mărire a vitezei șuvițelor de aer, cari au traversat cercul măturat de elice. Aceasta antrenează o mărire a portanței și rezistenței la înaintare, care realmente se produce,  $F_x$  mărindu-se în mediu cu 12%, iar  $F_z$  cu 6%.

2. Printr'o deflecțiune a șuvițelor de aer.

3. În sfârșit, printr'o torsiune elicoidală a șuvițelor de aer deflecționate.

Influența acestei torsiuni a șuvițelor de aer, în dreptul cercului măturat de elice, se manifestă în special asupra ampenajelor, producând reacțiunea în sensul torsiunii și deci răsucind la rândul lor însăși fuselajul.

Efectele tuturor acestor cauze se neutralizează făcându-se corecții, ce se deduc de obicei din experimentarea machetelor sau din încercarea avioanelor în aer.

### POLARA UNUI AVION COMPLECT.

Polara teoretică, care ar putea fi numită mai bine polară semi-teoretică, căci are mulți factori determi-

nați pe cale experimentală, se stabilește prin evaluarea teoretică a coeficienților  $C_x$ ,  $C_z$  și  $C_m$ .

### Coefficientul $C_x$ .

În cazul unui avion sau hidroavion, rezistența la înaintare este compusă din rezistența celulei sau *rezistența activă* și *rezistențele pasive*, datorită diverselor organe, luate izolat și a interacțiunii în ansamblu.

Astfel avem:

$$C_x (\text{avion}) = C_x (\text{celulă}) + C_x (\text{pasive})$$

După silueta ce o are planorul,  $C_x$  pasive este mai mare sau mai mic, împărțind astfel siluetele tuturor planoarelor în trei grupe:

1. Siluete grele (fig. 40), unde în mediu:

$$C_x (\text{pasive}) = 0,040$$

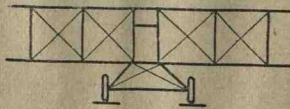


Fig. 40.

2. Siluete medii (fig. 41), unde în mediu:

$$C_x (\text{pasive}) = 0,025$$

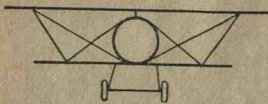


Fig. 41.

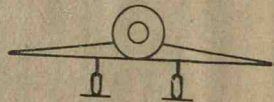


Fig. 42.

3. Siluete ușoare (fig. 42), unde în mediu:

$$C_x (\text{pasive}) = 0,010$$

### Coefficientul $C_z$

Atât pe cale teoretică, cât și experimental, se demonstrează că avem:

$$C_z (\text{celulă}) = C_z (\text{avion})$$

în special pentru siluetele ușoare.

Când însă fuselajul sau profundorul este purtător, atunci  $C_z$  avion este mai mare decât  $C_z$  celulă.

### Coefficientul $C_m$ .

Variația lui  $C_m$  este aproape inexistentă, de aceea se ia:

$$C_m (\text{avion}) = C_m (\text{celulă})$$

Polara exactă a unui avion se poate deduce numai pe cale experimentală, prin încercări asupra unei machete. Astfel, dacă s'ar construi un model al avionului ce ne propunem a realiza, în mediu redus la 1/10, prevăzut cu toate organele existente pe avionul real, din lemn, și s'ar lustrui perfect, atunci introdus la tunelului aerodinamic, ne-ar da valorile  $C_x$ ,  $C_z$  și  $C_m$ .

### Polara planorului.

Construind polara unui planor în comparație cu a aripei (fig. 43), atunci observăm că rezultă următoarea regulă:

Pentru a construi polara unui planor, din polara a-

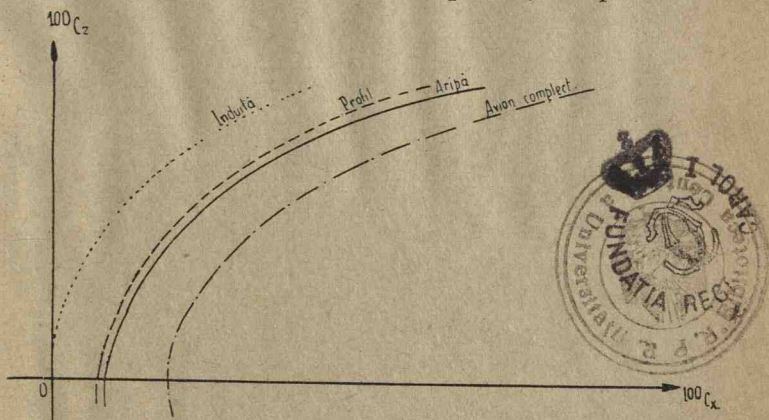


Fig. 43.

ripei, se ia axa ordonantelor și curba momentelor și se deplasează spre stânga, cu o cantitate egală cu  $C_x$  (pasive).

Prin polară induită se înțelege o polară teoretică, unde rezistența  $C_x$  este socotită nulă.

Pentru a ne face o idee și mai clară despre proporțiile diferitelor rezistențe la înaintare ale unui avion sau hidroavion, în figura 44 se vede graficul

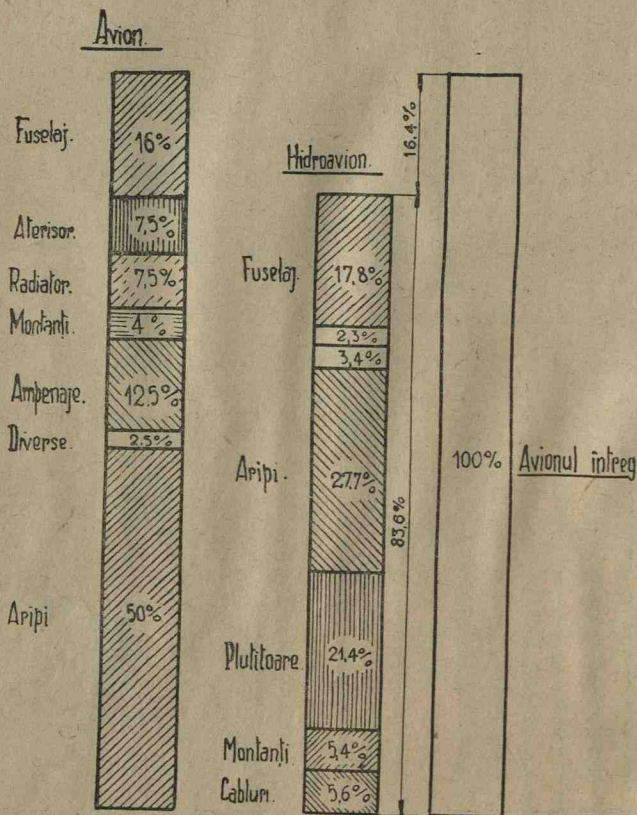


Fig. 44.

rezistențelor procentuale ale elementelor unui avion și unui hidroavion similar.

## CATE DATE ASUPRA AVIOANELOR ACTUALE.

Dacă în afară de notațiunile obișnuite:  $S$ ,  $L$ ,  $l$ , mai presupunem că:

$\lambda$  lungimea fuse'ajului,

$L$ , anvergura unei aripioare,

$p$ , profunzimea aripioarelor,

$\varepsilon$  suprafața totală a profundatorului,  $s$ , suprafața părții mobile,

$\varepsilon'$  suprafața totală a direcției și  $s'$  suprafața părții mobile,

$d$ , distanța ampenajelor la centrul de greutate al avionului și

$\Delta$  depărtare între roțile trenului,

atunci s'a observat că, în mediu avem relațiunile:

$$\frac{P_p}{S} \leq 20; \quad \frac{S \cdot l}{\varepsilon \cdot d} = 2-6 \quad \frac{L}{\lambda} = 1,5-1,7;$$

$$\frac{S}{\varepsilon} = 0,3 \quad \frac{\Delta}{L} = 0,15 \quad \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 0,5-0,8$$

$$\frac{S}{\varepsilon} = 0,2-0,5; \quad \frac{S'}{\varepsilon'} = 0,2-0,4$$

cari ne dau câteva idei despre proporțiunile unui planor.

Deasemenea, dacă  $P$  este greutatea totală,  $P_w$  greutatea grupului motopropulsor,  $P_c$  greutatea combustibilului și  $P_u$  greutatea utilă, avem:

$$P = P_p + P_w + P_c + P_u$$

unde:

$$P_p = P_v + P_t + P_a + P_f \text{ și } \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_v}{S} = 4-7 \text{ (aripă)} \\ \frac{P_f}{P_v} = 0,5-1 \text{ (fuse'aj)} \\ \frac{P_a}{\varepsilon} = 2-8 \text{ (ampenaje)} \\ \frac{P_t}{P} = 0,01-0,05 \text{ (tren)} \end{array} \right.$$

$P_w = K \cdot W$ ; unde  $K < 1,5$ , iar  $W$  este puterea în cai a motoarelor.

$P_c = 0,275 \cdot W \cdot n$ ;  $n$  fiind numărul maxim al orelor de zbor.

$P_u = \text{Personal} + \text{Accesorii (armament, bagaj, etc...)} + \text{Amenajamente.}$

În cazul hidroavionului diferă numai greutatea  $P_t$ , în cazul celor cu plutitoare și  $(P_t + P_f)$  în cazul celor cu cocă.

### III.

## PĂRȚILE COMPONENTE ALE UNUI AVION

### GENERALITAȚI.

Prin cuvântul „*avion*“ trebuie să se înțeleagă o mașină, care zboară și, care este constituită din trei factori principali: *planorul*, *grupul motopropulsor* și *pilotul* sau *echipajul*.

Primul factor procură „*portanța*“ sau „*sustentația aerodinamică*“ a avionului, al doilea procură „*viteza*“ și al treilea „*conduce*“. În cele ce urmează nu mă voi ocupa decât numai de *planor*, adică pe primul factor.

Privind un planor, vom distinge cu ușurință următoarele caracteristici:

- forma,
- constituția,
- dispunerea diverselor organe.

În studiul și stabilirea acestor caracteristici „*Mecanica*“ și „*Fizica*“ și-au găsit o largă aplicațiune, pătrunzând adânc prin variantele lor „*Aerodinamica*“ și „*Rezistența Materialelor*“. Prima variantă, ocupându-se de „*exteriorul*“ planorului, stabilește:

- profilele,
- forma suprafețelor,
- dispunerea lor,
- echilibru,
- interacțiune,

- performanțe,
- eforturi.

A doua variantă, ocupându-se de „interiorul planorului“, stabilește:

- materiile prime,
- structura,
- dimensiunile,
- asamblarea.

#### NOMENCLATURA.

Organele componente ale unui planor sunt următoarele:

1. *Aripa* sau *aripetele* (după cum avionul este monoplan sau biplan), constituind organul de sustentație aerodinamică (de sbor).

2. *Fuzelajul*, care constituie un organ de legătură și de amenajare.

3. *Ampenajele*, cari constituiesc organele de stabilitate și maniabilitate ale avionului pe timpul sborului.

4. *Aterisorul* la avioane sau *amerisorul* la hidroavioane, care constituie organul de repaos, de decolare și aterisare sau amerisare.

5. *Suportul motor* (unul sau mai mulți), care constituie organul de legătură dintre planor și grupul moto-propulsor.

6. *Amenajamentele*, necesare executării sborului și scopului ce se urmărește.

În figura 45 se văd detaliul și dispunerea acestor organe componente ale unui planor.

#### FORMA ȘI STRUCTURA.

##### **Aripa.**

Aripa unui avion (sau aripetele în cazul unui biplan) este caracterizată printr'o „formă exterioară“ și printr'o „structură interioară“.

Forma exterioară este dată de *profilul* și de *con-*

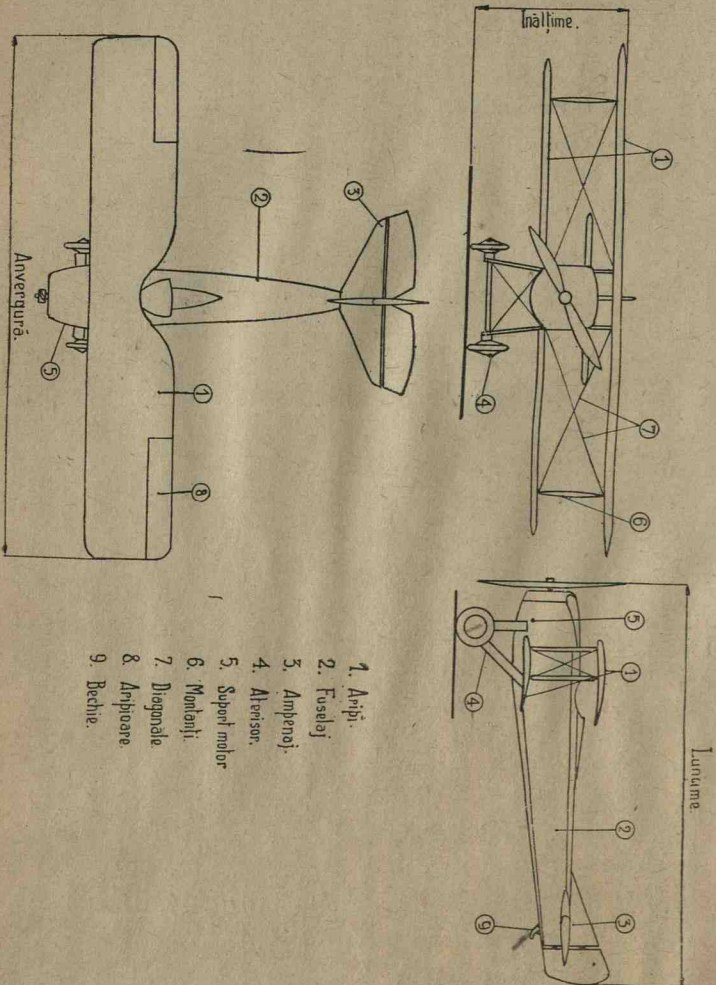


Fig. 45.

*turul* marginelor ei. Atât *profilul* cât și *conturul* sunt stabilite pe cale aerodinamică și au drept scop obținerea unei „portanțe” (sustentație aerodinamică) cât



mai mare și a unei „rezistențe la înaintare“ (frânare aerodinamică) cât mai mică.

Structura interioară este stabilită prin „construcția aripilor“ și are drept scop să reziste tuturor eforturilor, la care este supusă aripa, pe timpul zborului.

În figura 46 se vede structura unei aripi de construcție clasică, unde avem următoarele elemente:

1 — longeron anterior, 2 — longeron posterior, 3 — traverse, 4 — diagonale, 5 — nervuri și 6 — îmbrăcămintea.

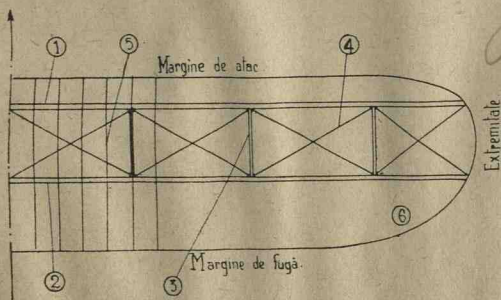


Fig. 46.

În cazul unui biplan, cele două aripi sunt legate între ele și fixate la fuzelaj prin intermediul unei armături exterioare, constituită din *montanți și diagonale* (contravântuire).

Unele avioane monoplane au aripa întărită prin diagonale speciale (montanți înclinați sau hobane).

Fixarea aripei sau aripilor la fuzelaj se poate realiza după unul din modelele arătate în figura 47.

Dar oricare ar fi profilul, forma, structura și fixarea aripilor, condițiunile ce trebuiesc respectate în realizarea lor, sunt următoarele:

1. Să procure o portanță maximă și o rezistență la înaintare minimă.

2. Să reziste tuturor eforturilor suferite de avion pe timpul zborului.
3. Să fie de o construcție simplă și economică.
4. Să fie cât mai ușoară.
5. Să se poată monta, demonta și regla cu ușurință.

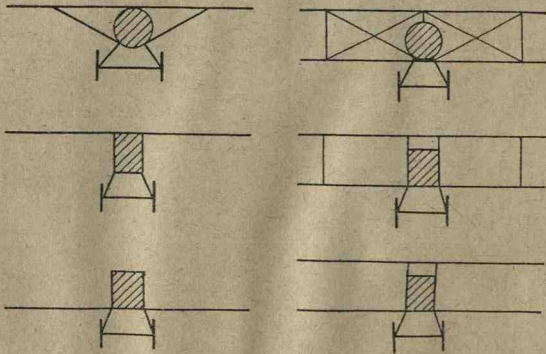


Fig. 47.

6. Să nu aibă dimensiuni disproporționate, îngreunând manevra pe teren și maniabilitatea în aer a avionului.

7. Să nu fie atacată de agenții atmosferici.

### Fuzelajul

Fuzelajul face legătura dintre aripi și ampenaj și poartă greutatea utilă, cu toate amenajamentele respective. (La avioanele mari, o parte din greutatea utilă și deci din amenajamente se găsește în aripi).

Cele mai multe avioane au un singur fuzelaj, așezat dealungul axului longitudinal al avionului. În cazul când un avion ar avea două fuzelaje, atunci ele sunt așezate simetric deoparte și de cealaltă parte a axului longitudinal.

Forma exterioară a fuzelajelor trebuie să fie — pe cât este posibil — aceea a unui solid capabil de o

rezistență minimă la înaintare, adică în formă de fus, totuși, din cauza amenajamentelor lui, forma diferă puțin.

Structura interioară a unui fuzelaj este, în general, aceea a unei grinzi, capabilă să suporte greutatea răs-pândite dealungul fuzelajului și să reziste deopotrivă, în toate părțile, tuturor eforturilor ce se nasc pe timpul sborului, adică trebuie să facă un solid de egală

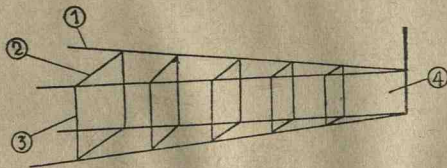


Fig. 48.

rezistență atât la încovoare, cât și la răsucire. Grinda cu zăbrele a unui fuzelaj, este construită din patru longeroane, formând patru fețe: una superioară și alta inferioară, de formă triunghiulară și două laterale de formă dreptunghiulară (fig. 48). Aceste longeroane sunt legate între ele prin bare rigide denumite traverse, când se găsesc pe fețele orizontale și montanți, când se găsesc pe fețele laterale, iar întreg sistemul este redat indeformabil prin diagonale<sup>1)</sup>. Ultimul mon-

<sup>1)</sup> Redarea indeformabilă a unui sistem de patru bare, articulate la capete, formând un pătrat sau un dreptunghi, se face prin adăogarea unei diagonale rigide, sau prin adăogirea a două diagonale suple (coarde de pian). Astfel patratul sau dreptunghiul nu se poate turti, devenind romb sau paralelogram.

Redarea indeformabilă a unui cub sau a unui paralelipiped dreptunghiular, format din douăsprezece bare articulate la capete, se face prin redarea indeformabilă a tuturor fețelor (ca mai sus) sau numai a planurilor diagonale. Primul mod de indeformabilitate este mai sigur și lasă interiorul liber, pentru eventuale amenajeri; al doilea mod este mai puțin sigur și ocupă inte-

tant este întărit și se numește coadă (etambot). În figura 48 părțile componente ale fuzelajului sunt: 1 — longeroane, 2 — traverse, 3 — montanți și 4 — coada.

Grinda fuzelajelor poate însă să fie realizată din mai multe longeroane, legate prin intermediul unor cadre rotunjite și redete indeformabile printr'o serie de diagonale, așezate convenabil.

Ori care ar fi sistemul de grindă utilizat, fuzelajul este îmbrăcat apoi, fie cu pânză, fie cu contraplacaj.

Se construiesc și fuzelaje complete metalice, în care caz îmbrăcămintea, realizată din tablă de duraluminiu sau alt aliaj ușor, contribuie la rezistența lui și atunci se zice că avem un *fuzelaj-cocă*.

Condițiunile generale, impuse construcției unui fuzelaj, sunt următoarele:

1. Să aibă o rezistență la înaintare cât mai mică.
2. Interiorul lui să se poată amenaja comod.
3. Să reziste tuturor eforturilor suferite de avion pe timpul zborului.
4. Să fie de o construcție simplă și economică.
5. Să fie cât mai ușor.
6. Să nu fie atacat de agenți atmosferici.

### A m p e n a j e l e

Ampenajele și aripioarele sunt organele care asigură stabilitatea și maniabilitatea avionului pe timpul zborului. Astfel, *profundorul* (ampenajul orizontal) asigură stabilitatea și maniabilitatea longitudinală, *direcția* (ampenajul vertical) asigură stabilitatea și maniabilitatea în direcție, *aripioarele* asigură stabilitatea și maniabilitatea laterală.

---

riorul. Primul este însă mai greu de realizat, necesitând 12 diagonale, pe când al doilea numai 4 diagonale.

În construcțiunile obișnuite, diagonalele se mai numesc „contravântuiri“.

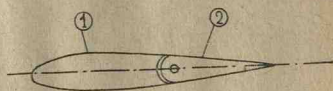
Ampenajele sunt așezate întotdeauna la coada fuzelajului, spre a înlesni realizarea unei bune stabilități și maniabilități. Ele dau fuzelajului caracterul unei săgeți ampenate, care are o bună ținută pe traiectorie. Aripioarele sunt așezate pe marginea de fugă a aripilor (tăiate chiar din corpul aripelor) și către extremitate, tot în scopul de a avea o acțiune cât mai promptă și energică.

Profundorul sau ampenajul orizontal este compus din două părți, una fixă denumită *stabilizator* și alta mobilă denumită *cârmă de adâncime* (fig. 49), ambele părți sunt articulate convenabil. Profilul profundorului este în general biconvex simetric, iar forma lui poate să fie: triunghiulară, dreptunghiulară sau trapezoidală, colțurile fiind mai întotdeauna rotunjite.

Structura și îmbrăcămintea profundorului este similară aripei.

*Direcția* sau ampenajul vertical este și el compus din două părți, una fixă denumită *derivă* și alta mobilă denumită *cârmă de direcție*, cu roluri similare celor văzute la profundor. Profilul direcției este de asemenea biconvex simetric, iar forma direcției este în general triunghiulară sau dreptunghiulară cu colțurile rotunjite (fig. 50).

Structura interioară și îmbrăcămintea direcției se îmbrăcămintea direcției este similară aripei.



1. Stabilizator
2. Cărmă de adâncime.

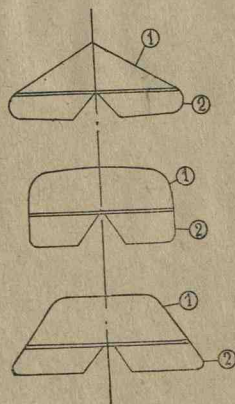
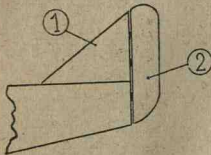


Fig. 49.

**Observație**

Pentru unele avioane mari, atât profundorul cât și direcția, sau numai unul din ele, pot fi biplane (duble).



1. Derivă
2. Cărmă de direcție

Fig. 50.

*Aripioarele*, totdeauna câte o pereche, sunt așezate simetric într'o parte și în alta. În general ele fac parte chiar din corpul aripei, așa încât forma și structura lor este aceea a aripei.

Condițiunile generale impuse ampenajelor și aripioarelor, sunt următoarele:

1. Să asigure o bună stabilitate și o bună maniabilitate pe timpul zborului avionului, fără să necesite eforturi prea mari din partea pilotului.

2. Să aibă o rezistență cât mai mică la înaintare, iar în poziția lor neutră să concure la sustentanța aerodinamică a avionului.

3. Să reziste tuturor eforturilor suferite de avion pe timpul zborului.

4. Să se construiască ușor.

5. Să se monteze, demonteze și să se regleze deosebit de ușor.

6. Să aibă o greutate cât mai mică și să nu necesite comenzi prea complicate.

### A t e r i s o r u l

Aterisorul este organul cu ajutorul căruia avionul își ia zborul decolând, își termină zborul aterisând și se sprijină pe teren. El este constituit din *trenul de aterisaj* așezat la partea anterioară și sub fuselaj (sau aripi) și *bechie*, așezată la coada avionului.

Trenul de aterisaj trebuie să cuprindă în esență două roate, cu ajutorul cărora avionul rulează la de-

colare și aterisare și un sistem amortisor, care are rolul să îndulcească șocul luării contactului la aterisare.

Bechia este constituită, fie dintr'o simplă pârghie, fie dintr'o roată și are — în mic — acelaș rol, ca și trenul, să înlesnească rulara la decolare, să amortizeze șocul la luarea contactului și să frâneze.

În cazul hidroavioanelor aterisorul este înlocuit printr'un sistem aterisor, constituit din două plutitoare sau o cocă specială.

Condițiunile generale de construcție ale unui aterisor sunt următoarele:

1. Să reziste în cele mai bune condițiuni șocului de aterisare și să-l amortizeze ușor.
2. Să înlesnească o bună rulare.
3. Să aibă o rezistență cât mai mică la înaintare.
4. Să fie cât mai ușor.
5. Să degajeze suficient avionul de teren.
6. Să fie de o construcție simplă și economică.

### S u p o r t u l m o t o r

Suportul motor, leagănul sau patul motorului, este organul care face legătura între motor și planor și se studiază în general la capitolul motoarelor, deoarece depinde mai mult de tipul și forma motoarelor. Totuși, condițiunile de construcție ale unui suport motor sunt următoarele:

1. Să reziste eforturilor transmise de motor.
2. Să nu constituie o rezistență la înaintare.
3. Să fie cât mai simplu și ușor.
4. Să se poată monta și demonta ușor.

### A m e n a j a m e n t e l e

Prin amenajamente se înțelege întreaga alcătuire a interiorului avionului (fuzelaj sau aripi) spre a primi

diversele instalațiuni, echipamentul, greutatea utilă, pasageri, echipagiul, etc... conform programului de utilizare al avionului.

Condițiunile ce trebuiesc respectate, în pregătirea amenajamentelor, sunt următoarele:

1. Să fie cât mai apropiate de centrul de greutate.
2. Să utilizeze la maximum interiorul fuzelajului sau al aripilor, fără însă să-i slăbească rezistența, sau să-i sporească greutatea.
3. Să fie ușor accesibile.

## CLASIFICAREA AVIOANELOR.

### GENERALITĂȚI.

Nevoia unei clasificări a avioanelor este cu atât mai necesară, cu cât numărul și varietatea formelor avioanelor este foarte mare și crește neconținut.

Iată tabloul general de clasificare:

1. *Avioane monoplane.*
  - Cu aripa deasupra fuzelajului.
  - Cu aripa traversând fuzelajul.
  - Cu aripa sub fuzelaj.
2. *Avioane biplane.*
  - Cu aripi egale.
  - Cu aripi neegale.
3. *Avioane multimotoare* (monoplane sau biplane).
4. *Avioane cu două sau mai multe fuzelaje.*
5. *Avioane speciale.*

### AVIOANE MONOPLANE.

#### **Aripa deasupra fuzelajului**

Aripa unui astfel de avion poate să fie constituită dintr'una sau două părți, fixate deasupra fuzelajului astfel (fig. 51):

— prin intermediul unor montanți și contra fișe (o singură bucată);



- prin așezarea direct pe fuzelaj (o singură bucată);
- două părți, convenabil curbate și fixate prin contra-fișe (sau montanți înclinați), spre a îmbunătăți vizibilitatea.

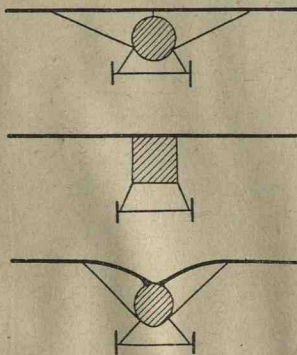


Fig. 51.

Avantagiile acestor monoplane, cu aripa deasupra fuzelajului, sunt următoarele:

1. Se poate obține o stabilitate mai bună (avion leneș).
2. Se poate întări rezistența aripei prin montanți sau contra-fișe.
3. Montarea și reglarea este ușoară.
4. Se poate asigura pilotului o mai bună vizibilitate.
5. Pericolul la capotare este mai mic.
6. Aripa este mult degajată (depărtată) de teren la decolare și aterisare.

7. Se pot așeza rezervoarele de combustibil în aripă, realizând — la nevoie — o alimentare prin diferență de nivel.

Dezavantajele sunt următoarele:

1. În general maniabilitatea acestor avioane este mai redusă.
2. Rezistența la înaintare este mai mare, din cauza interacțiunii.

3. Inerția avionului este ceva mai mare (centrul de greutate al aripei fiind sus).

4. Vârtejurile de aer, cari se desprind de pe aripă, atacă ampenajele, producând scuturături neplăcute avionului.

### Aripa traversează fuzelajul sau este așezată sub fuzelaj

Am reunit aceste două categorii de avioane într'una singură, deoarece diferența între ele nu este mare. Posibilitățile de realizare se văd în figura 52, unde aripa poate să fie întărită cu montanți înclinați sau poate să fie liberă.

Avantajele acestor monoplanе sunt următoarele:

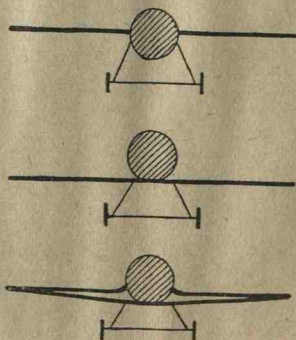


Fig. 52.

1. Au o rezistență foarte mică la înaintare.
2. Se poate obține o maniabilitate mai mare (avion sensibil).

3. Are o inerție mică.

Dezavantajele sunt următoarele:

1. În general se obține o stabilitate mai redusă.
2. Aripa este prea puțin degajată de teren (necesitând un aterisaj mai înalt).
3. Montarea, demontarea și reglarea este mai grea.
4. Vizibilitatea în jos este redusă.

## AVIOANE BIPLANE.

**Biplane cu aripi egale**

Biplanele cu aripi egale au aripile fixate în trei feluri, fie cu multe serii de montanți și diagonale (hobane), fie numai cu o serie de mați și diagonale, fie numai cu mați, fără diagonale (fig. 53).

Sistemul format de montanți, sau mați și diagonale, care întărește aripile biplanului, se numește *armătură exterioară*.

Biplanele cu aripi egale au următoarele avantaje:

1. Se poate obține o suprafață purtătoare mai mare și o anvergură mai mică.

2. Se poate obține o bună maniabilitate, având cea mai mică inerție.

3. Se poate întări rezistența aripelor prin armătura exterioară, care le fixează.

4. Se micșorează pericolul la capotare.

5. Se pot așeza rezervoarele de combustibil în aripa superioară.

Dezavantajele acestor biplane sunt următoarele:

1. Au o mare rezistență la înaintare.

2. Se montează, demontează și se reglează foarte greu.

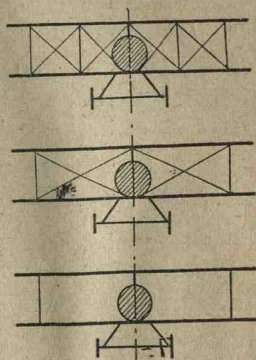


Fig. 53.

**Biplane cu aripi neegale**

În scopul de a spori unele calități ale avioanelor biplane, apropiindu-le, fie de monoplane cu aripa dea-

supra, fie de monoplane cu aripa dedesubt, s'au imaginat construcția biplanelor cu aripi neegale.

În cazul când la un biplan aripa de deasupra este mai mare și aripa de dedesubt este mai mică (fig. 54), atunci avionul păstrează o parte din avantajele monoplanului cu aripa deasupra și înlătură o parte din neajunsurile biplanului cu aripi egale. Realizarea acestor biplane se poate face fără armătură exterioară, în care caz avionul se mai numește și „dublu-monoplan“, fie cu armătură exterioară.

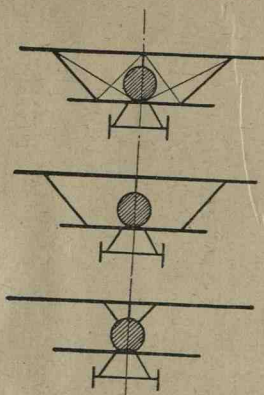


Fig. 54.

În cazul când aripa de dedesubt este mai mare ca cea de deasupra (fig. 55), atunci avionul păstrează o parte din avantajele monoplanului cu aripa sub fuzelaj și înlătură o parte din neajunsurile biplanului cu aripi egale. Realizarea acestor biplane se poate face de asemenea cu armătură exterioară sau fără armătură exterioară.

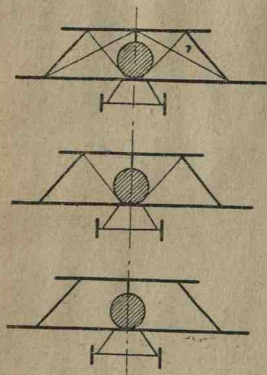


Fig. 55.

#### AVIOANE MULTIMOTOARE.

Scopul multimotoarelor nu este numai acela al măririi puterii, necesară tracțiunii avionului, căci actualmente un singur motor poate fi suficient de puternic, ci se urmărește în special o *mărire a siguranței de funcționare*,

deoarece cu cât avem mai multe motoare, șansa de a nu rămâne în pană de motor este mai mare. Dar pentru ca această siguranță să fie eficace, trebuie ca avionul să poată sbura destul de bine, cu un număr mai mic de motoare, în principiu cu jumătate din numărul total. Ar mai trebui de altfel, ca motoarele să fie accesibile pe timpul sborului, pentru a li se face mici reparațiuni, schimbări de piese, curățire, etc... Idealul multimotoarelor ar fi acela al *grupărei lor într'o cameră de motoare*, special amenajată în corpul avionului, unde mecanicul ar putea supraveghia funcționarea, intervenind după împrejurări; dar dificultatea unei astfel de grupări constă în transmisiunea mișcării la propulsor, căci sistemul angrenajelor sau lanțului complică funcționarea, mărește greutatea și micșorează randamentul.

Disponerea motoarelor (prevăzute cu propulsor) se face după următoarele principii:

1. Motoarele trebuie grupate simetric și cât mai aproape de centrul de greutate al avionului, spre a nu-i mări inerția.

2. Rezultanta tracțiunilor trebuie să satisfacă condițiunilor de *centraj*, adică să treacă — pe cât este posibil — pe sub centrul de greutate al avionului, rămânând paralelă și în acelaș plan vertical de simetrie, cu axul longitudinal al avionului.

3. Motoarele să fie ușor accesibile, iar alimentarea simplă.

4. Propulsoarele să nu se influențeze reciproc, micșorându-le randamentul.

Iată acum realizarea multimotoarelor:

### **B i m o t o a r e**

În trei moduri se pot așeza cele două motoare și anume (fig. 56):

1. Cele două motoare așezate deoparte și de alta a

fuzelajului, pe marginea de atac, având elicile tractive.

2. Cele două motoare așezate deoparte și de alta a fuzelajului, însă pe marginea de fugă, având deci elicile propulsive.

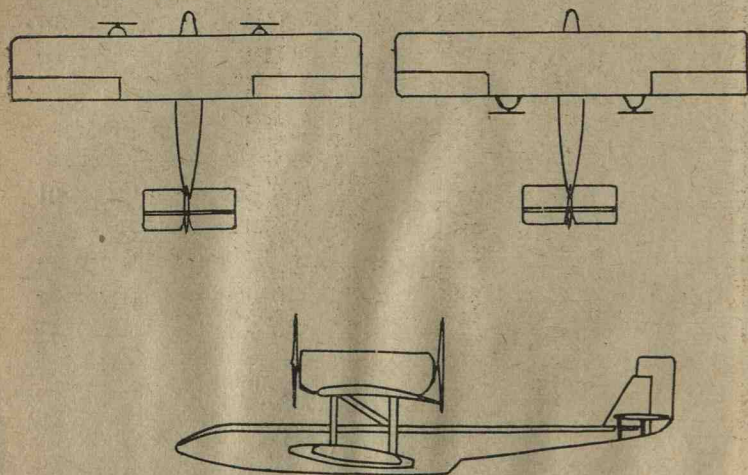


Fig. 56.

3. Cele două motoare așezate în tandem, deasupra fuzelajului, având o elice tractivă și una propulsivă (în special la hidroavioane).

Din punct de vedere aerodinamic, se pare că prima soluțiune este cea mai bună. Din punct de vedere practic însă, soluția a treia pare a fi mai bună, dar este realizată mai mult — după cum am văzut — la hidroavioane.

### Tri motoare

În două moduri se pot așeza cele trei motoare și anume (fig. 57):

1. Cele trei motoare așezate în față, având elicile tractive, unul în fuzelaj, celelalte deoparte și de alta.

2. Motorul în fuzelaj rămâne în față cu elicea trac-

tivă, cealaltă două în spatele aripei, având elicele propulsive.

Din punct de vedere aerodinamic, prima soluție este

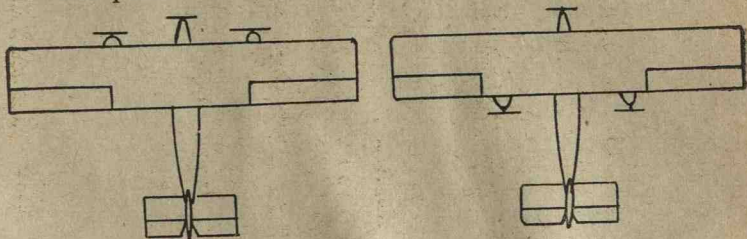


Fig. 57

mai avantajoasă, totuși pare a împinge centrul de greutate prea înainte.

### P a t r u m o t o a r e

În cazul utilizării a patru motoare, pentru monoplane, ele pot fi așezate în două moduri, pentru biplane se mai poate încă așeza și în al treilea mod, și anume:

1. Cele patru motoare în față, cu elice tractive deoparte și de alta a fuzelajului.
2. Cele patru motoare sunt așezate două câte două în tandem, deoparte și de alta a fuzelajului.
3. În cazul unui biplan, cele patru motoare se mai pot așeza două deoparte și de alta a fuzelajului pe aripa de jos și două pe aripa de sus.

\*

În cazul unui număr și mai mare de motoare, atunci așezarea lor se va face după normele date mai sus.

### AVIOANE CU DOUĂ SAU MAI MULTE FUZELAJE.

Nevoia construcției avioanelor cu mai multe fuzelaje, a rezultat din nevoia sporirii amenajamentelor, vizi-

bilității, etc. În consecință, s'au încercat câteva construcții, cari însă au fost părăsite, nedând rezultate satisfăcătoare.

Condițiunea delicată ce trebuie impusă multifuzelajelor, în realizarea lor, este ca rezistența unui singur fuzelaj să fie suficientă aterisării avionului, dacă aceasta s'ar face într'o parte, atingând deci terenul lateral. Ori o astfel de condiție îngreuiază mult avioanele cu mai multe fuzelaje.

În general însă, avantajele multifuzelajelor sunt următoarele:

1. Posibilitatea unei mai bune legături între celulă și ampenaje.
2. Posibilitatea unei bune repartiții a motoarelor și amenajamentelor.
3. Vizibilitate bună.
4. Unghiuri moarte de foc sau de tragere foarte reduse (pentru avioanele militare).

Iar dezavantajele sunt:

1. Greutate mare față de suprafața purtătoare, deci performanțe reduse.
2. Interacțiune mare, deci mare rezistență la înaintare.
3. Foarte puțin maniabil în aer și manevrabil pe teren.

Se pare totuși că dezavantajele fiind superioare avantajelor, soluția multifuzelajelor este restrânsă.

## AVIOANE SPECIALE.

### Avioane fără coadă

Avioanele fără coadă au apărut din nevoia de a micșora rezistența la înaintare și greutatea, realizând o construcție mai simplă.

Avantajele unui astfel de avion, față de un avion obișnuit sunt:



1. Sporirea vitezei, prin micșorarea rezistenței la înaintare.

2. Micșorarea greutății totale, prin suprimarea profundului și a unei părți din fuzelaj.

3. Simplificarea construcției.

4. O mărire a vizibilității și o micșorare a unghiurilor moarte de tragere.

5. Având inerția longitudinală mică, s'ar crede că maniabilitatea se mărește, în realitate — prin suprimarea ampenajelor — se reduce posibilitatea de a comanda această maniabilitate.

6. Se pare că un avion fără coadă se angajează mai greu în vrie dealungul axului longitudinal, dar se poate răsturna însă cu ușurință în jurul oricărui alt ax.

Dezavantajele sunt:

1. Se suprimă complet organul care îi asigură stabilitatea longitudinală.

2. Se suprimă în parte organul care îi asigură stabilitatea în direcție.

3. Suprimându-se fuzelajul, realizarea unui aterisori diferit este necesară.

Deși dezavantajele sunt mai puține la număr, totuși sunt de neînlăturat.

## A u t o g i r e

Autogirul este o mașină sburătoare, care face parte din clasa avioanelor cu „suprafață purtătoare fictivă”. În adevăr, suprafața care procură sustentanța autogirului este creată de cercul măturat de palele unei elici mari, așezate deasupra fuzelajului, care se învârtesc, fie antrenate de motor, fie de curentul de aer al moto-propulsorului (fig. 58).

Un autogir are exact aceleași părți componente ca și un avion cu singura diferență că, în loc de aripă,

are trei sau patru pale înguste de elice, cari învârtindu-se, realizează o suprafață purtătoare fictivă.

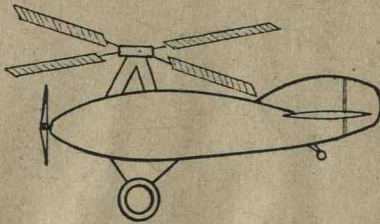


Fig. 58.

Avantajele unui autogir sunt următoarele:

1. Se mărește foarte mult ecartul<sup>1)</sup> de viteze, reducându-se mult viteza minimă (aproape la a treia parte din viteza minimă a avioanelor actuale).
2. Maniabilitatea și stabilitatea este comparabilă cu aceea a avioanelor obișnuite.
3. Are o mare vizibilitate.
4. Decolează și aterisează aproape la verticală.

Neajunsurile sunt însă următoarele:

1. Rezistența palelor mobile este mai mică decât a aripilor unui avion.
2. Construcția este ceva mai delicată.
3. Viteze maxime de sbor prea mari nu se pot obține.

## E l i c o p t e r u l

Elicopterul este, prin definiție, un aparat aerian a cărei sustentația se obține prin rotația unor elici cu axul vertical. Rostul elicopterilor este acela de a complota, de fapt, un avion, să-și ia sborul, dacă se poate chiar vertical, iar odată ajuns la altitudinea de utili-

<sup>1)</sup> Prin „ecart“ se înțelege diferența dintre viteza maximă și viteza minimă.

zare, să-și ia direcția voită de sbor; apoi avionul să ateriseze, dacă se poate, vertical.

Acest ideal ansamblul „avion-elicopter“, nu a fost încă atins, cu toate numeroasele încercări ce s’au făcut. Problema lor este încă nerezolvată. În această ordine de idei, autogirul pare a realiza o interesantă tranziție între avion și elicopter.

---

### III.

## EVOLUȚIUNILE AVIONULUI

### PROBLEMA GENERALĂ A EVOLUȚIUNILOR ȘI CLASIFICAREA LOR.

Mai sus am stabilit forma și compunerea mașinei sburătoare, care este *avionul*.

În ceea ce urmează, vom studia „execuția zborului” cu această mașină, care în realitate se reduce la stabilirea unor condițiuni de echilibru.

În adevăr, problema zborului mecanic se enunță astfel:

*„Cunoscându-se forțele aplicate unui avion, pe timpul zborului (în mărime, direcție, sens și punct de aplicație), să se determine condițiunile de echilibru, pentru o traectorie dată”.*

Această problemă, deși are un enunț recent, totuși a fost deja soluționată odată cu zborul primelor avioane, însă numai pe cale practică.

„Mecanica rațională” studiază mișcarea unui corp oarecare, despărțind-o în două mișcări deosebite: mișcarea centrului de greutate și mișcarea în jurul centrului de greutate; dar în cazul unui avion lucrurile nu se petrec la fel, deoarece nu se studiază decât mișcarea centrului de greutate, pe când în jurul centrului de greutate, avionul nu trebuie să aibă nici o mișcare, impunându-se chiar ca poziția lui să rămână riguros

constantă pentru un regim de sbor dat, față de traectoria centrului de greutate, altfel sborul avionului nu este posibil.

Astfel pusă problema, s'ar părea că ar fi imposibilă, căci diferitele forțe aplicate unui avion în mișcare, nu trec toate prin centrul lui de greutate și prin urmare ele vor da naștere la diferite tendințe (cupluri) de rotație. Dar dacă se ține seamă că avionul este perfect centrat, cu alte cuvinte suma tuturor cuplurilor de rotație este nulă, pentru un regim dat de sbor și că la bordul avionului se găsește în permanență un pilot, al cărui rol este de a menține poziția avionului constantă, adică să anuleze — prin intermediul cârmelor de direcție, profunzime și al aripioarelor — orice cauză exterioară sau interioară, care ar desechilibra avionul, atunci problema sborului mecanic, nu numai că devine posibilă, dar chiar se simplifică mult.

În adevăr, forțele aplicate unui avion pe timpul unui regim de sbor oarecare, sunt:

- *greutatea*, care trece prin centrul de greutate;
- *portanța*, sau componenta verticală a rezistenței aerului;
- *rezistența* la înaintare, sau componenta orizontală a rezistenței aerului;
- *tracțiunea moto-propulsorului*;
- *inerția avionului* (numai atunci când traectoria nu este rectilină sau viteza nu este constantă).

Apoi, cum suma tuturor cuplurilor de rotație este nulă, urmează că toate forțele pot fi considerate ca, trecând prin centrul de greutate al avionului și în acest caz problema se reduce la găsirea condițiunei de echilibru a mai multor forțe concurente.

S'ar putea totuși întâmpla ca, o cauză exterioară oarecare să strice poziția de echilibru a avionului, cu

toate măsurile riguroase de centrare și cu toată vigoarea pilotului și în acest caz avionul ar suferi diferite oscilațiuni dezagreabile și chiar periculoase. Studiul acestor oscilațiuni constituie un caz particular al problemei generale și se numește *problema stabilității pe timpul zborului*, pe care o vom studia mai jos.

Diversele evoluțiuni sunt clasificate după poziția de echilibru a avionului și anume:

*Evoluțiunile normale*, avionul având echilibrul dinamic stabil, cari sunt:

- zborul orizontal, în urcare și în coborâre;
- virajul și spirala;
- decolajul și aterisajul la avioane și amerisajul la hidroavioane.

*Evoluțiunile excepționale*, avionul având un echilibru dinamic instabil, sau așa numitele „acropații“:

a) în planul vertical de simetrie:

- picajul;
- redresarea bruscă sau resursa;
- urcarea verticală;
- alunecarea pe coadă;
- zborul pe spate;
- loopingul  $\left\{ \begin{array}{l} \text{invers} \\ \text{normal} \end{array} \right.$

b) laterale sau disimetrice:

- alunecarea pe aripă;
- răsturnarea și
- dubla răsturnare.

Mai sunt în acest gen de evoluțiuni și evoluțiunile mixte, adică compuse din evoluțiuni simetrice și disimetrice, cum ar fi spre exemplu răsturnarea, imelmanul, etc.

*Evoluțiunile nepermise*, avionul având un echilibru dinamic indiferent:

- vria sau sfredelul.

## 1. EVOLUȚIUNILE NORMALE ALE AVIONULUI.

Această categorie de evoluțiuni constituiesc în general evoluțiunile obicinuite ale avionului. Studiindu-le, vom da un deosebit interes condițiunilor de echilibru ce ar trebui satisfăcute, pentru a evita orice risc de accidente, cu alte cuvinte, le vom studia numai din punct de vedere al siguranței de echilibru, iar nici decum din punct de vedere al rezistenței mecanice, întrucât eforturile suferite de avion, pe timpul acestor evoluțiuni, sunt mici.

### SBORUL ORIZONTAL RECTILIN.

Forțele aplicate unui avion pe timpul sborului orizontal rectiliniu sunt (fig. 59):

$P$ , greutatea totală a avionului;  $T$ , tracțiunea moto-propulsorului;  $Fz$ , portanța;  $Fx$ , rezistența la înaintare

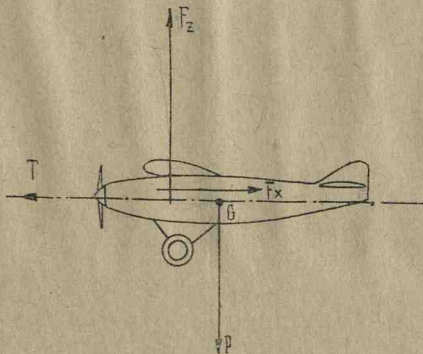


Fig. 59.

și  $Fi$ , forța de inerție în cazul variațiunei de viteza, dar pe care o vom neglija, deoarece variațiunile de viteză sunt prea mici. Dar, pe timpul sborului orizontal, pentru un avion perfect centrat, având pilotul la bord, putem admite că suma momentelor de ro-

tație, adică orice cauză care ar schimba stabilitatea avionului, este imediat înlăturată prin intermediul ampenajului (rolul cozei unei săgeți) și al aripioarelor

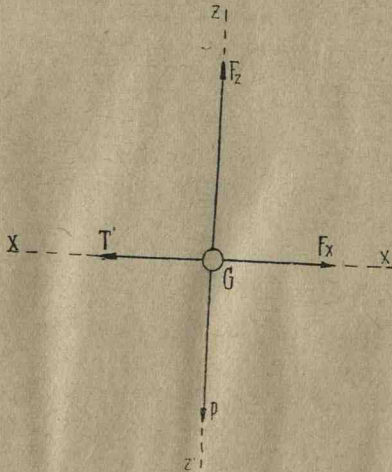


Fig. 60.

sau la nevoie al pilotului. Și în acest caz putem admite că, cele patru forțe sunt concurente și trec prin centrul de greutate al avionului. Prin urmare avem (fig. 60) patru forțe convergente, două câte două opuse pe direcțiuni rectangulare.

De aci deducem condiția de echilibru, care este extrem de simplă:

$$28) \quad \begin{cases} T = F_x \\ P = F_z \end{cases}$$

Dar, din aceste relațiuni de echilibru trebuie să deducem, pentru pilot, reguli practice, adică ce anume trebuie să facă atunci când avionul sboară orizontal, pentru a satisface condițiunile de echilibru.

În adevăr, în prima relație vedem că tracțiunea moto-propulsorului trebuie să fie egală cu rezistența la



înaintare. Or, pentru ca pilotul să-și dea seama de valoarea tracțiunii, trebuie să-i punem în față un aparat, care să-i indice în fiecare clipă tracțiunea. Cum însă tracțiunea este proporțională cu numărul de ture al motorului, cel mai practic instrument este un „*numărător de ture*“ care arată pilotului mersul motorului.

Când turajul scade, pilotul trebuie să se aștepte la o ruptură de echilibru și deci va fi obligat să ia măsurile de rigoare, ori repunerea motorului, ori pregătirea de aterisare.

Din ambele condițiuni de echilibru, de mai sus, se deduce că:

$$29) \quad T = P \left( \frac{C_x}{C_z} \right)$$

Cu alte cuvinte, un avion are nevoie de o tracțiune cu atât mai mică, cu cât are o fineță mai mare, sau este cu atât mai economic, cu cât finețea este mai bună. Iată dar importanța fineței.

O a doua condiție de echilibru, în sbor orizontal, se deduce din a doua relație, unde viteza avionului are o importanță capitală, căci în expresiunea portanței variază viteza  $V$  și coeficientul aerodinamic de portanță  $C_z$ . Cum însă coeficientul aerodinamic poate să crească până la o valoare maximă  $C_{zmax}$ , care depinde numai de polara avionului, înseamnă că valoarea vitezei nu poate să scadă sub un minimum dat, care se mai numește și *viteza minimă de sustentație*.

În consecință, va trebui să plasăm în fața pilotului un „*indicator de viteze*“. Pilotul păstrând, pe timpul sborului orizontal, indicatorul de viteză la o indicație mai mare sau cel puțin egală cu viteza minimă de sustentație, își asigură și a doua condiție de echilibru în sbor orizontal.

Ambele condițiuni, stabilite mai sus, caută să evite

un singur risc de accidente, acela al *pierderii de viteză* \*).

*Tracțiunea minimă* necesară unui avion se calculează teoretic cu ajutorul formulei:

$$30) \quad T_{min} = \frac{P}{\left(\frac{C_z}{C_x}\right)_{max}}$$

*Viteza minimă de sustentare* a unui avion se calculează teoretic cu ajutorul formulei:

$$31) \quad V_{min} = \sqrt{\frac{P}{\frac{\rho}{2} C_z_{max} S}}$$

APLICAȚIA Nr. 3. — *Un avion zboară la 2000 m. altitudine, într'un plan orizontal. Știind că:*

Greutatea lui  $P = 1960$  kg. și suprafața portantă  $S = 46$  m.p. iar pe polara avionului se citește:

$$C_z_{max} = 1,25 \text{ și } \left(\frac{C_z}{C_x}\right)_{max} = 8,4$$

*Se cere: tracțiunea minimă ce ar trebui să aibă elicea și viteza minimă de sustentare a avionului.*

1. Pentru *tracțiunea minimă*, se aplică formula 30, unde:

$$\left(\frac{C_z}{C_x}\right)_{max} = 8,4$$

prin urmare avem:

$$T_{min} = \frac{1960}{8,4} = 233,3 \text{ kgr.}$$

2. Pentru *viteza minimă de sustentare*, se aplică formula 31 unde știm că la 2000 m. altitudine, avem  $\frac{\rho}{2} = 0,0326$  și

$$C_x_{max} = 1,25$$

Prin urmare găsim:

$$V_{min. (2000)} = \frac{1960}{0,823 \times 3,6} = 25,5 \text{ m/sec.} = 92 \text{ km/oră}$$

\*) Mai jos vom explica în ce constă o „pierdere de viteză“.

## SBORUL IN URCAREA RECTILINĂ.

Forțele care acționează asupra unui avion în urcare sunt aceleași ca și în cazul sborului orizontal, numai dispunerea lor diferă (fig. 61).

Dar admitând, ca și la sborul orizontal, că pilotul anulează momentele de rotație, iar cu ajutorul ampenajelor menține avionului o bună stabilitate, atunci

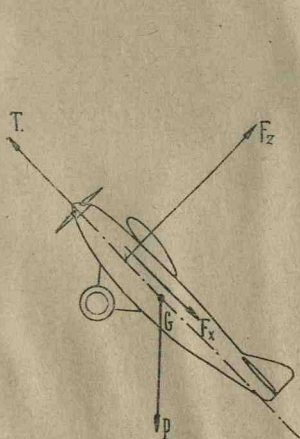


Fig. 61.

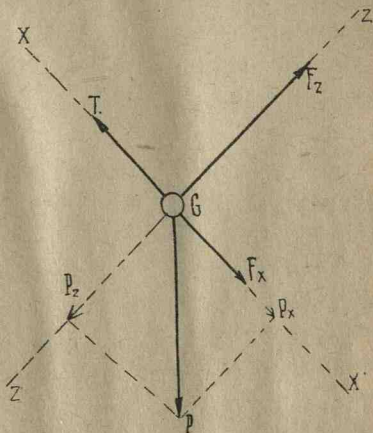


Fig. 62.

se poate admite că forțele sunt concurente și trec prin centrul de greutate (fig. 62).

În acest caz condițiunile de echilibru se deduc foarte ușor, proiectând forțele pe axele  $xx'$  și  $zz'$ , și anume:

$$32) \quad \begin{cases} T = F_x + P_x \\ P_z = F_z \end{cases}$$

unde  $P_x$  este proiecția greutății avionului pe traiectoria lui și  $P_z$  este proiecția greutății pe perpendiculara la traiectoria avionului.

Prin comparație cu sborul orizontal rectilin, se vede lesne că, pentru menținerea echilibrului, va fi nevoie

de un exces de tracțiune, exces egal cu  $P_x$  și prin urmare:

$$T_{\min} (\text{urcare}) = T_{\min} (\text{oriz}) + P_x$$

Iar viteza minimă de sustentare în urcare va fi ceva mai mare decât viteza minimă în sbor orizontal.

Deci, condițiunile de echilibru devin mai grele, căci turajul minim se mărește, deși viteza minimă de sustentare se menține aceeași, aproape ca și în sbor orizontal.

În consecință, și aci importanța celor două instrumente: *numărătorul de ture și indicatorul de viteze* este foarte mare.

Dar, pentru a cunoaște și „panta de urcare“, este nevoie și de un „clinometru longitudinal“, care ne indică unghiul de pantă. În general însă panta de urcare este suficient de mică, pentru ca să se evite pericolul unei pierderi de viteze.

*Observație.* În cazul unui sbor în urcare, unde se menține viteza constantă, traectoria nu mai este rectilie, ci este o curbă cu concavitatea în jos.

### SBORUL ÎN COBORARE RECTILINĂ.

Forțele cari acționează asupra unui avion în coborâre, sunt aceleași ca în sborul orizontal, deobicei însă motorul merge în ralanti și în acest caz tracțiunea devine neglijabilă. Dispunerea forțelor va fi atunci ca în (fig. 63), dar considerând și aci anularea momentelor de rotație de către pilot și menținerea stabilității grație ampenajelor, forțelor pot fi considerate ca fiind concurente (fig. 64) și prin urmare condițiunile de echilibru vor fi:

$$33) \quad \begin{cases} P_x = F_x \\ P_z = F_z \end{cases}$$

admițând precum am spus mai sus, că  $T = 0$ .

Dar, după cum se vede, pe timpul coborîrii pericolul poate fi, ori datorit unei pierderi de viteză, când

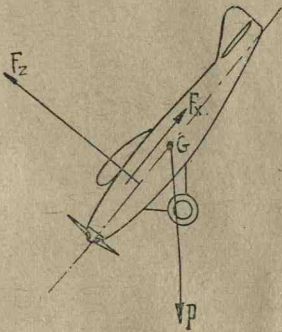


Fig. 63.

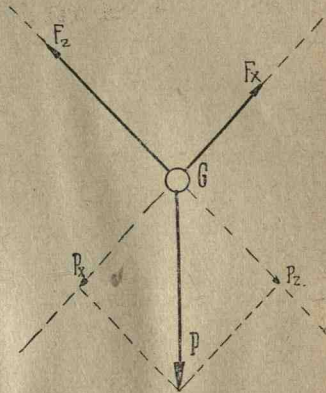


Fig. 64.

panta de coborîre este prea mică, ori unei angajări, când panta este prea mare și deci, determinarea „pantei minime“ este necesară, pantă care se mai numește și „*pantă de planare*“.

Panta minimă se poate controla de către pilot, fie cu ajutorul clinometrului longitudinal, fie cu ajutorul vitezometrului (menținându-l la o viteză constantă).

În orice caz, viteza în coborîre poate fi mărită până la viteza maximă, pe care o poate lua avionul în sbor orizontal și prin urmare pilotul are latitudinea de a varia înclinarea, astfel încât vitezometrul să arate o viteză  $V$ , care să fie cuprinsă între viteza minimă de sustentație și maximă orizontală, în care scop se marchează, de obicei, și pe clinometru unghiurile de înclinare maxime și minime.

*Raza maximă de planare* a unui avion este depărtarea, pe sol, dela verticala unui avion, care aflându-se cu motorul oprit (pană de motor), ar sbura planat,

(pe panta minimă de coborîre) până la locul unde ar trebui să ateriseze.

Teoretic, această rază se calculează cu ajutorul formulei:

$$34) \quad X = Z \left( \frac{C_z}{C_x} \right)_{max}$$

$Z$  fiind altitudinea la care zboară avionul. Privind dar polara mai multor avioane se remarcă ușor că, avionul a cărei polară va arăta o fineță mare, va avea o rază de planare mare.

#### VIRAJUL.

Prin viraj se înțelege schimbarea de direcție a

avionului într'un plan ori-

zontal. Pe timpul virajului

se studiază condițiunile de

echilibru ale unui avion,

care descrie o traectorie

curbă într'un plan orizontal

(fig. 65). In acest caz, afară

de forțele dela sborul orizon-

tal, mai acțiunează asupra

avionului și o forță centrifuga-

lă, normală curbei pe tot

timpul cât avionul descrie traectoria.

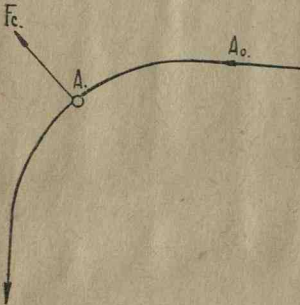


Fig. 65.

In consecință, condiția de echilibru, între tracțiune și rezistența la înaintare, rămâne aceeași ca la sborul orizontal. Privind însă avionul din față, vom avea (fig. 66), înainte de a face virajul, forțele  $P$  și  $Fz$  ver-

ționale și de sens contrar, iar în momentul virajului se naște forța laterală centrifugală  $F_c$ . Pentru echilibrarea acestor forțe, este nevoie de o schimbare a poziției avionului, altfel ar fi imposibil. Și în adevăr, compunând forța  $P$  cu  $F_c$ , obținem rezultanta  $P'$ , ori în acest caz înclinând avionul din poziția  $AB$  în poziția  $A'B'$ , atunci se poate crea o portanță  $F'_z$  egală și opusă forței  $P'$  și prin urmare condițiile de echilibru vor deveni:

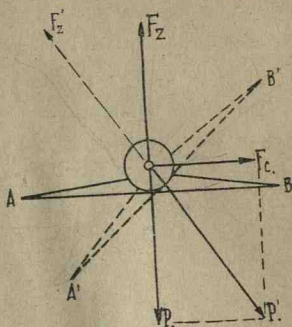


Fig. 66.

$$35) \quad \begin{cases} P' = F'_x \\ T = F'_z \end{cases}$$

Făcând apoi același raționament ca în cazul zborului orizontal rectilin, constatăm că:

$$V_{min} (\text{viraj}) > V_{min} (\text{rectilin}) \text{ și } T_{min} (\text{viraj}) > T_{min} (\text{rectilin})$$

Dacă înclinarea reală a avionului pe timpul virajului este mai mică decât trebuie, atunci avionul derapează către exterior, iar dacă este mai mare, atunci avionul alunecă către interior, riscând să intre în vrie, precum vom vedea mai jos.

Rezumând, constatăm că evoluțiunea virajului este mai grea decât acelea studiate până aci.

Un viraj corect se face acordând perfect raza lui cu înclinarea avionului, manevră destul de delicată, care necesită mult antrenament.

Pentru a cunoaște înclinarea laterală a avionului, este nevoie de un „clinometru lateral“, pe care pilotul citește valoarea unghiului de înclinare.

În orice caz, un viraj corect nu se execută calcu-

lându-i în prealabil elementele (înclinarea avionului și raza virajului), ci numai prin antrenament, teoria în acest caz, servește numai să ghideze practica.

Este de recomandat ca, oridecâteori un avion sboară cu viteza minimă de sustentație (mai cu seamă în urcare la decolare), să nu facă viraj, deoarece intră cu siguranță în pierdere de viteză.

### SPIRALA.

Spirala este evoluțiunea care are de scop o schimbare de direcție în timpul urcării sau coborîrii. Pe timpul urcării, rareori se fac spirale strânse, ele fiind totdeauna foarte largi, altfel s'ar risca ușor pierderile de viteză. Pe timpul coborîrii însă, spirala este o evoluțiune comodă și ușoară, câtă vreme nu este prea strânsă sau panta de coborîre nu este prea repede. Spirala ideală în coborîre este atunci când avionul planează.

Înclinarea laterală a avionului pe timpul spiralei este aceiaș ca și la viraj.

Este bine să se țină seamă că, raza spiralei este mai mică decât raza în viraj, pentru un acelaș regim, de unde învățământul: *dacă se execută un viraj prea strâns, să se pice puțin de bot, spre a executa o spirală* și în acest caz se evită orice risce de angajare.

#### Observațiune.

Și aci, ca și în cazul virajului, antrenamentul pilotului are mare importanță. Pe cale teoretică se pot stabili cu toată precizia: raza spiralei, înclinarea laterală a avionului, panta, etc., dar ele nu pot fi imediat calculate și rezultatele instantaneu aplicate, atunci când un avion execută o spirală, deoarece este o imposibilitate. Aceste elemente pot foarte bine îmbogăți cunoștințele pilotului, îi pot forma raționamentul, îi pot evidenția pericolele la care se expune, dar execuția corectă nu se poate învăța decât prin *antrenament*.

Un biciclist, oricâtă teorie a echilibrului ar cunoaște, nu va



reuși să se menție pe bicicletă fără un prealabil antrenament. Tot așa precum un viorist, oricâtă teorie ar cunoaște, n'ar fi în stare să scoată o notă corectă, dacă n'ar avea mult *exercițiu*.

Iată dar că, importanța antrenamentului începe să crească, ca în orice ramură similară.

### DECOLAREA.

Decolarea unui avion, ca și aterisarea, este — după cum vom vedea mai jos — mai mult o evoluțiune mixtă, căci o parte se petrece în contact cu terenul, iar altă parte în imediata apropiere a terenului. Decolarea este evoluțiunea cu care se începe orice sbor al avionului.

Examinând în deaproape evoluțiunea decolărei, se observă că, ea are două faze bine distincte și anume: *rularea pe teren și decolarea propriu zisă*.

#### Rularea pe teren

În această fază avionul se sprijină încă pe teren, deci echilibrul forțelor verticale nu ne interesează, rămâne de asigurat numai echilibrul forțelor orizontale. De fapt însă, în această fază ne va interesa numai distanța de rulare, căci o rulare prea lungă nu este deloc preferabilă și de aceea vom căuta să o reducem cât mai mult.

Rularea unui avion la decolare are și ea două faze, întâi rularea cu bechia pe teren și apoi rularea numai pe roate (avionul fiind în linie de sbor).

În aceste condițiuni, forțele orizontale aplicate unui avion în faza rulării la decolare sunt:

- Tracțiunea  $T$  a propulsorului.
- Inerția  $Fi$  a avionului, de sens contrar tracțiunii.
- Frecarea pe teren,  $Ff$  din cauza rulării, de același sens ca și inerția.
- Rezistența la înaintare  $Fx$  a avionului, de același sens cu inerția și frecarea.

Condiția de echilibru a acestor forțe va fi:

$$36) \quad T = F_i + F_f + F_x$$

din care se deduce distanța de rulare.

Această distanță este cu atât mai mare, cu cât încărcătura pe metru patrat a avionului este mai mare și cu cât tracțiunea  $T$  este mai mică.

Factorii cari pot varia pe timpul decolării, și în special în faza rulării pe teren, sunt: tracțiunea, portanța, rezistența la înaintare (unghiul de atac) și frecarea la rulare; greutatea rămâne mereu constantă.

Așa dar, dacă în această fază „motopropulsorul” ar înceta să mai funcționeze, sau dacă unghiul de atac s’ar mări ori micșora (o rafală, o manevră greșită), sau în fine, dacă un obstacol pe teren ar mări brusc valoarea frecării, atunci o cauză de accident este sigură, deoarece condiția de echilibru nu mai este satisfăcută.

### Decolarea propriu zisă

În această fază avionul trebuind să părăsească terenul, traectoria lui nu va mai fi rectilină (paralelă

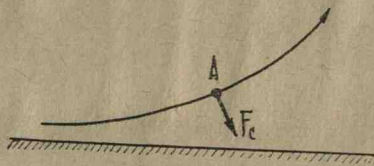


Fig. 67.

cu terenul), ci va fi o curbă, ori în acest caz o forță centrifugă va lua naștere (fig. 67), normală traectoriei, care va tinde să doboare avionul (să-l placheze).

În consecință, decolarea propriu zisă trebuie făcută pe o traectorie cât mai puțin curbă. Dar dacă anumite obstacole de pe teren obligă sporirea curburii la decolare, atunci ea va fi de scurtă durată, îndreptând-o

imediat ce avionul și-a luat o înălțime superioară obstacolelor. Se face apoi un palier până ce viteza avionului iar crește (căci dacă am menține o pantă mereu mare, atunci viteza descrește încetul cu încetul, riscând „pierderea vitezei“), apoi se face iarăși o urcare ușoară, pe urmă iar un palier, etc. (fig. 68) până ce se ajunge la altitudinea de siguranță, care este de circa 300 m.

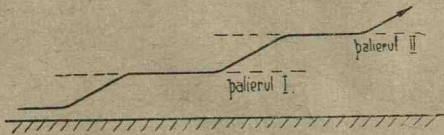


Fig. 68.

În rezumat, decolarea propriu zisă este una dintre cele mai delicate evoluțiuni normale, deci respectarea regulilor de sbor, prevăzute în acest caz, se impune cu toată rigoarea, altfel se riscă sigur un accident.

Odată „decolarea propriu zisă“ terminată, adică avionul luându-și altitudine suficientă, începe „urcarea“, care se execută după regulile „sborului în urcare rectilină“.

#### *Observațiune.*

Deseori impresionează mult așa zisele „decolări americănești“, adică o decolare după o traectorie foarte curbă. Astfel de decolări sunt foarte periculoase, deoarece forța centrifugă ce se naște ar putea proiecta avionul pe pământ (plachează avionul). În general o astfel de decolare se execută cu avioane având mult exces de putere și totdeauna se înclină lateral avionul, pentru ca efectul forței centrifugale să fie într-o parte, nu în spre pământ.

#### ATERISAREA.

Aterisarea este evoluțiunea cu care, în mod normal, se termină sborul avionului și pentru faptul că o parte din această evoluțiune se petrece în contact cu

terenul, se mai poate numi și evoluțiune mixtă, ca și decolarea.

Examinând în deaproape evoluțiunea aterisării unui avion, vom observa că ea poate fi împărțită în trei faze:

- scoborârea la aterisare,
- redresarea în vecinătatea terenului și luarea contactului (sau filarea),
- rularea pe teren.

### Scoborîrea pentru aterisare

Faza scoborîrei se execută după regulile unui sbor pînat și totul ar părea simplu și normal, mai ales dacă se va lua o pantă minimă de planare. Totuși, două cauze fac ca această scoborîre la aterisare să fie mai delicată, prima datorită faptului că evoluția se petrece în imediata apropiere a solului și a doua, pentru faptul că avionul, trebuind să ia contactul cu terenul deodată și cu roțile și cu bechia („în trei“), urmează să fie redresat (cabrat puțin), chiar în vecinătatea solului.

În aceste condițiuni traectoria de scoborîre la aterisare trebuie astfel aleasă, în cât avionul să aibă, în momentul redresării, o viteză suficientă, pentru a asigura sborul orizontal după redresare, așa încât să ia contactul cu terenul cât mai dulce.

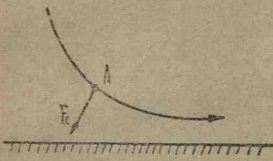


Fig. 69.

În primul caz s'ar părea că, cea mai bună traectorie ar fi o scoborîre rapidă (fig. 69) și apoi o redresare în apropierea solului, provocând o energetică frânare. Dar o astfel de traectorie este foarte curbă, și asupra avionului se va naște o forță centrifugă  $F_c$ , care va avea drept efect izbierea avionului de pământ (placarea la aterisare).

În consecință, trebuie neapărat ca traectoria de sco-

borire la aterisare să fie cât mai dreaptă. Or în acest caz, două soluțiuni rămâne de adoptat:

1. Sau o scoborire planată până în apropierea terenului (fig. 70), cu pantă minimă, apoi un ușor picaaj din  $A_1$  în  $A_2$  pentru a accelera viteza, iar în  $A_2$  redresarea, așa în cât în  $A_3$  avionul să ia contactul cu te-

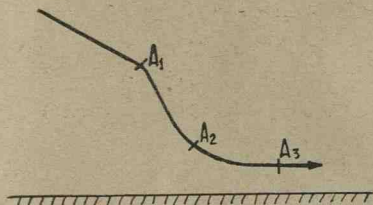


Fig. 70.

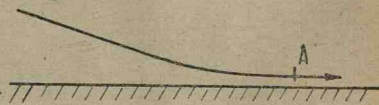


Fig. 71.

renul cât mai tangent. Intervalul dela  $A_2$  la  $A_3$  se chiamă distanță de *filare*, iar lungimea ei depinde de viteza ce o are avionul în momentul redresării (în  $A_2$ ) și de rezistența la înaintare.

În cazul avioanelor „hipertrenoare“ (cu frâne aerodinamice), filarea este mult redusă.

Avantajele unei astfel de traectorii constau în posibilitatea trecerii peste un obstacol așezat în apropierea terenului și în posibilitatea de a asigura avionului o bună maniabilitate, în special laterală. Are însă desavantajele de a pretinde pilotului un suficient antrenament și de a prelungi uneori filarea.

2. Sau o scoborire planată cu pantă minimă, până în apropierea terenului (fig. 71), spre a lua contactul tangențial (în  $A$  pe figura 71).

Avantajele unei astfel de traectorii constau în realizarea unui aterisaj ușor, fără o manevră prea delicată. Are însă desavantajele de a nu evita obstacolele prea mari din preajma terenului, și de a rula lung.

În cazul avioanelor prevăzute cu dispozitive de „hipersustentație“, această fază este mult ușurată prin

utilizarea lor (aripioare de curbura, gură de crocodil, etc.).

### Redresarea și luarea contactului

Redresarea avionului la aterisare trebuie astfel făcută, încât avionul să aibă o viteză suficientă, spre a evita o înfundare brutală. Această redresare are de scop așezarea avionului, pentru ca luarea contactului cu terenul să se facă cu minimum de șoc. Or, aceasta atrage o viteză verticală de cădere cât mai mică și cum această viteză variază direct proporțional cu încărcătura pe metru patrat și invers proporțional cu portanța — depinzând deci mult de polara avionului — înseamnă că, va trebui să se sporească unghiul de atac până la portanța maximă, sporindu-se în același timp și rezistența la înaintare. Dar nu se poate realiza în mod ideal aceste condițiuni deoarece avionul, urmând a lua contactul cu terenul și pe roate și pe bechie simultan („în trei“), unghiul de atac al avionului, în clipa luării contactului, va fi diferit de cel ideal, în general mai mare decât cel ce ar corespunde condițiilor de mai sus.

Și aci mijloacele hipersustentatoare și hipertrenoare ușurează mult luarea contactului.

Adesea piloții cei mai antrenați execută elegante aterisări, alunecând pe o aripă, pentru a frâna și mai energic viteza.

### Rularea pe teren

În această fază avem interesul ca avionul să ruleze cât mai puțin, pentru ca aterisajul să fie cât mai scurt.

Avionul luând contact cu terenul deodată și pe roate și pe bechie, înseamnă că reacțiunea terenului va fi favorabilă, deoarece frecarea este mare, ea putând fi sporită prin utilizarea frânelor de roți.

Odată avionul așezat pe teren, forțele ce îi sunt aplicate și cari sunt capabile de vreun pericol, în caz de dezechilibru, sunt:

- inerția  $Fi$  în sensul mișcării,
  - rezistența la înaintare  $Fx$  și
  - frecarea pe teren  $Ff$ , ambele de sens contrar;
- iar condiția de echilibru va fi:

$$37) \quad Fi = Fx + Ff$$

Cu ajutorul acestei relații se deduce, că distanța de rulare la aterisare este direct proporțională cu încărcătura pe metru patrat și invers proporțională cu rezistența la înaintare.

### INFLUENȚA VÂNTULUI.

Atât la decolare, cât și la aterisare, trebuie să se execute evoluțiunea cu vântul în față, căci altfel pericolul unui accident (o răsturnare) este iminent, din cauza dezechilibrului lateral ce îl produce reacțiunea vântului.

## 3. EVOLUȚIUNILE NORMALE ALE HIDROAVIONULUI.

### DECOLAREA.

În general evoluțiunile aeriene ale hidroavionului sunt identice cu ale avionului, cele mixte însă, adică decolarea și amerisarea, diferă mult.

Decolarea unui hidroavion are trei faze:

- plutirea și decolarea,
- alunecarea și
- decolarea propriu zisă.

Le vom studia pe rând.

### Plutirea și dejojarea

În repaus hidroavionul este susținut prin *plutire*. Indată însă ce „propulsorul“ intră în acțiune (adică

motorul pornește), hidroavionul este supus unei *tracțiuni*, deci începe să se deplaseze, căpătând din ce în ce o viteză mai mare.

Datorită însă formei speciale pe care o are „coca“ sau „plutitoarele“ unui hidroavion (fig. 72), se vor naște pe partea lor anterioară o reacțiune a apei, care

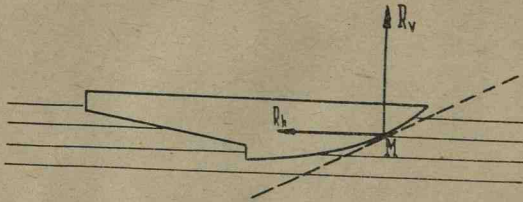


Fig. 72.

poate să fie descompusă într'o *sustentație hidrodinamică*  $R_v$  și o *frânare hidrodinamică*  $R_h$ . În consecință, forțele aplicate hidroavionului în această fază vor fi:

- *Tracțiunea* motopropulsorului, care este foarte mare;
- *Inerția*, care se micșorează pe măsură ce viteza crește;
- *Frânarea hidrodinamică*, destul de mare;
- *Frânarea aerodinamică*, aproape neglijabilă;
- *Greutatea* hidroavionului;
- *Sustentația hidrodinamică*, din ce în ce mai mare;
- *Sustentația aerodinamică*, sau portanța, destul de mică.

Din studiul echilibrului acestor forțe, trebuie să ajungem la posibilitatea de a realiza o distanță parcursă de hidroavion, până dezojează, adică până ce ese din apă cu plutitoarele, cât mai scurtă. Pentru aceasta trebuie ca forma plutitorului să fie astfel, încât sustentația hidrodinamică să fie cât mai mare, iar frâ-



narea aerodinamică să fie cât mai mică. Această condiție nu se poate însă obține decât prin meticuloase încercări, făcute la basinul cu apă, cu diferite forme de plutitoare.

*Distanța de dejojare* poate fi astfel determinată, în funcție de caracteristicile hidroavionului și se poate spune cu destulă precizie că, ea este cu atât mai mică, cu cât greutatea hidroavionului este mai mică, cu cât tracțiunea (puterea motorului) este mai mare și cu cât forma plutitoarelor este mai bine studiată (ameliorată).

Unghiul de atac ce trebuie dat hidroavionului în această fază, adică înclinarea lui, deși are o slabă influență, nu depinde prea mult de pilot, ci de însuși forma plutitorului. În general, la început hidroavionul se înclină puțin înainte (pichează), din cauza tracțiunii care acționează mult deasupra apei, apoi — pe măsură ce inerția lui descrește — începe să cabreze ușor, până ce prin alunecare își capătă viteza minimă de sustentare hidrodinamică. De aci înainte începe faza „alunecării“.

### A l u n e c a r e a

Când „coca“ sau „plutitoarele“ hidroavionului au fost complet scoase din apă, sustentarea hidroavionului se face numai *hidrodinamic* și într'o oarecare măsură aerodinamic. Frânarea hidrodinamică fiind minimă, hidroavionul capătă viteze din ce în ce mai mari; iar pentru a înlesni și mai mult alunecarea, unghiul de atac trebuie să corespundă rezistenței minime la înaintare.

Când viteza hidroavionului a atins sau chiar a depășit viteza minimă de sustentare aerodinamică, atunci se poate „decola“, trăgând ușor de manșă, adică sporind portanța, prin sporirea unghiului de atac.

Distanța de alunecare este cu atât mai mică, cu cât forma plutitoarelor este mai ameliorată și viteza minimă de sustentație este mai mică.

#### *Observațiune.*

Dacă printr'un mijloc oarecare mișcăm un plan înclinat în apă, (analog unui plan înclinat în aer), atunci obținem o sustentație hidrodinamică. Astfel de experiențe se fac sub formă de „sport“, de către amatori la mare, legându-se niște planșe de bărci cu motor, cari se mențin înclinate printr'un fel de hățuri.

Pe acest principiu sunt realizate și *hidroglisoarele*, adică un fel de bărci, cari se mișcă foarte repede, pentru motivul că nu mai plutesc, ci se susțin hidrodinamic.

#### **Decolarea propriu zisă**

Această fază este absolut identică cu decolarea unui avion.

#### AMERISAREA.

În cazul amerisărei hidroavioanelor, distingem patru faze:

- scoborîrea pentru amerisare;
- redresarea și luarea contactului;
- alunecarea;
- jojarea și plutirea.

Primele două faze sunt identice cu acelea ale avionului, excepție făcând luarea contactului, care se face așezând *redanul* plutitoarelor pe apă, fără șoc.

Odată contactul luat, începe „alunecarea“ și „jojarea“, cari sunt identice cu cele văzute la decolarea unui hidroavion, cu singura diferență că, aci trebuie să avem o *frânare* cât mai mare, aerodinamică la început, apoi hidrodinamică, pentru ca distanța parcursă de hidroavion să fie cât mai mică. Această distanță este cu atât mai mică, cu cât greutatea hidroavionului este mai mică, cu cât viteza minimă de sustentație este mai mică și cu cât avem posibi-

litatea unei frânări aerodinamice și hidrodinamice mai mari.

#### *Observațiuni.*

1. Atât decolarea cât și amerisarea trebuie să se facă cu vântul în față, pentru aceleași motive pe care le-am văzut la avion.

2. Amerisarea pe apă liniștită și astfel luminată de soare, încât îi dă un aspect prea lucitor (de oglindă), devine foarte grea și trebuie evitată.

3. Atât decolarea cât și amerisarea pe valuri devine deasemenea delicată și pericolul nu se poate înlătura decât prin antrenament special și prin studiul valurilor (stagiu de marinar).

### 4. EVOLUȚIUNI EXCEPȚIONALE.

#### GENERALITAȚI.

Prin „evoluțiuni excepționale“ se înțeleg acele evoluțiuni aeriene, executate de avion în condițiunea unui echilibru instabil. Aceste evoluțiuni se mai numesc și „*acrobații*“, iar scopul pentru care un pilot trebuie să le facă este dublu:

1. Să previe un accident (o angajare oarecare);
2. Să reacționeze imediat într'o luptă aeriană, în cazul avioanelor militare.

În general un accident nu se produce deodată (numai rupturile nete de aripi în aer pot antrena un avion direct la catastrofă), ci trec printr'o fază de tranziție, cari este constituită de însăși evoluțiunile excepționale.

Când echilibrul stabil al unei evoluțiuni normale a fost stricat, dintr'o cauză oarecare, ruptura de echilibru nu se face brusc, ci se manifestă o serie de oscilațiuni ale avionului, în timp ce el singur caută să-și recapete echilibrul. Dacă însă ruptura persistă, adică pilotul nu reacționează, atunci avionul intră în echilibru instabil, adică în executarea unei evoluțiuni excepționale oarecare. Pe timpul acestei evoluțiuni pilotul va căuta să readucă avionul în echilibru stabil, altfel riscă un pericol.

Pe timpul evoluțiilor excepționale, avionul este supus la eforturi foarte mari și foarte variate, prin urmare ele constituiesc și un fel de verificare a rezistenței planorului (celulei). Așa dar, un avion care execută orice acrobație, înseamnă că este foarte rezistent și din această cauză, la diferite „meetinguri“ de aviație casele constructoare prezintă avioane, cari execută toată gama de acrobații spre a dovedi „maniabilitatea“ și „rezistența“ avioanelor lor.

### EVOLUȚIUNI SIMETRICE.

#### P i c a j u l

Când un avion pică vertical, atunci se naște asupra lui un „cuplu“ (fig. 73) care tinde să smulgă aripa prin răsucire. Acest cuplu este cu atât mai mare, cu cât viteza de cădere este mai mare, și cu cât forma profilului este mai proprie (profilul are un coeficient de moment  $C_{mo}$  în cazul portanțelor nule mai mare).

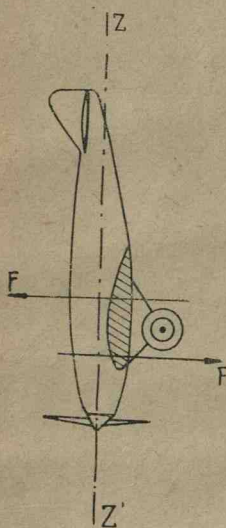


Fig. 73.

Viteza de cădere a unui avion, în timpul picajului, crește până la o limită maximă numită *viteză limită*. Această viteză limită este atinsă, atunci când accelerația de frânare a rezistenței aerului este egală cu gravitația, adică atunci când greutatea avionului este egală cu rezistența la înaintare a avionului (rezistența aerodinamică minimă). Pentru avioanele actuale viteza limită variază în jurul lui 500 km/oră, ea fiind cu atât mai mare, cu cât încărcătura pe metru patrat a avionului este mai mare și cu coeficientul de re-

zistență la înaintare, pentru portanța nulă, este mai mic.

Din cele de mai sus rezultă că, un picaj vertical devine cu totul periculos, dacă se atinge viteza limită. Și totuși, cu toate că avioanele sunt calculate și construite ca să reziste unui picaj cu viteză limită, ele se pot rupe, căci în calcule nu se poate ține seamă, cu toată rigoarea, de influența nefastă a „vibrațiilor”, pe cari tehnica le cunoaște, dar nu le poate complet evita. Singurul sfat de care trebuie să țină seamă un pilot, este să nu prelungească prea mult un picaj vertical. Pentru a se evita totuși picajele nevoite (când un pilot și-ar pierde cunoștința), avioanele trebuiesc astfel reglate încât, pentru a-l menține în picaj vertical, manșa trebuie împinsă puternic înainte; așa dar, cu un astfel de avion, picajul vertical nu se poate executa decât dacă pilotul voește (fiind conștient), în care caz împinge manșa înainte, altfel avionul se redresează singur, urmând o traectorie neregulată, compusă dintr’o succesiune de picaje sau angajări și redresări cu totul largi și nebruscate. În cazul când un pilot și-ar pierde momentan cunoștința, mai ales pe câmpul de luptă, pe timpul unor astfel de succesiuni nebruscate, el poate să-și recapete cunoștința și deci să redreseze avionul, evitând o catastrofă.

### **Redresarea bruscă sau resursa**

Prin „redresare” se înțelege evoluțiunea pe care trebuie s’o facă un pilot, pentru a reveni în sbor orizontal, când s’ar afla cu avionul în picaj vertical.

Pe timpul redresării aripile avionului sunt supuse la un puternic efort de *încovoere*, care tinde să îndoae aripile de jos în sus, și care va fi cu atât mai mare, cu cât traectoria va fi mai curbă (fig. 74). Astfel, nu avion care ar fi redresat după traectoria 1, ar suferi mai puțin decât dacă ar fi redresat după traectoria 2.

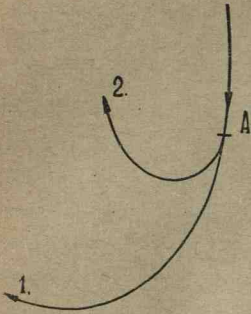


Fig. 74.

atins viteza limită, atunci evoluțiunea este cu totul periculoasă și se mai numește „*resursă*” sau „*fășnire*”; iar efortul de încovoare suferit de aripi este maxim.

Pentru a se evita rupturile aeriene, în cazul unei resurse, avioanele sunt calculate și construite astfel încât să reziste eforturilor maxime, despre care am vorbit mai sus. Totuși, oricâtă grijă s'ar pune, atât în calculul unui avion, cât și în construcția lui, rupturile aeriene nu pot fi evitate cu toată siguranța, căci nici metodele de calcul, nici posibilitățile de construcție nu sunt perfecte. În consecință, se recomandă pilotului să evite orice manevră bruscă. Prudență și calm, acestea sunt concluziunile analizei detaliată a unor astfel de evoluțiuni.

Dar pe lângă eforturile de încovoare, ce se nasc asupra aripilor pe timpul resursei, se mai naște și un considerabil efort asupra fuzelajului, căci prin înclinarea profundului, pentru a amorsa redresarea avionului, ia naștere — pe profundor — o puternică reacțiune, capabilă să execute redresarea. În consecință, fuzelajul trebuie calculat și construit astfel, încât să reziste reacțiunii brutale ce se naște pe timpul unei resurse.

S'ar putea întâmpla însă ca, un avion angajat în picaj vertical, fără voia pilotului, să fie redresat brusc, adică pilotul să tragă brusc și complet manșa, din cauza emoției momentului. În acest caz redresarea capătă un caracter destul de periculos. Dacă însă această bruscă redresare se execută după un picaj prelungit, când avionul a

### Urcarea verticală

Rare ori se execută cu un avion o urcare verticală izolată, această evoluțiune făcând parte de obicei din ansamblul altor evoluțiuni excepționale. Avionul care execută totuși o astfel de evoluțiune, nu suferă nici un fel de efort important, ea este însă periculoasă pentru faptul că, viteza de urcare descrește foarte repede și deci avionul se poate foarte ușor angaja într'o pierdere de viteză sau alunecare pe coadă.

### Alunecarea pe coadă

Alunecarea pe coadă este o evoluțiune excepțională, care rezultă adesea dintr'o urcare verticală nereușită. Dacă alunecarea pe coadă ar fi mult prelungită, efectul eforturilor suferite de avion ar fi destul de mari, din fericire însă un avion nu poate să alunece normal pe coadă, decât numai dacă este ținut de pilot, manevră grea și pe care numai piloții antrenați și cu aptitudini alese ar putea încerca să o facă.

Alunecarea pe coadă n'are decât un scop sportiv și rare ori evitarea flacărilor, în caz de incendiu la bordul avionului, dacă motorul este așezat în fața pilotului.

### Sborul pe spate

Sborul pe spate ar putea fi clasat printre evoluțiunile normale, dacă poziția pilotului (aflat cu capul în jos) nu ar complica execuțiunea lui. Această evoluțiune nu dă naștere la eforturi speciale, mai cu seamă dacă aripa este calculată și construită să reziste și la eforturi inversate. Pericolul cel mare este însă pierderea vitezei, deoarece nu toate avioanele au o bună portanță pe spate (polara negativă a profilelor nu este întotdeauna bună).

Manevra executării sborului pe spate este însă destul de incomodă, căci comenzile sunt inversate (reacțiuni inverse), aripile nu au portanța obicinuită, apoi un reglaj special al stabilizatorului trebuie făcut chiar pe timpul sborului, pentru a ușura execuția. Când însă durata sborului pe spate este scurtă, și mai ales când face parte din ansamblul altor evoluțiuni, atunci manevra se simplifică mult.

### Looping

Prin looping se înțelege o evoluțiune excepțională, compusă din o succesiune de alte evoluțiuni excepționale. El va prezenta deci, în acelaș timp, și pericolul

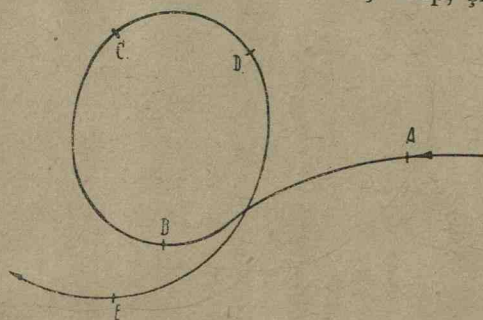


Fig. 75.

unor oboseli excepționale, pe care avionul le suferă și pericolul unui dezechilibru accentuat, așa încât, în ansamblul lui, loopingul este prin excelență o evoluțiune demonstrativă, dovedind simultan calitățile planorului și ale pilotului.

Loopingul poate să fie *normal*, când se execută ca în figura 75, unde vedem că: din A până în B avem un ușor picaj, din B până în C o urcare verticală, din C până în D un sbor pe spate, din D până în E un picaj vertical, apoi în E o redresare.



În consecință, evoluțiunea loopingului normal va prezenta succesiv pericolele văzute la fiecare evoluțiune simplă, luată izolat. Raza „buclei“ loopingului nu poate să fie prea mare, căci pericolele evoluțiunilor componente (pierdere de viteză sau eforturi mari) ar fi mult sporite, dar nu poate să fie nici prea mică, căci avionul nu s'ar mai putea înscrie bine, angajându-se deodată în cine știe ce dezechilibru accentuat. Raza corectă a buclei se poate calcula, dar rezultatul nu poate servi pilotului decât ca simple indicațiuni informative, buna execuție a loopingului însă depinde numai de gradul de antrenament al pilotului.

Loopingul poate să fie și *invers*, atunci când pilotul îl execută împingând de manșă, nu trăgând ca în primul caz. El este compus, ca în primul caz, din succesiunea următoarelor evoluțiuni: un picaj, un sbor pe spate, o urcare verticală și o revenire la orizontală. Pericolul cel mai mare, când se execută un astfel de looping, este atunci când avionul, urcând la verticală, tinde să revie la orizontală, căci în această fază viteza avionului este foarte mult redusă.

Loopingul invers nu se poate însă executa decât numai de avioane special reglate, căci — după cum am văzut la picajul vertical — trebuie împinsă manșa complet; or în loopingul invers trebuie ca bracașul profundorului să fie și mai mare, ceea ce nu se poate obține decât cu profundoare speciale. Se execută adesea un fel de looping invers cu avioane normale, însă plecând din sbor pe spate și în acest caz se execută de fapt un looping normal răsturnat.

#### *Observațiune.*

Loopingul este una dintre cele mai elegante acrobații, care poate fi comparată cu un adevărat tur de dans. Și, în general, cu cât un looping este mai bruscat, cu atât calitățile de rezistență ale planorului sunt mai bune; cu cât un looping este însă

mai dulce, mai continu, mai legat, mai rotund, cu atât calitățile de maniabilitate ale planorului sunt mai bune. Dar un looping bine executat, probează, mai mult ca oricare altă acrobație, adevăratele calități de finețe ale pilotului. Așa precum un dansator îl cunoaște dela primul tur de dans, tot așa și un pilot se poate cunoaște dela primul looping. Loopingul este prin excelență examenul de finețe al unui pilot.

### EVOLUȚIUNI DISIMETRICE.

#### **Alunecarea pe aripă**

Evoluțiunea alunecării pe aripă se execută adesea fără voia pilotului, din cauza unei pierderi de viteză sau într'un viraj necorect (fie derapaj, fie alunecare în interior). Pe timpul unei astfel de evoluțiuni aripile sunt supuse la eforturi disimetrice, destul de periculoase, deci nu trebuie să se exagereze sub nici o formă. Deasemenea un puternic efort lateral se exercită asupra direcției, și deci asupra fuselajului.

În general însă, un avion nu poate aluneca pe aripă fără voia pilotului, decât un timp destul de scurt, căci reacțiunea laterală asupra ampenajelor transformă alunecarea într'un picaj, dacă avionul era înclinat în jos, sau într'un început de vrie, dacă avionul era cabrat.

O alunecare voită pe aripă se face în cazul aterisajelor forțate, pe terenuri mici, pentru a reduce șocul de luarea contactului, dar evoluțiunea nu se poate executa decât de piloții cari au avionul bine în mână. În caz de incendiu la bord, un astfel de aterisaj este totdeauna salutar.

Deasemenea, sborurile laterale sau în zig-zag sunt un fel de alunecări pe aripă, însă cu efecte mai puțin accentuate.

#### **Redresarea sau răsturnarea din alunecare pe aripă**

Când un avion se angajează într'o alunecare, coborîndă pe aripă, el se poate redresa, revenind la orizon-

tală, sau transformând alunecarea în picaj, (în general prin înclinarea cârmei de direcție în sensul de alunecare, sau — cum se mai spune în termeni de pilotaj — dând picior, adică împingând palonierul în partea în care alunecă) apoi redresându-l, sau chiar redresând direct avionul prin inversarea comenței aripioarelor, adică înclinarea manșei în sens contra alunecărei. Primul mod de a redresa avionul este mai simplu, mai ușor, dar necesită o pierdere de altitudine mai mare (deci nu se face în vecinătatea terenului). Al doilea mod de redresare este mai greu, necesită mai multă atenție pentru pilot.

Dar din alunecare, avionul mai poate fi răsturnat pe spate, dacă manșa este înclinată în sensul alunecărei, însă o astfel de evoluțiune este în general evitată, din cauza complicației ce ar putea interveni și evitarea ei se face ușor prin exagerarea răsturnărei, până ce avionul revine în sbor normal, în care caz se execută o „dublă răsturnare“, așa cum vom vedea mai jos.

### Dubla răsturnare

Dubla răsturnare este evoluția, prin care se poate evidenția maniabilitatea laterală a unui avion. Ea este compusă dintr'o succesiune de evoluțiuni simple: o alunecare pe aripă, o răsturnare pe spate, apoi o mică urcare laterală și o altă răsturnare de pe spate, pentru a reveni la normal.

Eforturile suferite de avion pe timpul unei duble răsturnări sunt foarte periculoase, mai cu seamă prin caracterul lor pronunțat de disimetrie, când o semi-aripe suferă încovoeri puternice într'un sens, iar alta în alt sens.

Evoluția „dublei răsturnări“ constituie — ca și loopingul — o acrobație demonstrativă, evidențiind

atât calitățile de rezistență și maniabilitate ale planorului, cât și ale pilotului. Eleganța execuției unei astfel de acrobații, dovedește finețea planorului și a pilotului.

#### EVOLUȚIUNI EXCEPȚIONALE MIXTE.

Din combinațiunea evoluțiilor simetrice cu acele disimetrice, rezultă o numeroasă gamă de evoluțiuni mixte destul de interesante prin caracterul lor demonstrativ, iar pentru avioanele militare, prin posibilitatea ce o dă aviatorilor să lupte cu adversarul. Acrobațiile înlesnesc aviatorului cea mai favorabilă poziție pentru a-și lovi adversarul, de aceea ele trebuie practicate de către aviatorii militari, totuși pericolul lor fiind foarte mare, „prudența“ trebuie să fie pururea în mintea pilotului acrobat.

Cele mai interesante evoluțiuni mixte sunt:

*Virajul la verticală*, care rezultă dintr'o semi-răsturnare și o redresare în planul orizontal.

*Ranversarea*, constituită dintr'o urcare verticală (un fel de asvârlire) și un viraj.

*Imelmanul*, constituit dintr'un început de looping și o răsturnare.

*Spirala orizontală*, evoluție foarte delicată, constituită dintr'o succesiune de ranversări și răsturnări.

Și, în sfârșit, multe alte combinațiuni.

#### 5. EVOLUȚIUNI NEPERMISE.

##### GENERALITAȚI.

Studiul „evoluțiilor nepermise“ contrastează cu „prudența“, pe care o recomandăm mai sus. Dece să le studiem, când nu trebuie executate? Totuși, tocmai pentru a evidenția marele pericol, pe care îl prezintă asemenea evoluțiuni, trebuie să le studiem.

Cele două categorii de evoluțiuni, studiate până aci, marceau două stări de echilibru dinamic ale avionului: *echilibrul stabil* și *echilibrul instabil*. Dar mai există și o a treia stare de echilibru, *echilibrul indiferent*, și pe acesta aviatorul trebuie să-l evite cu orice preț și îl poate evita, când îl cunoaște. Un avion poate căpăta această stare de echilibru indiferent numai pe timpul *vriei*, evoluțiune care are mai multe forme: *vria în picaaj*, *vria plată*, *vria laterală*, etc...

#### VRIA.

Oricare ar fi felul vriei care se execută, pe timpul unei astfel de evoluțiuni, centrul de greutate al avionului descrie, în cădere, o spirală foarte strânsă, avionul învârtindu-se destul de repede odată cu căderea. Or, tocmai această rapidă învârtire dă avionului starea de echilibru indiferent, luând întru totul caracterul unui giroscop \*).

Analizându-se însă în detaliu, atât cât posibilitățile actuale ale științei ne permite, s'a constatat că, cea mai periculoasă intrare în vrie este prin cabrarea avionului, până ce unghiul de atac crește peste valoarea care corespunde portanței maxime, iar acest unghi se numește „*unghiul de atac critic*“. O astfel de intrare în vrie este favorizată de așa zisul fenomen al „*autortoajiei*“, pe când celelalte feluri de intrare în vrie sunt mai greoaie, iar pilotul le poate imediat evita.

În adevăr, să presupunem că un avion zboară orizontal și că, dintr'o cauză oarecare, cabrează avionul

---

\*) Prin *giroscop* se înțelege un mecanism care seamănă cu o „*sfârlează*“ sau cu un „*titirez*“ și care prin rotația proprie ce o are, nu-și modifică poziția cu nici un chip, ori cum am voi să reacționăm.

așa fel, în cât unghiul de atac crește până ce depășește valoarea *unghiului critic* (unghiul de atac corespunzător portanței maxime). În acest caz portanța scade cu atât mai mult, cu cât unghiul de atac crește mai mult față de unghiul critic (cu cât avionul cabrează mai mult). Iar dacă se întâmplă ca nici viteza să nu fie prea mare, atunci avionul intră singur în „pierdere de viteză”. Pierderea de viteză se manifestă printr’o slăbire accentuată a comenzilor, reacțiunile aerodinamice fiind aproape neglijabile și aproape întotdeauna avionul se înclină lateral (căci stabilitatea laterală este mai mică). Inclinandu-se lateral, semi-aripa care se mișcă în sensul rotației, lovește aerul cu intradosul, cealaltă semi-arpă lovindu-l cu extradusul. Compunând viteza de rotație cu viteza de deplasare a avionului, constatăm că, pe semi-aripa în spre care se rotește avionul (care atacă aerul cu intradosul) unghiul de atac crește, pe când în cealaltă parte unghiul de atac descrește (fig. 76).

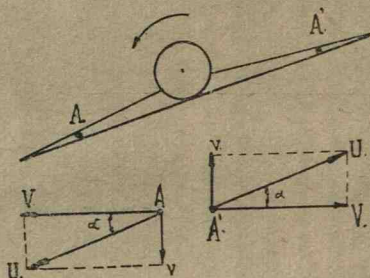


Fig. 76.

Astfel, dacă într'un punct A pe prima semi-arpă avem viteza de deplasare  $V$  a avionului și  $v$  viteza de rotație verticală de sus în jos, pe un punct A' simetric, vom avea tot viteza verticală  $v$ , însă cu sensul de jos în sus. Presupunând apoi că unghiul de atac

al avionului cabrat ar fi  $i$  (mai mare decât unghiul critic  $i_c$ ), atunci din compunerea vitezelor rezultă că în  $A$  unghiul de atac devine  $(i + a)$  și în  $A'$  devine  $(i - a)$ . Or, după felul cum variază portanța (după aliura polarei) înseamnă că în  $A$  portanța scade, iar în  $A'$  portanța crește, prin urmare rotația avionului, în loc să fie frânată, din contră, este accentuată. Acest fenomen se numește *autorotație* și lui  $i$  se datorește intrarea avioanelor în vrie (una din intrările cele mai periculoase). Cum odată cu sporirea unghiului de atac în  $A$  crește și rezistența la înaintare a semi-aripei respective, iar în  $A'$  rezistența la înaintare scade, înseamnă că, pe lângă rotația în jurul axului longitudinal (laterală), se mai naște și o rotație în direcție (în jurul unui ax vertical ce ar trece prin centrul de greutate al avionului) și în acest caz autorotația se transformă în vrie.

Pentru a evita o astfel de vrie (care este cea mai periculoasă), trebuie înlăturat fenomenul autorotației, adică trebuie:

1. Să adoptăm profile cu unghiuri critice cât mai mari.

2. Să adoptăm profile astfel încât, rezultanta rezistenței aerului să se deplaseze în spre înapoiu, când unghiul de atac crește peste unghiul critic (coeficientul  $C_m$  să crească când unghiul de atac a depășit valoarea unghiului critic), așa încât, în cazul pierderilor de viteză prin cabrarea avionului, avionul să picheze singur (cabrarea peste valoarea unghiului critic să nu fie posibilă, fără voia pilotului).

3. Să se sboare la regimuri mult inferioare portanței maxime (cu viteze mai mari și încărcături mai reduse).

4. Dacă pilotul simte pericolul pierderii de viteză, să accelereze motorul și să picheze puțin avionul, iar

dacă autorotația a început, să se încline manșa lateral în sensul de rotație, adică învers de cum s'ar proceda în cazul normal de sbor, cu un unghi de atac mai mic decât unghiul critic.

5. Dacă totuși avionul s'a angajat în vrie, atunci cetrajul \*) lui este astfel făcut (trebuie să fie) încât, punându-se comenzile la mijloc, avionul trebuie să iasă singur după un tur două de vrie; în general însă, cum punerea comenzilor la mijloc este destul de grea, pilotul neavând un reper precis, se recomandă înclinarea laterală în sens învers rotației avionului (să nu se confunde cu cazul dela autorotație) și împingerea înainte.

Nevoia executării unor vrii voite (vrie comandată) rezultă, după cele arătate mai sus, din faptul antrenării piloților și găsirii celei mai bune manevre pentru eșirea avionului din vrie.

Eforturile suferite de avion pe timpul vriei fiind foarte mari, nu trebuie să se abuzeze niciodată, 3—4 ture de vrie sunt suficiente pentru nevoile de școală.

#### OBSERVAȚIUNI GENERALE ASUPRA ACROBAȚIILOR.

1. Eforturile ce se nasc asupra planorului, pe timpul acrobațiilor, pot fi calculate cu oarecare aproximație. Ele însă pot fi și măsurate experimental, cu ajutorul unor instrumente înregistratoare, denumite *accelorometre* sau *accelerografe*.

2. Tot pe timpul acrobațiilor trebuiesc cunoscute și eforturile aplicate asupra comenzilor, pentru a le demultiplica, astfel încât pilotul să le poată manevra fără oboseli prea mari și fără întârzieri în transmiterea mișcărilor (dacă demultiplicația ar fi prea mare).

Pentru aceasta trebuie mai întâi să se cunoască reacțiunile aerodinamice asupra cârmei de profunzime, asupra cârmei de direcție și asupra aripioarelor. Aceste reacțiuni pot fi calculate

\*) Mai jos se va arăta în ce constă cetrajul.



și teoretic, dar sunt măsurate și experimental, tot cu ajutorul unor instrumente similare celor dela punctul 1.

3. Acrobațiile pentru meetinguri au un caracter puțin diferit, față de acrobațiile de prezentare tehnică a unui avion, căci la meetinguri prezentarea se face în fața unui public numeros și mai puțin cunoscător, în care caz *efectul de perspectivă*, adică poziția față de public, unde trebuie prezentat avionul pentru a impresiona mai mult și modul cum trebuie prezentat, are mare importanță. Această ține mai mult de tehnica punerii în scenă, decât de tehnica acrobatică. Această tehnică de punere în scenă este și mai necesară, în cazul acrobațiilor făcute în formație, de mai multe avioane.

În cazul prezentării tehnice însă a unui avion, în fața numai a câtorva specialiști, atunci gama acrobațiilor de prezentare trebuie să demonstreze calitățile avionului și atâta tot.

4. Școala acrobație trebuie făcută de către piloții cei mai buni, pe avioane cu dublă comandă, sub supravegherea strictă a instructorului acrobatic. În general, o astfel de școală trebuie să se termine prin provocări inopinate de dezechilibru al avionului, de către instructor, lăsând apoi pe elev să-l redreseze. Numai în felul acesta, prin angajări ale avionului, necunoscute de pilotul elev, își poate da seamă de prompta și corecta manevră ce o face elevul, pentru a restabili echilibrul avionului; aceasta constituie adevăratul examen acrobatic al viitorului pilot-acrobat.

### SBORUL FĂRĂ MOTOR.

Tot în categoria evoluțiilor unui planor intră și „sborul fără motor“, studiat deja în cazul particular al *planărei*. Ceeace ne interesează însă este posibilitatea executării unui sbor orizontal sau chiar în urcare, fără motor. Un astfel de sbor poate să fie executat numai într'o atmosferă în care se găsesc curenți ascendenți (înclinați în sus).

Să presupunem deci că, într'o atmosferă calmă, un planor ar sbura orizontal cu viteza de 10 m/sec. (36 km./oră), cu un unghi de atac de  $10^{\circ}$ . Dacă în acea atmosferă ar exista însă un curent contrar, înclinat în sus de  $10^{\circ}$  și ar avea o viteză de 10 m/sec., atunci planorul ar sta pe loc. Presupunând însă că pilotul ar pica puțin cu planorul, pe o pantă de  $2^{\circ}$ , atunci ar căpăta o viteză de înaintare, având astfel posibilitatea să se deplaseze. Accentuând panta, viteza ar spori.

În sfârșit, dacă direcția curentului de aer ar fi înclinat în sus

de  $12^{\circ}$  în loc de  $10^{\circ}$ , atunci portanța planorului ar crește și deci planorul s'ar deplasa în sus. Iar dacă direcția curentului ar fi și mai înclinată, atunci viteza de urcare a planorului ar fi și mai înclinată, atunci viteza de urcare a planorului ar fi și mai mare.

În consecință, sborul fără motor nu se poate realiza decât printr'o metodică combinație între un „sbor de planare“ și un „sbor în urcare“, traectoria planorului având forma unor dinți de fierăstrău.

## 6. MANIABILITATEA ȘI STABILITATEA AVIOANELOR.

### GENERALITAȚI.

După cum am văzut la studiul evoluțiunilor, mișcarea unui avion, prin analogie cu mișcarea unui corp oarecare, poate să fie descompusă în două:

1. *Mișcarea centrului de greutate.*
2. *Mișcarea în jurul centrului de greutate.*

Prima mișcare a fost studiată cu ocazia studiului „evoluțiunilor unui avion“, a doua însă constituie tocmai studiul ce urmează, adică al „maniabilității și stabilității unui avion“.

În studiul evoluțiunilor am admis ipoteza că: *pentru un regim dat de sbor, avionul trebuie să-și păstreze poziția constantă*, adică să nu se încline în nici o parte, ipoteză posibilă, fie prin proprietățile planorului, fie prin grija pilotului. De altfel, grație acestei ipoteze, am putut considera că toate forțele aplicate unui avion sunt convergente în centrul de greutate, anulând astfel toate cuplurile de rotație.

În realitate însă, cum nici regimul de sbor nu este mereu constant, nici traectoria perfect constantă și nici atmosfera în repaus ideal, înseamnă că avionul va avea totuși tendințe de înclinări, de rotație în jurul centrului de greutate. Mai mult încă, însuși pilotul

va fi nevoit adesea să provoace aceste tendințe de rotație ale avionului, fie pentru a executa un viraj, fie pentru a executa o urcare sau o coborîre, fie pentru a executa orice altă evoluție.

Prin urmare, un avion va trebui să fie ușor pilotat, răspunzând comenzilor pilotului, și această proprietate se numește *maniabilitate*. Deasemenea, dacă o cauză independentă de voința pilotului provoacă o înclinare a avionului, el trebuie să revie imediat, fără intervenția pilotului sau cel mult cu minimum de efort fizic și această proprietate se numește *stabilitate*.

### MANIABILITATEA.

Am văzut că prin *maniabilitate* se înțelege proprietatea ce o are un avion de a se manevra ușor în aer.

După felul cum am împărțit mișcările de rotație ale unui avion, vom clasifica și studiul maniabilității.

#### Maniabilitatea longitudinală

Un avion are o bună maniabilitate longitudinală, când i se pot da mișcări de rotație în planul vertical de simetrie, cât mai repede și cât mai ușor.

Organul prin care i se dă, unui avion, astfel de mișcări este *cârma de profunzime*, comandată prin intermediul „manșei“.

Pentru ca mișcarea să se execute cât mai repede și „pârghie“ mare. Din aceste motive, *cârma de profunzime* să fie cât mai mare și dispunerea ei să fie cât mai depărtată de centrul de greutate al avionului. O suprafață mare a *cârmei de profunzime* înseamnă o „reacțiune aerodinamică“ puternică, iar o depărtare mare de centrul de greutate, înseamnă un „braț de pârghie“ mare. Din aceste motive *cârma de profun-*

zime este așezată la coada fuselajului. Dar nici prea mare suprafață și nici prea mare braț de pârghie nu se poate da, căci dăm peste alte inconveniente, de unde rezultă nevoia stabilirii unui compromis.

### Maniabilitatea în direcție și laterală

Un avion are o bună maniabilitate în direcție, când poate fi ușor rotit la dreapta sau la stânga și o bună maniabilitate laterală, când poate fi lesne înclinat într'o parte sau în alta.

Organul prin care se asigura maniabilitatea în direcție a unui avion este *cârma de direcție*, care trebuie să răspundă la aceleași condițiuni ca și cârma de profunzime și pentru realizarea căreia, se stabilește deasemenea un compromis.

Organul care asigură maniabilitatea laterală este *ansamblul aripioarelor*, cari este constituit din două sau patru aripioare, după numărul de semi-ariپی ale avionului (sunt și unele biplane numai cu două aripioare), două câte două conjugate.

Comanda direcției se face prin intermediul „palo-nierului“, iar comanda aripioarelor se face tot prin intermediul „manșei“, cu care se comandă și cârma de profunzime.

În general, orice înclinare în direcție sau laterală a unui avion este simultan complectată și de o înclinare nare laterală sau în direcție, cum este spre exemplu cazul virajului sau spiralei.

### STABILITATEA.

În comparație cu maniabilitatea, am putea spune că stabilitatea este inversul ei, căci orice înclinare a avionului, voită sau nevoită, trebuie să fie repede anulată de către o bună stabilitate.

Stabilitatea poate să fie asigurată în trei feluri:

1. Cu ajutorul organelor descrise la maniabilitate, în care caz se zice *stabilitate comandată*.

2. Prin forma specială ce trebuie dată planorului, pentru ași asigura o cât mai mare stabilitate, în care caz se numește *stabilitate de formă*.

3. Prin mijloace mecanice automate, utilizându-se, spre exemplu poziția invariabilă a unui „giroscop” mecanic, în care caz se numește *stabilitate automată*.

Stabilitatea comandată se poate realiza odată cu asigurarea unei bune maniabilități, căci un avion înclinat într’o parte, dacă este foarte maniabil, înseamnă că este ușor manevrat spre a fi readus în poziția de echilibru.

Stabilitatea automată, prin mijloace mecanice, nu este ceva decât o stabilitate comandată de o mașină (giroscop) în locul pilotului.

Rămâne dar de examinat, cu mai multă atenție, numai stabilitatea de formă sau *studiul formei planoarelor, pentru a le asigura o cât mai bună stabilitate*.

### Stabilitatea longitudinală

După cum am văzut în prima parte a acestei lucrări, punctul de aplicație al rezistenței aerului asupra unui profil de aripă, sau chiar asupra unei aripi, variază foarte neregulat, așa încât o bună stabilitate nu s’ar putea asigura unui avion, decât cu ajutorul unor organe speciale denumite *ampenaje*. Rolul acestor ampenaje este acelaș ca rolul cozei cu pene a unei săgeți, care trebuie să se miște totdeauna cu vârful înainte. În cazul asigurării stabilității longitudinale, organul respectiv din ampenaj este *profundorul* sau planul orizontal (care cuprinde și cârma de profunzime).

În cazul unui avion, profundorul trebuie să-i asi-

gure mersul înainte, ca la o săgeată, însă numai orizontal sau în urcare ori coborîre pe pantă mică; dar în cazul unui picaj, profundorul trebuie să se opue unui mers cu botul înainte (înlésnind picajul), favorizând redresarea avionului. Din aceste motive modul de așezare al profundorului trebuie studiat cu multă atenție.

Pentru cazul sborului orizontal, sau pe o pantă mică, poziția profundorului poate să fie cu o înclinare pozitivă (bracaj pozitiv), când centrul de greutate al avionului este înapoia rezistenței aerului (fig. 77), în

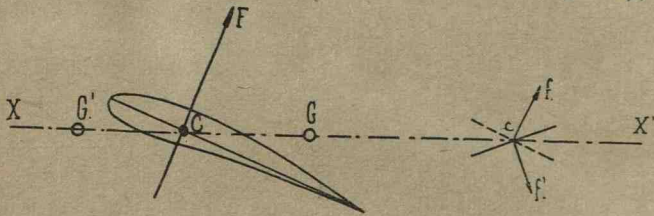


Fig. 77.

care caz forțele  $F$  și  $f$  își pot face echilibru prin influența a două brațe lor de pârghie  $\overline{CG}$  și  $\overline{cG}$ . În cazul când centrul de greutate al avionului este înainte (în  $G$ ), atunci poziția profundorului trebuie să aibă o înclinare negativă (bracaj negativ), pentru ca să poată exista echilibru. În primul caz se zice „centraj înapoi“, în al doilea „centraj înainte“.

Pentru cazul picajului însă, cum profundorul trebuie să se opue, tinzând să redreseze avionul, va trebui să aibă o înclinare negativă (bracaj negativ), pentru ca reacțiunea aerodinamică a lui să readucă avionul la orizontală.

În consecință, cea mai bună poziție a profundorului este cu bracaj negativ (de unde rezultă un centraj înainte).

Dimensiunile, forma și dispunerea profundorului, față de centrul de greutate, depind de caracteristicile avionului și sunt în general calculate teoretic, apoi ameliorate prin încercări la tunelul aerodinamic și pe urmă stabilitate definitiv prin încercări în zbor.

#### *Observațiuni.*

1. Dispunerea profundorului cu barcaj negativ dă planorului, văzut lateral, un aspect în „V“, (coarda aripei fiind înclinată pozitiv și a profundorului negativ), aspect care îi asigură o stabilitate longitudinală și mai bună, după cum vom vedea mai jos.

2. S'au realizat și câteva avioane cu profundorul înaintea aripei, sistemul este însă în echilibru instabil, așa încât nu a dat bune rezultate.

3. Deasemenea s'au realizat avioane fără profundor, denumite „avioane fără coadă“, în care caz stabilitatea longitudinală este asigurată prin deplasarea rezistenței aerului înainte sau înapoi, față de centrul de greutate, fie deplasând aripa cu totul, fie modificându-i profilul, prin intermediul unor aripioare de curbură specială. Sistemul este însă delicat, cuplul stabilizator având variațiuni aproape discontinue, destul de pronunțate, de aceea rezultatele nu sunt prea fericite.

### **Stabilitatea în direcție**

În cazul stabilității în direcție principiul „săgeții“ se aplică complet, de aceea dispunerea unui plan vertical sau *planului de direcție* la coada fuselajului, este foarte judicioasă. Dimensiunile, forma și dispunerea direcției, față de centrul de greutate, depind deasemenea de caracteristicile avionului și sunt stabilite teoretic, la tunelul aerodinamic și prin încercări în aer.

#### *Observațiuni.*

1. Stabilitatea de formă în direcție se mai poate obține într-o mică măsură și prin realizarea unui „V“ cu vârful înainte al aripilor.

2. Stabilitatea comandată în direcție se poate asigura (ca și maniabilitate de altfel) și cu ajutorul aripioarelor, manevră delicată, dar totuși salutară în cazul avariei direcției.

3. În cazul multimotoarelor, având motoarele dispuse lateral, deoparte și de alta, se mai poate asigura maniabilitatea și stabilitatea în direcție prin manevra motoarelor dintr'o parte sau în alta, deplasând astfel tracțiunea.

4. Dispunerea ampenajelor mai trebuie judecată și din punctul de vedere al deflecțiunii curentului de aer și turbulenței produsă de aripi, în care caz rolul experiențelor la tunel este foarte prețios.

### Stabilitate laterală

Singura soluție, a asigurării unei bune stabilități laterale este să se dea aripilor o înclinare în formă de „V” cu vârful în jos (fig. 78). În adevăr, dacă un

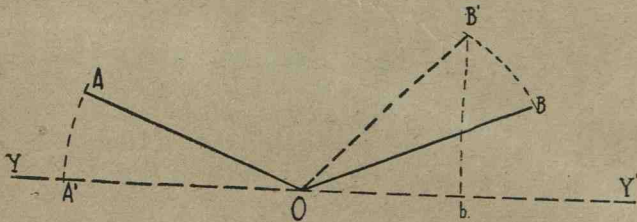


Fig. 78.

avion s'ar înclina lateral, extremitatea  $A$  a aripei venind în  $A'$  iar  $B$  în  $B'$ , atunci portanța pe cele două semi-aripi va fi direct proporțională cu lungimile respective  $OA'$  și  $Ob$ , or, cum  $Ob$  este mai mic decât  $OA'$ , înseamnă că pe semi-aripa  $OA$  vom avea un exces de portanță și deci echilibrul se va restabili dela sine.

Dar unghiul diedru pe care îl face aripile (adică unghiul  $AOB$ ), nu trebuie să fie prea mic, căci s'ar spori prea mult stabilitatea în dauna maniabilității, în general el variind în jurul cifrei de  $175^\circ$ .

### OBSERVAȚIUNI GENERALE.

1. Stabilitatea de formă a unui avion se poate studia în bune condițiuni la tunelul aerodinamic, montându-se macheta prin



intermediul unei „giruete“ și măsurându-se, pentru diverse înclinări, cuplul respectiv. Dacă rezultatele nu sunt bune, atunci se modifică convenabil: dimensiunile, forma și dispunerea ampenajelor sau unghiul diedru al aripilor.

Dar aceasta este numai o *stabilitate statică*, căci avionul stă pe loc, pe când în realitate avionul merge, ceace îi schimbă considerabil condițiunile de inerție. Așa dar, în realitate ar trebui să se studieze o *stabilitate dinamică*, pe care nu o putem cuprinde aci, deoarece necesită cunoștinți matematice cu totul speciale. Se demonstrează totuși că, dacă condițiunile de stabilitate statică sunt satisfăcute, atunci în cea mai mare parte sunt satisfăcute și condițiunile de stabilitate dinamică.

2. Atât în cazul maniabilității cât și în cazul stabilității, manevra de modificare a poziției unui avion (a înclinării) nu înseamnă o schimbare precisă dintr'o poziție în alta, ci mai mult o tendință de schimbare ce se face printr'o lovitură, ce se dă avionului cu ajutorul comenzilor. Astfel, dacă presupunem că avionul s'ar reduce schematic numai la săgeata  $AB$  (fig. 79) și dacă dintr'o cauză oare s'ar înclina, luând poziția  $A_1 B_1$  atunci prin manevra lui de reducere, nu înseamnă că îl vom din  $B_1$  în  $B$ , precum am muta un obiect oarecare pe masă, ci dăm, prin intermediul ampenajului, o lovitură avionului astfel precum am lovi punctul  $B_1$  spre a-l trimite în  $B$ . Dar dacă lovitură nu-i destul de

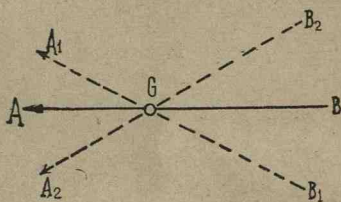


Fig. 79.

puternică, punctul  $B_1$  nu va ajunge în  $B$  și va fi nevoie de o altă lovitură; dacă însă lovitură este prea tare, el va trece dincolo de punctul  $B$ , oprindu-se de pildă în punctul  $B_2$  și în acest caz o lovitură inversă va fi necesară. Dar chiar dacă lovitură a fost potrivită, totuși revenirea promptă a punctului  $B_1$  în  $B$ , nu se face decât după o serie de *oscilațiuni* pendulare (în jurul centrului de greutate).

În consecință, problema maniabilității și stabilității nu este atât de simplă.

Totuși, comparându-se avionul cu un sistem oscilant, se demonstrează pe cale teoretică importanța stabilirii formei planorului și repartiției greutăților (masselor), astfel încât oscilația sistemului să fie „aperiodică“, adică imediat amortizată.

3. În sfârșit, nu trebuie să se uite că, o prea bună maniabilitate nu se poate obține decât în detrimentul stabilității și o prea bună maniabilitate, nu se poate obține decât în detrimentul stabilității. De aci rezultă că, în general, avioanele acrobatice nu au o stabilitate prea mare.

4. Sporirea vitezelor avioanelor complică și mai mult problema stabilității, căci asigurând unui avion o bună stabilitate la viteze mari, nu va mai fi stabil la viteze mici, iar asigurându-i o bună stabilitate la viteze mici, va fi foarte greoiu la viteze mari. De aci rezultă, că viteza minimă a unui avion nu va mai fi legată de „viteza minimă de sustentaj“, ci de *viteza minimă de stabilitate*. Și, precum avem astăzi mijloace de „hipersustentaj“, vom avea în viitor mijloace de „*hiperstabilitate*“, cari vor cobori cifra vitezelor minime.

## 7. CENTRAJUL.

### DEFINIȚIUNE

Prin *centrajul* unui avion se înțelege operațiunea, care are de scop anularea tuturor tendințelor (momentelor) de rotație, născută de forțele aplicate unui avion.

Am văzut, în decursul studiului „evoluțiunilor“, cum pentru un avion *centrat și pilotat*, putem considera toate forțele concurente în centrul de greutate și prin urmare problema echilibrului se poate mult simplifica. Dar acum să vedem în ce constă această operațiune de centraj, astfel încât pilotarea avionului să se facă foarte ușor \*).

Cum forțele aplicate unui avion pe timpul zborului sunt: *greutatea, rezistența aerului, tracțiunea și iner-*

---

\*) Este foarte necesar a face un avion cât mai ușor de pilotat, pentru a feri pilotul de oboseli fizice, deoarece are de înfruntat alte oboseli fiziologice (nervoase), cari sunt mult mai mari (emoțiile, lipsa de oxigen, micșorarea presiunii, scăderea temperaturii, etc..).

ția (în cazul unei traectorii rectiline), urmează că operațiunea centrajului va consta în coordonarea și armonizarea acestor forțe, astfel încât echilibrul avionului să fie cât mai stabil, păstrând în același timp și o bună maniabilitate, iar performanțele avionului să fie maxime, mai ales la altitudinea de utilizare\*).

Operațiunea centrajului poate fi împărțită astfel:

1. *Repartizarea greutăților*, adică fixarea poziției centrului de greutate și depărtarea masselor sau apropierea, astfel în cât inerția la rotație a avionului (momentul de inerție) să fie în concordanță cu condițiunile de stabilitate și maniabilitate.

2. *Repartiția suprafețelor*, adică dispunerea aripilor și ampenajelor de așa manieră, încât să satisfacă condițiunile de stabilitate și maniabilitate.

3. *Așezarea grupului motopropulsor*, astfel încât direcția tracțiunii sau a rezultantei tracțiunilor (în cazul multimotoarelor) să treacă, așa fel, față de centrul de greutate al avionului, încât să contribuie la asigurarea stabilității și maniabilității.

#### REPARTIȚIA GREUTĂȚILOR.

Greutățile unui avion sunt impuse prin programul lui de utilizare și prin natura construcției.

Odată devizul stabilit în detaliu, greutatețile sunt astfel repartizate, în studiul unui proiect de avion, încât rezultanta lor să dea un centru de greutate exact în poziția fixată teoretic.

În general însă, întotdeauna poziția centrului de greutate al unui avion trebuie să se găsească exact în planul vertical de simetrie. Dar se poate întâmpla ca

---

\*) Prin *altitudine de utilizare*, se înțelege altitudinea de zbor orizontal, unde avionul este obligat să zboare din cauza programului lui de utilizare (program impus de împrejurări).

poziția centrului de greutate să fie exact acolo unde trebuie, dar să nu convie valoarea inerției, atunci se modifică repartiția \*), apropiind sau depărtând greutatea de centrul de greutate al avionului.

#### REPARTIȚIA SUPRAFETELOR.

Repartiția suprafețelor este impusă de portanța ce se urmărește și de maniabilitatea și stabilitatea ce trebuie să se dea avionului.

Am văzut la studiul stabilității condițiunile de dispunere ale aripilor și ale ampenajelor, prin urmare, din acest punct de vedere, centrajul se poate confunda cu studiul stabilității și maniabilității.

În general însă, repartiția suprafețelor se face numai prin încercări la tunelul aerodinamic.

#### AȘEZAREA GRUPULUI MOTOPROPULSOR.

În primul rând tracțiunea grupului moto-propulsor sau rezultanta tracțiunilor, pentru cazul multimotoarelor, trebuie să fie în planul vertical de simetrie.

În al doilea rând, trebuie ca tracțiunea să fie așezată, pe cât posibilul permite, sub centrul de greutate al avionului, pentru ca pe timpul cât funcționează motorul, avionul să aibă tendință a cabra, iar dacă din întâmplare motorul ar înceta să mai funcționeze, atunci avionul să picheze singur, evitând astfel pierderile de viteză.

#### *Observațiuni.*

1. Fie  $G$  centrul de greutate al unui avion,  $C$  centrul de pre-

---

\*) Pentru a înțelege mai ușor influența inerției, presupunem o greutate de un kilogram, atârnată de o sfoară, neglijabilă ca greutate, de un metru lungime și altă greutate, tot de un kilogram, atârnată de o sfoară numai de o jumătate de metru, atunci mișcând ambele greutăți, ele vor oscila pendular în mod diferit, din cauza inerției diferite, deși au aceeași greutate.

siune sau focarul, adică punctul de aplicație al rezistenței aerului și  $Q$  punctul de aplicație al tracțiunii, atunci operațiunea centrului se rezumă la dispunerea optimă a acestor trei puncte, în planul vertical de simetrie al avionului.

Raționând în toate ipotezele asupra poziției acestor trei puncte, constatăm că, cea mai obicinuită și deci posibilă dispunere a lor este ca în figura 80, dispunere care convine mult

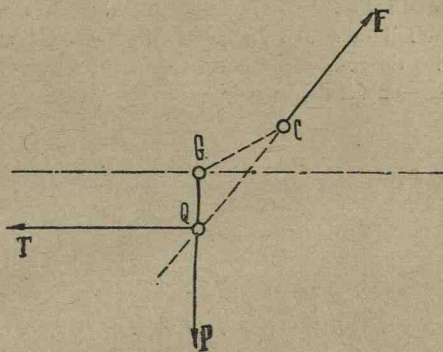


Fig. 80.

evoluțiilor normale ale unui avion. Pentru avioanele acrobactice, cea mai bună dispunere este atunci când cele trei puncte să se confunde în centrul de greutate. Idealul ar fi însă ca pozițiile punctelor să fie mobile, deplasându-le după voință, pe timpul zborului, așa cum pare a fi la pasări, cărora natura le-a dat toate posibilitățile.

2. Ori cât de bine centrat ar fi un avion, influența *cuplului giroscopic*, produs de elice, se simte și este cu atât mai mare, cu cât turajul și diametrul elicei sporesc.

Dacă denumim prin „plan giroscopic“ al unui corp care se rotește, planul ce trece prin centrul lui de greutate și este perpendicular axului de rotație, atunci dacă înclinăm într'o parte un astfel de plan, el tinde să se incline singur pe o direcție perpendiculară și în sensul mișcării. Considerând deci cercul măturat de elicea unui avion drept un plan giroscopic, atunci, dacă virăm avionul spre stânga, avionul tinde să picșe când elicea se învârtește în sensul acelor unui ceasornic, sau să cabreze, când se învârtește contrar. S'au dacă voim să cabrăm avionul, atunci tinde să vireze către dreapta în primul caz, sau către stânga în al doilea caz.

Acest efect giroscopic nu se manifestă decât la o schimbare de direcție și contribuie, într'o măsură redusă, la instabilitatea avionului. Înălăturarea lui se poate face utilizând două elici cari se învârtesc în sens contrar, dar care complică construcția.

3. În sfârșit, *cuplul motorului* are și el influență asupra avionului, tinzând să încline lateral avionul în sens contrar rotației motorului. Influența lui se remediază printr'un reglaj special dat semi-aripeilor (se sporește unghiul de atac în partea în care se înclină avionul). În cazul bimotoarelor, utilizându-se senzori diferite de rotație, se anulează și influența cuplului motor și influența cuplului giroscopic.

---

## IV.

# PERFORMANȚE

### 1. DEFINIȚIUNI.

Prin *performanțe* se înțelege o serie de calități, pe cari trebuie să le îndeplinească un avion. Enunțul general al problemei performanțelor este următorul:

*„Cunoscând forțele aplicate unui avion în sbor și condițiunile de echilibru, să se determine traectoria și mișcarea lui pe traectorie“.*

Or, din studiul și rezolvarea acestei probleme, rezultatele nu sunt decât niște „maxime“ și „minime“, cari fixează definitiv calitățile avionului. Astfel, pentru o greutate totală, fixată unui avion, el va fi capabil de următoarele performanțe:

1. *Distanță minimă de rulare* la decolare sau aterizare (de alunecare la hidroavioane).
2. *Viteze maxime și minime* de sbor orizontal, la sol și la diferite altitudini.
3. *Viteze ascensoriale* la diferite altitudini.
4. *Timpi de urcare* la diferite altitudini.
5. *Plafon* (altitudine maximă).
6. *Rază de acțiune*.

Acestea ar constitui „performanțele normale“ impuse unui avion, în deosebire de „performanțele excepționale“, adică anumite calități de acrobație, pe

care trebuie să le îndeplinească în special avioanele militare.

În cele ce urmează, vom trata numai performanțele normale.

În general, performanțele unui avion sunt calculate mai întâi *teoretic*, odată cu studiul proiectului de avion; ele trebuiesc însă verificate pe cale experimentală, ameliorându-se, de va fi cazul, caracteristicile avionului, pentru a răspunde condițiunile propuse prin proiect.

## 2. DEDUCEREA PERFORMANTELOR PE CALE EXPERIMENTALĂ.

Performanțele unui avion se deduc experimental, din rezultatele date în zbor de acel avion. Cum avionul poate zbura vara sau iarna, în condițiuni atmosferice cu totul diferite, s'ar putea întâmpla ca rezultatele să difere și atunci, pentru a înlătura o asemenea eroare, s'a convenit a se transforma rezultatele date de avion, ca și cum zborul s'ar fi făcut într'o atmosferă tip, denumită *atmosferă standard*. În consecință, înainte de a detalia tehnica deducerei pe cale experimentală a performanțelor, voi face un rezumat asupra atmosferei în general și a atmosferei standard în particular.

### ATMOSFERA ÎN GENERAL.

Avionul evoluează într'un ocean aerian denumit „atmosferă”. Definiția generală a atmosferei este: „*stratul de fluid care înconjoară globul*”; pentru Aeronautică însă, definiția atmosferei are o altă variantă și anume: „*este fluid în care evoluează și cu ajutorul căreia își procură sustentarea necesară orice vehicul aerian*”.

Grosimea acestui strat de fluid, teoreticește ar fi infinit de mare, limitându-se însă până la anumite valori perceptibile ale densității lui, grosimea stratului atmosferic se deduce,



egalându-se atracția terestră cu forța centrifugală născută prin rotația pământului și se găsește că este de 5—6 ori raza globului, măsurată la ecuator. Observându-se însă fenomenul crepusculului, născut prin refracția razelor cari pătrund straturile atmosferice, s'a dedus o grosime de 80 km. Alții însă au dedus grosimea stratului atmosferic, după provocarea incandescenței unui meteor (bolid) în cădere, născută prin frecarea lui cu moleculele gazelor atmosferice și au găsit grosimea de circa 200 km.

Pentru Aeronautică însă, grosimea stratului atmosferic a fost deocamdată fixată la 20 km., ultimul record al altitudinii fiind în jurul lui 15 km. In cele ce urmează ne vom ocupa deci numai de această grosime a atmosferei, necesară Aeronauticii.

Fluidul atmosferic denumit aer, este un amestec de mai multe gaze, și cum fiecare din aceste gaze au proprietăți fizice și chimice diferite, urmează că și amestecul denumit aer, va avea proprietățile acelor gaze. Dar cum până la 20 km. primează Azotul și Oxigenul, vom judeca aerul după proprietățile acestor ultime gaze. Cum Azotul și Oxigenul atmosferic respectă legile Mariotte și Gay-Lussac, înseamnă că și aerul va respecta aceste legi.

Din punct de vedere chimic, aerul atmosferic nu ne interesează decât prin oxigenul ce îl conține și care este necesar respirației aviatorilor și arspirației motorului, azotul fiind inert; dar atât pentru aviatori cât și pentru motor s'au imaginat mijloace de alimentare cu oxigen.

Pentru aviatori s'a mai conceput și cabine etanșe, alimentate cu oxigen.

#### ATMOSFERA STANDARD.

Pentru nevoile studiului evoluțiunilor și pentru faptul că atmosfera variază (în special factorii fizici), s'a ales atunci o atmosferă-tip, ai cărui factori sunt medii, în care se studiază diferitele evoluțiuni, trecându-se dela atmosfera reală, prin niște simple corecțiuni ale rezultatelor. O asemenea atmosferă a fost denumită „atmosferă standard“.

Condițiunile cari fixează atmosfera standard sunt următoarele:

1. Se admite că aerul este uscat, compoziția chimică aceeași la toate altitudinile și gravitația constantă și egală cu 9,8062.

2. Se admite că la nivelul mării ( $Z=0$ ) temperatura este  $15^{\circ}$  centigrade, presiunea redusă la  $0^{\circ}$  este 760 mm. de mercur, adică  $10.332 \text{ kg/m}^2$  și greutatea metru-lui cub de aer 1,226 kg.

3. Se admite că variația temperaturii cu altitudinea, pentru un interval dela 0—11.000 m. este acea dată de tabelul Nr. 7, iar pentru altitudini superioare lui 11.000 m. este constantă și egală cu  $56,5^{\circ}$ .

4. Se admite că presiunea  $p_z$  în milimetri de mercur, greutatea specifică a aerului  $a_z$  și semi-massa specifică a aerului  $\rho/2$  la altitudinea  $Z$ , sunt date de tabloul Nr. 5.

#### DETERMINAREA PERFORMANȚELOR.

##### *Determinarea vitezei maxime și minime la sol.*

Se fixează pe teren o bază, marcată printr'o cale ferată, drum sau oricare alt reper în linie dreaptă de 4—6 km<sup>1</sup>).

La capetele ei se instalează două posturi de cronometraj (fie telefonic, fie electric, fie fotografic), capabile să ne dea timpul la ducere și întoarcere, necesar avionului să parcurgă baza.

Avionul este trimis să facă cel puțin două treceri (dus și întors), la maximum de turaj permis de motor și unul la minimum necesar sustentăției, avionul sburând între 50—100 m. altitudine, în plin turaj și între 100—150 m. în minimum de turaj. În momentul când avionul trece pe bază, se notează presiunea, temperatura, iuțea și direcția vântului. Este de preferat

1) Pentru viteza minimă este de preferat o bază de 2—3 km.

T A B L O U L Nr. 5.

Z	Temperatura	p <sub>z</sub>	a <sub>z</sub>	$\rho/2$
0	+ 15	760	1,225	0,0625
500	+ 11,75	715,9	1,1680	0,0597
1000	+ 8,5	674,1	1,1121	0,0567
1500	+ 5,25	634,2	1,0585	0,0541
2000	+ 2	596,2	1,0068	0,0514
2500	- 1,25	560,1	0,9572	0,0487
3000	- 4,25	525,8	0,9095	0,0463
3500	- 7,75	493,2	0,8635	0,0441
4000	- 11	462,3	0,8194	0,0419
4500	- 14,25	432,9	0,7770	0,0396
5000	- 17,5	405,1	0,7363	0,0376
5500	- 20,75	378,7	0,6972	0,0355
6000	- 24	353,7	0,6599	0,0337
6500	- 27,25	330,2	0,6240	0,0319
7000	- 30,5	307,9	0,5896	0,0301
7500	- 33,75	286,8	0,5566	0,0284
8000	- 37	266,9	0,5252	0,0269
8500	- 40,25	248,2	0,4952	0,0252
9000	- 43,50	230,4	0,4664	0,0239
9500	- 45,75	213,8	0,4389	0,0224
10000	- 50	198,2	0,4125	0,0211
10500	- 53,25	183,4	0,3877	0,0198
11000	- 56,5	169,4	0,3638	0,0186
11500	"	156,7	0,3362	0,0172
12000	"	144,8	0,3107	0,0159
12500	"	133,8	0,2871	0,0147
13000	"	123,7	0,2654	0,0135
13500	"	114,3	0,2452	0,0125
14000	"	105,6	0,2266	0,0116
14500	"	97,88	0,2095	0,0107
15000	"	90,25	0,1936	0,0099
15500	"	83,4	0,1789	0,0091
16000	"	77,1	0,1653	0,0084
16500	"	71,3	0,1528	0,0077
17000	"	65,9	0,1412	0,0072
17500	"	60,9	0,1305	0,0066
18000	"	56,25	0,1206	0,0061
18500	"	52	0,1115	0,0059
19000	"	48	0,1030	0,0051
19500	"	44,4	0,0952	0,0049
20000	"	41	0,0880	0,0045

că această probă să se facă într'o atmosferă liniștită, fără vânt sau cel mult de 2,5—3 m/sec. și cât mai

paralel cu baza, pentru a se putea corecta rezultatul, când se transformă în atmosferă standard.

După probă, se împarte lungimea bazei la timpul cât a parcurs-o avionul și se obține viteza. Se face de obicei media vitezelor. Aceste viteze sunt însă realizate de avion în atmosferă reală, deci ele trebuie corectate, pentru a fi transpuse în atmosfera standard.

#### DETERMINAREA PERFORMANTELOR ÎN URCARE.

În general, pentru determinarea performanțelor în urcare, este nevoie de un *vitezograf*, care înregistrează vitezele, de un *barograf* care înregistrează presiunile și de un *termograf* care înregistrează temperaturile.

În consecință, odată cu trecerea avionului pe bază, pentru măsurarea vitezei maxime și minime, sau cu altă ocazie, se procedează la etalonarea vitezografului.

Pentru a reduce performanțele unui avion în urcare, este necesar ca, avionul care zboară, să ne furnizeze următoarele date:

1. Presiunile și temperaturile pe timpul urcării și coborîrii, cari de obicei sunt înscrise grafic de către barografe și termografe.

2. Vitezele înscrise de vitezograf.

3. Regimul motorului sau diagrama numărătorului de ture înregistrator.

Aceste grafice reprezintă urcarea avionului până la plafonul practic, unde avionul face un palier de câteva minute (în mediu 5 minute), apoi în scoborîre face deasemenea paliere din o mie în o mie de metri.

#### Deducerea timpului de urcare

Pe barogramă (graficul barografului) se înseamnă punctele unde densitatea aerului corespunde altitudi-

nelor: 0, 500, 1000, 1500, etc... în atmosfera standard  
 Se citește apoi timpii de urcare la aceste altitudini,  
 corijându-se — pentru fiecare interval de 500 metri  
 — pentru atmosfera standard.

### Deducerea vitezelor ascensionale

Cunoscând timpii de urcare în fiecare interval de 500 m., vitezele ascensionale vor fi obținute prin împărțirea lui 500 la valoarea timpului de urcare, socotit în secunde.

### Viteza pe traectorie

Impărțind deasemenea vitezograma (graficul vitezografului) în intervale de timp (după barogramă) și luând diviziunea medie a curbei în acest interval, vom citi viteza reală pe traectorie la altitudinea  $Z$ , pe care o vom corecta, pentru a o exprima în atmosfera standard.

### Plafonul

Pentru determinarea plafonului ne servim de vitezele ascensionale. Astfel, dacă trasăm curba vitezelor ascensionale respectiv pentru altitudinile dela 0 la  $Z$  metri, atunci se observă că media punctelor este o dreaptă, care prelungită, întâlnește ordonata unde viteza ascensională este nulă, la o altitudine  $Z_p$ , adică tocmai plafonul căutat.

De obicei se ia plafonul practic, adică acolo unde viteza ascensională este 0,50 m/sec.

### Vitezele orizontale la diferite altitudini

Pentru fiecare palier de pe barogramă va corespunde unul pe vitezogramă și deci o viteză, care transformată în atmosfera standard, este viteza la altitudine respectivă în atmosfera standard.

*Observațiuni.*

1. Dacă vitezele deduse nu au fost efectuate în regimul nominal al motorului, ci într'un alt regim, atunci deducerea vitezelor — pentru regimul nominal — se face prin proporționalitate.

2. În cazul motoarelor supracomprimate, se calculează performanțele până la o altitudine dată, pentru un regim redus, de unde se calculează pentru regimul nominal.

3. Detaliul operațiunilor deduceri performanțelor, pe cale experimentală, este lung și foarte laborios, în consecință trebuie completat cu diferite instrucțiuni de verificări, tarări, etc., cari însă depășesc cadrul lucrării de față.

### MĂSURAREA DISTANTELOR DE RULARE (ALUNECARE). LA DECOLARE ȘI ATERISARE (AMERISARE).

Pe cale experimentală se măsoară aceste distanțe, reperând punctele de unde începe rulara, până decolează sau invers, de unde ia contactul cu terenul, până se oprește. Proba se face atunci când nu este vânt, iar sborurile sunt normale, adică un decolaj drept înainte și un aterisaj fără alunecare pe aripă.

În cazul unui vânt, decolarea și aterisarea se face în direcția vântului, însă la rezultatul obținut, se face corecția de vânt.

În acelaș mod se procedează pentru hidroavioane, unde se preferă o atmosferă calmă, deoarece corecția vântului se complică cu aceia al valurilor.

## 3. RECORDURI.

### CLASIFICAREA RECORDURILOR.

Prin recorduri se înțeleg anumite performanțe maxime sau minime, după caz.

Sunt avioane construite expre, pentru a bate un record oarecare, sunt însă și avioane obicinuite cărorora, printr'o prealabilă modificare, fie în amenaja-

mente, fie în grupul moto-propulsor, fie în reglaj, să concure la anumite recorduri.

Recordurile hotărîte până astăzi (unele sunt încă nestabilite), se împart astfel:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1. <i>Recorduri fără sarcină impusă.</i> | { | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Viteza pe bază.</li> <li>— Viteza pe distanțe mari.</li> <li>— Altitudine</li> <li>— Distanță în circuit închis</li> <li>— Distanță în linie dreaptă</li> <li>— Durată de sbor</li> <li>— Sarcina maximă</li> </ul> |
| 2. <i>Recordul cu sarcină impusă</i>     | { | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Atitudine</li> <li>— Distanță în circuit închis</li> <li>— Durată de sbor</li> </ul>  |
-

## V.

# EFORTURILE SUFERITE DE UN AVION PE TIMPUL SBORULUI

### GENERALITAȚI.

Am văzut, cu ocazia studiului evoluțiunilor, cum în anumite împrejurări se nasc asupra avionului, care evoluiază, unele eforturi foarte mari. Atunci s'au calculat și măsurat valoarea acestor eforturi, atât cât mijloacele actuale de investigațiuni au permis și s'au construit avioanele în consecință. Dar complexitatea scheletului unui avion și valoarea mică a coeficientului de siguranță impus, pentru a nu-l îngreua prea mult, nu poate permite aplicarea unei simple metode de calcul, bazată pe evaluarea efortului căci atunci, calculul nu va fi posibil, decât aplicându-se o serie de ipoteze, mai mult sau mai puțin adevărate. Ori toate aceste ipoteze, precum și valoarea mică a coeficientului de siguranță, micșorează valoarea certitudinii, că avionul va rezista. Iar în scopul de a nu micșora certitudinea rezistenței și chiar a o mări, se fac așa numitele *încercări statistice*, unde „eforturile dinamice“, cari se nasc asupra avionului în timpul evoluțiunilor, sunt echivalate unor „eforturi statice“, aplicate avionului.

În acest caz, natural este să ne întrebăm, este posibil



ca „elementul dinamic“ să fie substituit cu un „element static“? Se înțelege că, în mod riguros judecând, nu se poate face această substituție. Modul cum se manifestă și cum este repartizat elementul dinamic, este mai mult bănuț, apoi elementul static nu ține socoteală de diferitele vibrațiuni ce se nasc în scheletul avionului, agravate uneori de fenomenul rezonanței.

Cu toate acestea, până astăzi, încercările statice sunt singurele capabile să verifice robustețea construcției. De când încercările sunt practicate, numărul accidentelor a fost considerabil micșorat, iar construcțiunile perfecționate.

### 1. DETERMINAREA EFORTURILOR.

Parte din eforturi au fost determinate cu ocazia studiului evoluțiunilor avionului, atât pe cale teoretică, cât și pe cale experimentală; parte din ele au fost determinate — poate cu oarecare aproximație — numai pe o singură cale; iar restul au rămas încă nedeterminate. Dar oricâte încercări de a determina aceste eforturi, s'ar fi făcut și oricât se vor mai face încă, am credința că, în mod riguros, nu se poate stabili aceste eforturi, deoarece viitorul păstrează încă secretul multor soluțiuni.

Clasificarea evoluțiunilor, în scopul de a determina eforturile suferite de avion, va fi făcută după cum eforturile suferite de avion sunt simetrice sau disimetrice, menționând — bine înțeles — numai evoluțiunile capabile de un efort mai mare și anume:

#### EVOLUȚIUNI DAND EFORTURI SIMETRICE.

a) <i>Sbor orizontal</i>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{normal} \\ \text{pe spate} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{— cu centru de presiune cât mai înainte} \\ \text{— cu viteză maximă} \end{array} \right.$

b) *Sbor vertical* { — picaj  
— alunecare pe coadă  
— aterisaj brutal (în cădere)

c) *Sbor mixt* { — resursa { — normală  
— pe spate  
— looping { — normal  
— invers

#### EVOLUȚIUNI DAND EFORTURI DISIMETRICI.

a) *Sbor orizontal* { — sbor lateral  
— sbor în „zig-zag“  
— viraj la verticală

b) *Sbor vertical* { — alunecare pe aripă  
— vrie

c) *Sbor mixt* { — răsturnare  
— dublă răsturnare  
— ranversare  
— imelmann, etc...

#### EVOLUȚIUNI PE TEREN.

a) *Inercarea motoarelor la punctul fix.*

b) *Manevra pe teren.*

Inercând să determinăm diversele eforturi, pentru fiecare caz în parte, și admitând cazurile cele mai defavorabile, am găsit următoarele cifre medii ale valorilor eforturilor și a modului cum ele acționează (tabloul Nr. 6).

T A B L O U L Nr. 6.

Evoluțiunea	Valoarea efortului	Felul cum acționează
Sbor orizontal cu centrul de presiune cât mai înainte.	5 P — 8 P *)	Incovoerea aripilor
Sbor orizontal cu viteză maximă	3 P — 6 P	Incovoerea și torsiunea aripilor
Sbor pe spate	2 P — 4 P	Incovoerea inversă a aripilor
Picaj vertical	3 P — 6 P	Răsucirea aripilor
Aterisaj brutal	4 P — 6 P	Apărarea trenului
	4 P <sub>v</sub> — 6 P <sub>v</sub>	Incovoerea inversă a aripilor
Resursă	5 P — 8 P	Incovoerea aripilor
	0,1 P — 0,3 P	Incovoerea fuselajului
Looping	3 P — 6 P	Incovoerea aripilor
	0,06 P — 0,25 P	Incovoerea fuselajului
Sbor lateral	2 P — 4 P	Incovoerea pe o aripă
	1,5 P — 3 P	Incovoerea inversă pe altă aripă
	0,1 P — 0,3 P	Incovoerea și răsucirea fuselajului
Sbor în „zig-zag”	Același ca la sbo- rul lateral	Alternat
Viraj la verticală	3 P — 6 P	Incovoerea pe o aripă
	2 P — 4 P	Incovoerea pe altă aripă
	0,06 P — 0,25 P	Incovoerea fuselajului
Vrie	3,5 P — 7 P	Răsucirea aripilor (în special partea posterioară)

\*) Unde  $P$  înseamnă greutatea totală a avionului iar  $P_v$  greutatea celulei.

## 2. INCERCAREA STATICĂ.

### GENERALITAȚI.

Prin *factor de încercare statică* se înțelege raportul dintre efortul real, ce se naște asupra unei părți sau organ din planor și greutatea totală a avionului în ordine de zbor, înmulțit cu un „coeficient de siguranță“, care variază între 1,5 și 2,5. În consecință, atunci când partea sau organul destinat încercării statice, va fi supus acestei probe, vom înmulți valoarea factorului cu greutatea totală a avionului și vom obține valoarea sarcinii statice, cu care vom încărca organul, spre a-i constata rezistența.

Valoarea factorilor de încercare statică este dată de „Regulamentele oficiale de calcul“, pentru fiecare caz în parte.

Operațiunea de control a rezistenței unui planor se numește „*încercare statică*“, iar pregătirea ei se face astfel:

1. Se stabilesc definitiv datele: greutatea, suprafața, etc.
2. Se stabilește programul detaliat, însoțit de diferitele desene și schițe.
3. Se construiesc suportii necesari încercărilor.
4. Se iau în general drept sarcini, saci cu nisip de: 5, 10 și 20 kg. Uneori, în cazul eforturilor concentrice, se pot lua bucăți de fontă sau plumb. Se dispun de obicei sacii și greutatea așa fel, încât manevră lor să se facă repede și ușor.
5. Se fixează părțile de încercat pe suportii.
6. Se sprijină planorul cu vinciuri în diferite puncte principale.
7. Se dispun, dealungul axelor de deformație, indicatoare de deformație.

Executarea unei încercări statice se face apoi astfel:

1. Se măsoară pe indicatoare deformația, înainte de a pune greutatele.

2. Se sprijină apoi cu ajutorul vinciurilor, fără a le forța.

3. Se pune apoi o primă categorie de sarcini (conform programului și se repartizează, conform desenelor de repartiție), fără să fie asvârlite.

4. Se slăbesc simultan vinciurile, până ce deformația încetează și se notează deformația arătată de indicatoare.

5. Se strâng iarăși vinciurile, fără a le forța și se aplică a doua categorie de sarcini. Și se continuă ca mai sus, până la ruptura unui element principal, notându-se sarcina totală și deformațiunile.

În decursul încercărilor trebuie să se supravegheze mereu deformațiunile, să se asigure că ele prezintă simetrie, spre a se evita o răsturnare laterală. Când deformațiunile sunt suficient de accentuate, se poate prevedea, din ce în ce mai exact, locul unde se va produce ruptura.

Trosniturile ce se aud pe timpul încercărilor, pot fi din cauza rupturilor sau plesniturilor elementelor încercate însă pot fi și din cauza suportilor. Dacă o nervură se rupe, încercarea poate continua, așezându-se sarcinile cu mai multă băgare de seamă.

Ruptura unei piese — un hobaîn spre exemplu — antrenează după sine prăbușirea imediată a sistemului, prin urmare trebuie să se repereze bine prima piesă ce se rupe. Dacă se produce o ruptură localizată, fără nici o altă consecință asupra restului aparatului, se poate întări, apoi continuă încercarea.

### 3. CAZURILE PRINCIPALE DE SBOR PENTRU CARE SE CALCULEAZĂ UN AVION.

Cazurile principale de sbor, prevăzute în general de toate regulamentele oficiale, pentru care se calculează un avion sunt următoarele:

#### **Pentru aripi (celulă) :**

*Cazul I.* Sbor orizontal cu portanță maximă. (Centru de presiune cât mai înainte).

*Cazul II.* Sbor orizontal cu 20% din portanța maximă (viteză maximă).

*Cazul III.* Picaj vertical cu portanță nulă.

*Cazul IV.* Sbor orizontal pe spațe, cu portanță (negativă) maximă.

*Cazul V.* Aterisare sau amerisare brutală.

*Cazul VI.* Incărcare disimetrică (cu 20% diferență).

*Cazul VII.* Incărcare datorită altor organe (aterisor, suport motor, amenajamente, etc.).

#### **Pentru aripioare**

*Cazul I.* Aripioara în poziție neutră.

*Cazul II.* Aripioara brăcată complet în jos, pe timpul sborului cu viteză maximă.

*Cazul III.* Aripioara brăcată complet în sus, pe timpul sborului cu viteză maximă.

#### **Pentru fuselaj**

*Cazul I.* Sarcină maximă pe ampenajul orizontal.

*Cazul II.* Sarcină maximă pe ampenajul vertical.

*Cazul III.* Sarcină laterallă pe partea anterioară a fuselajului.

*Cazul IV.* Sarcine cauzate de trenul de aterisaj sau amerisaj.

**Pentru ampenaje**

Pe ambele ampenaje se aplică sarcinile maxime din cazurile I, II, III și IV de sbor prevăzute la aripi.

**Pentru suport motor**

Se aplică sarcinile ce rezultă din cazurile I și IV de sbor, prevăzute la aripi și sarcini laterale sau combinate, precum și sarcini ce rezultă din încercarea motorului la punctul fix.

**Pentru aterisare sau amerisare**

Se aplică sarcinile deduse dintr'un aterisaj sau amerisaj brutal, normal sau lateral.

---

# CONSTRUCȚIA AVIONULUI

## GENERALITAȚI.

*Am văzut în prima parte a acestui volum „Aerodinamica“ unui avion, urmează „Construcția lui“.*

*Am văzut cum s'a ajuns la încheierea acestei minunate mașini sburătoare, cum s'a îmbunătățit zborul lui și cum s'a ajuns la performanțe uimitoare.*

*Dar toate aceste evoluțiuni aeriene se fac cu riscul multor pericole, dacă alcătuirea structurii acestei mașini sburătoare nu ar fi astfel făcută, încât să reziste tuturor eforturilor.*

*Să reziste! ușor de spus, căci îl vom construi mai solid, dar va mai zbura atunci avionul?*

*Să reziste bine, dar să fie și ușor, pentru a nu-l face prea greu, iată marea problemă pusă acestui capitol al „Construcției avionului“.*

*Această problemă, cu toate anexele ei, va fi deci examinată în rândurile de mai jos.*

---



# MATERII PRIME

## CONDIȚIUNI GENERALE

Alegerea materiilor prime, necesare construcției avioanelor, trebuie să se facă din trei puncte de vedere:

1. Să fie cât mai rezistente, permițând totuși o transformare și o uzinare lesnicioasă.
2. Să fie cât mai ușoare.
3. Să fie cât mai răspândite și cât mai eftine.

Numeroase și migăloase au fost cercetările constructorilor, în scopul de a satisface acestor trei condițiuni, iar rezultatele lor au fost succesiv consemnate în așa numitele „Norme“ sau „Caete de sarcini“, cari — la rândul lor — au evoluat și vor evolua mereu.

Materialele întrebuințate până astăzi, în construcția avioanelor și cari satisfac cel puțin în parte condițiunilor de mai sus, sunt: metale și aliaje, lemne, pânză și ață, cleiuri, vopsele, lacuri și anduiți (protectori) și cauciucuri. Dar, odată definite aceste materiale, le trebuiesc procurate, pregătite și mereu îmbunătățite pentru nevoile construcției.

Nu este însă suficient a procura aceste materiale, trebuie să se găsească și mijloacele de a le identifica și controla cu toată precizia, fie prin încercări fi-

zice, fie prin analize chimice. În acest scop, tuturor materiilor prime, utilizate în construcția avioanelor, li se fixează niște *caracteristici fizice și chimice*, după care pot fi recunoscute și identificate.

## METALE ȘI ALIAJE.

### GENERALITAȚI.

Cele mai obișnuite aliaje, utilizate în construcția avioanelor, sunt:

Oțelul, aliaje ușoare, aliaje ultra-ușoare și bronzul.

Iar cele mai obișnuite metale utilizate sunt:

Aluminiumul, Arama, Zincul, etc.

Caracteristicile lor fizice sau mecanice, după cari se judecă, sunt:

1. *Rezistența la rupere* (la întindere), măsurată în kg./milimetru patrat.

2. *Elasticitatea* (la întindere), măsurată în kg./milimetru patrat.

3. *Alungirea* (la întindere) în procente față de lungimea totală a unei eprubete.

4. *Reziliența* sau ruperea la șoc, măsurată după lucrul mecanic necesar ruperei.

5. *Duritatea*, prin împlântarea unei bile speciale (Brinelle), sau prin șgârâere cu un cristal de cuarț.

6. *Densitatea*.

Caracteristicile lor chimice sunt fixate prin dozări chimice speciale.

### OȚELURILE.

În construcția avioanelor se întrebuintează în general două categorii de oțeluri: *ordinare* și *speciale*. Oțelurile ordinare sunt constituite numai din aliajul

fer cu cărbune (cel mult 1,5%). Oțelurile speciale conțin, în afara cărbunelui, și alte metale sau metaloide, în proporție destul de mică, dar foarte variată, cum ar fi: manganul, siliciul, nichelul, cromul, tungstenul, vanadiul, sulful, fosforul, etc...

Caracteristicile mecanice ale oțelurilor ordinare variază în general astfel:

30—60 kg./mm<sup>2</sup> rezistență la rupere;

20—40 kg./mm<sup>2</sup> elasticitate;

10%—30% alungire.

Reziliența și duritatea acestor oțeluri interesează mai puțin.

Densitatea lor este 7,7.

Caracteristicile mecanice ale oțelurilor speciale, variază în general astfel:

60—120 kg./mm<sup>2</sup> rezistența la rupere;

40—100 kg./mm<sup>2</sup> elasticitate;

6%—15% alungite;

5—15 reziliență;

2—5 duritate.

Densitatea 7,7.

Oțelurile speciale, cele mai întrebuintate, sunt mai ales acele care conțin *nichel* și *crom*.

Caracteristicile mecanice ale oțelurilor pot fi însă considerabil modificate (îmbunătățite) după variația proporției de metale sau metaloide adăogate ferului, sau mai pot fi îmbunătățite prin *tratamente mecanice* (*forjare, presare, laminare, etc.*) și prin *tratamente termice* (*recoacere, călire, revenire*), etc.

Pentru simplificarea cercetărilor și imediata întrebuintare a oțelurilor în construcția avioanelor, ele au fost standardizate, adică clasate în mai multe categorii, după caracteristicile lor mecanice, arătându-se compoziția și tratamentul suferit. În felul acesta s'au stabilit niște tabele cu diferitele oțeluri,

pe care constructorii consultându-le, își aleg oțelurile ce le trebuiesc. Avantajele unei astfel de standardizări sunt următoarele:

1. Reducerea tipurilor de oțeluri întrebuintate.
2. Dispariția de pe piață a numeroaselor oțeluri, cari nu satisfac condițiunilor de recepție.
3. Simplificarea calculelor relative la oțeluri, în birourile de studii.
4. Sporirea și regularitatea producției.
5. Eftenirea oțelurilor.

#### ALIAJE UȘOARE.

Numeroase sunt aliajele ușoare întrebuintate în construcția avioanelor, toate având ca bază *aluminiul*, dar cel mai obișnuit este *duraluminiul*, având densitate 2,9 și conține în general:

— Aluminiul . . . . .	94,50%
— Aramă . . . . .	4,00%
— Manganez . . . . .	0,50%
— Magneziu . . . . .	0,50%
— Siliciu . . . . .	0,25%
— Fer (impurități) . . . . .	0,25%

Caracteristicile lui variază, după cum este normal sau dur, între cifrele:

38—56 kg./mm<sup>2</sup> pentru rezistența la rupere;

25—50 kg./mm<sup>2</sup> pentru elasticitate;

24%—4% pentru alungire.

Duraluminiul este însă ușor atacat de soluții alcaline (sodă sau potasă) și de apă de mare.

Lucrul duraluminiului necesită adesea recoaceri, pentru a elimina ecrusajul. El se poate suda autogen sau electric, dar rezistența lui scade la circa 20 kg./mm<sup>2</sup>. Nituirea, cu nituri de duraluminiu, se poate face numai în primele patru ore după recoacerea niturilor, altfel rezistența lor este redusă.

Duraluminiul poate fi protejat contra agenților atmosferici prin lăcuire, cu lacuri speciale, după ce în prealabil a fost bine spălat (decapat), cu o soluție slabă de sodă, (apoi cu apă curentă sau cu un amestec de petrol și terebentină (sau cu orice alt decapant special).

#### ALIAJE ULTRA UȘOARE.

Baza aliajelor ultraușoare este *magneziul*, care intră cam în proporție de 92%, restul fiind alumiuniul, cositorul sau zincul. Densitatea lor este de circa 1,9; iar caracteristicile variază în jurul următoarelor cifre:

25 kg./mm<sup>2</sup> pentru rezistența la rupere.

15 kg./mm<sup>2</sup> pentru elasticitate.

14% pentru alungire.

Aceste aliaje sunt atacate de agenții atmosferici și de aceea protecția lor trebuie făcută în condițiuni cu totul speciale.

Cel mai răspândit aliaj ultra-ușor este *electronul*.

#### Observațiuni generale

Ca și oțelurile, atât aliajele ușoare, cât și acele ultra-ușoare, sunt standardizate și furnizate sub formă de: tablă, bare, tuburi și profileuri diferite.

Cataloagele diferitelor firme metalurgice conțin tabele pentru fiecare categorie și pentru fiecare formă sau profil, din care constructorii de avioane își aleg, pentru nevoile de construcții.

#### LEMNUL.

##### GENERALITAȚI.

Intrebuințarea lemnului, în construcțiile de avioane, s'a făcut chiar din primele începuturi ale aviației, datorită faptului că este ușor și destul de ieftin.

Esențele lemnoase se împart în trei categorii:

1. *Lemn tare*, care cuprinde mai ales: arțarul, cireșul, fagul, frasinul, mestecănul, nucul, salcâmul, stejarul și ulmul.

2. *Lemnul tandru*, care cuprinde mai ales: acajuul, alunul, plopul și teiul.

3. *Lemnul conifer*, care cuprinde în special moliftul.

Esențele tari și tandre sunt constituite din fibre lemnoase și din vase capilare. Esențele conifere sunt constituite numai din vase cu pereți fibroși. O esență este cu atât mai bună, cu cât este mai bogat în fibre sau cu cât pereții vaselor sunt mai fibroși.

Privind o bucată de lemn tăiat transversal, vom distinge niște pătrățele numite *grăunți*, formate de cercurile anuale (*straturile anuale*, care cresc pe trunchiuri) și de niște raze formate de vasele mădule, care pornesc dela măduvă spre exteriorul trunchiului. Cu cât acești *grăunți* sunt mai mici și mai uniformi, cu atât se zice că lemnul este mai bun.

Culoarea și mirosul lemnului este specifică fiecărei esențe și orice culoare sau miros diferit, este semnul unei alterări, în care caz lemnul nu se va întrebuința în construcția avioanelor.

Defectelor lemnului, cele mai curente, cari le fac improprie utilizării în construcția avioanelor, sunt:

*Nodurile*, provenite din diversele ramuri împlântate în trunchiu.

*Fibre răsucite*, cari nu sunt paralele axului trunchiului și cari provin dintr'o creștere anormală sau dintr'o îndoire a trunchiului.

*Crăpături exterioare sau interioare* (circulare), datorite în general înghețului pe timpul creșterii sau uscării premature.

*Găurile și urmele de viermi*, precum și *putrezirea*.

Lemnul utilizat în construcția avioanelor nu trebuie să aibă nici un fel de defect, pomenit mai sus.

## PREPARAREA LEMNULUI.

După alegerea trunchiurilor și după tăerea lor, urmează cojirea și uscarea. În general uscarea naturală se face așezând lemnul în aer liber, însă la adăpost de ploae și soare și ținându-l în mediu trei ani, când avem de aface cu o esență tare sau tandră și doi ani, pentru lemnul conifer. Însă pentru urgentarea uscării lemnelor, ele pot fi introduse la *etuvă*, sau într'un cuptor special, sau pot fi uscate prin *ozonificare* sau *electroliză*.

După uscare, trunchiul este tăiat în scânduri sau forme speciale, pentru a putea fi utilizat în construcția avioanelor.

Tăierea scândurilor se poate face în trei moduri (fig. 81):

1. Tangențial;
2. Pe sferturi drept;
3. Pe sferturi în diagonală.

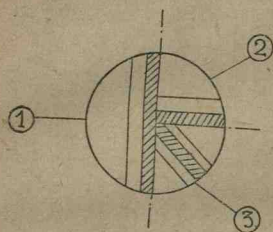


Fig. 81.

Cea mai bună tăiere este a treia, căci ne dă scândurile cele mai puțin influențate de umezeală sau căldură. Se utilizează însă și tăierea pe sferturi drept, căci este ceva mai economică.

Scândurile de molift special (cu grăunte fin și uniform), cari sunt tăiate pe sferturi în diagonală, se mai numesc și scânduri sau lemn de *rezonanță*, pentru că este foarte căutat în fabricarea

viorilor.

#### CARACTERISTICELE MECANICE ALE LEMNULUI.

Deși lemnul a servit la construcția avioanelor cu mult înaintea metalelor și aliajelor, totuși caracte-

risticile lui mecanici nu au fost stabilite decât foarte târziu și cu totul empiric. Dar ceea ce se urmărește de fapt, este, găsirea unor criterii cu ajutorul cărora să se aleagă cea mai bună esență, pentru a construi un element dat, iar din esență, cea mai bună parte, cel mai bun eșantion.

Criteriile cunoscute până astăzi, ca fiind cele mai bune, sunt următoarele:

1. *Cota de calitate specifică*, cu ajutorul căreia se alege cea mai bună esență, care se cifrează la un minimum de: 15 pentru conifere, 12 pentru esența tandră și 9 pentru esența tare.

2. *Cota de calitate statică*, cu ajutorul căreia se aleg cele mai bune părți (eșantioane) dintr'o esență, care se cifrează la un maximum de: 8 pentru conifere, 7 pentru esență tandră, 6,5 pentru esență tare.

3. *Cota de calitate dinamică*, cu ajutorul căreia se clasează atât esențele cât și eșantioanele și care se cifrează la cel puțin 1.

4. *Cota de tenacitate*, care definește esența și eșantionul ce trebuie să reziste la apăsare cu încovoere sau la simplă încovoere. În primul caz se cifrează între 2 și 2,5; iar în al doilea între 2,5 și 3.

5. *Cota de tărie sau suplețe*, care definesc tăria sau suplețea unei esențe și a unui eșantion, cifrându-se între 20 și 25 pentru esențele tari, între 25 și 30 pentru esențe tandre și între 30 și 40 pentru conifere.

Toate aceste cote se calculează după niște formule, stabilite în mod special, pentru fiecare caz în parte, în care se introduc date măsurate sau obținute prin diverse încercări.

Iată acum și caracteristicile mecanice medii:

1. *Esențe tari.*

Frasinul, Salcâmul, Stejarul și Ulmul au:



5,5 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la apăsare;  
 15 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la încovoere;  
 0,62—0,68 densitate.

Cireșul, Nucul și Fagul au:

4,0 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la apăsare;  
 12 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la încovoere;  
 0,54—0,62 densitate.

Arțarul și Mesteacănul au:

3,0 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la apăsare;  
 10 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la încovoere;  
 0,50—0,54 densitate.

## 2. Esențe tandre.

Alunul și Acajuul au:

2,0 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la apăsare;  
 9 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la încovoere;  
 0,35—0,45 densitate.

Plopul și Teiul au:

1,5 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la apăsare;  
 9 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la încovoere;  
 0,33—0,43 densitate.

## 3. Coniferul.

Moliftul are:

3,0 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la apăsare;  
 16 kg./mm<sup>2</sup> limită de ruptură la încovoere;  
 0,45 densitate.

### Clasarea esențelor după elementele ce se construiesc pentru avioane

Iată ordinea de preferință pentru întrebuințarea lemnului în construcția avioanelor:

1. Pentru longeroane (încovoere simplă sau încovoere și apăsare): Frasinul și Moliftul.

2. Pentru montanți și traverse (apăsare cu încovoere): Moliftul.

3. Pentru piese curbe: Frasinul, Salcâmul, Stejarul, Ulmul.

4. *Pentru elici de lemn* (întindere și încovoere): Acaju, Cireș, Fag, Mesteacăn, Nuc.

#### LEMNUL CONTRAPLACAT.

Prin lemn contraplacat sau *contraplacaj*, se înțelege un panou obținut prin lipirea în cruce a mai multor foi subțiri de lemn, numite *placaje* și obținute prin simplă tăere tangențială sau prin desfășurarea (derularea) unei fâșii de pe butuc. În termeni de tâmplărie se mai numește și furnir. Foile sunt lipite sub presiune cu clei și mai ales cu clei de sânge, în număr nesotț de obicei, pentru ca fețele să aibă aceeași direcție a fibrelor. Panoul de contraplacaj astfel constituit, nu trebuie să aibă nici un fel de defect, cum ar fi: *cute*, *goluri*, *crăpături*, etc., obținute, fie prin utilizarea unui lemn cu defecte, fie printr'o lipire defectuoasă.

Pentru nevoile construcției avioanelor, esențele întrebunțate în fabricația contraplacajului sunt: popul, teiul, mesteacănul și acajuul.

Grosimea unei foi izolate, care intră în fabricația contraplacajului, variază dela 1 la 5 milimetri, iar într'un panou toate foile au de obicei aceeași grosime.

Pentru a constata dacă un panou de lemn contraplacat este bun de utilizat în construcții de avioane sau nu, se fac în general următoarele încercări:

1. *Încercări de lipire*. Se introduc eprubete în apă curentă sau apă caldă și ținându-le câțva timp, nu trebuie să se desfacă foile; sau se crestează astfel eprubetele, încât ele să nu mai reziste decât prin lipire și încercându-se la o mașină de tracțiune, trebuie să nu se desfacă sub un anumit efort.

2. *Încercările de îndoire*. Se îndoie o bucată de contraplacaj după o rază egală cu cel mult o sută de ori grosimea lui și nu trebuie să crape.

Rezistența contraplacajului se socotește în general, mai mică decât rezistența lemnului dealungul fibrelor, căci el are o bună rezistență numai în sensul fibrelor și o slabă rezistență transversală.

Contraplacajul rezistă însă în cele mai bune condițiuni la forfecare (tăere transversală) și în astfel de cazuri se utilizează; iată la cât se cifrează această rezistență:

Contraplacajul de acaju (ocume) are 80 kg./cm<sup>2</sup> rezistență la tăere și 0,48 densitate.

Contraplacajul de plop are 100 kg./cm<sup>2</sup> rezistență de tăere și 0.60 densitate.

Contraplacajul de mesteacăn are 110 kg./cm<sup>2</sup> rezistență la tăere și 0.73 densitate.

În comerț panourile de contraplacaj sunt în general standardizate după anumite dimensiuni.

#### PROTECȚIA ȘI STOCAJUL LEMNULUI.

Lemnul fiind prin excelență higroscopic, adică absoarbe apa la umezeală (sau pierde apa la uscăciune, urmează că volumul, greutatea și rezistența lui variază după mediul (umed sau uscat) unde este utilizat. Dar variațiunile atrag — la rândul lor — deformațiuni sau desmembrări ale elementului construit, făcându-l impropriu utilizării.

Protecția lemnului lucrat, contra umezelei exterioare, sau contra uscăciunii (care cauzează resorbția cleiului), se face în general utilizând lacuri cu bază de bitum, gudron sau creozot, sau alte lacuri, așa cum vom vedea mai jos.

Lemnul brut este uscat la adăpost de soare și ploaie, în hale special construite. El este tăiat în scânduri și așezat în stive cu rânduri goale, pe unde curenți de aer pot circula, pentru a înlătura orice

umezeală sau uscarea parțială, menținând toată stiva la umiditatea mediului ambiant.

## CLEIUL.

Cleiul este utilizat pentru asamblarea diferitelor piese de lemn sau a foilor din contraplacaj. Până în prezent constituie cel mai eficace mijloc de asamblare al pieselor de lemn, fiind în acelaș timp și eftin și foarte ușor.

Se întrebuițează în general trei feluri de cleiuri și anume:

1. *Cleiul de gelatină*, preparat din gelatina extrasă din oase sau piei. Se găsește în comerț sub formă de lame, având un aspect galben-cafeniu transparent.

Acest cleiu se întrebuițează la cald (și soluția și camera în care se utilizează trebuie să fie caldă). Imediat după înclere, piesele trebuie ținute strâns, cu ajutorul unor prese speciale, mai multe ore.

2. *Cleiul de caseină* sau cleiul de lapte, preparat din lapte (brânză), are avantajul de a se prepara și întrebuița la rece. El devine insolubil în apă, când este amestecată cu var. Are un aspect alb făinos.

Amestecul de caseină și var (la care se adaugă de obicei, fluorină, aluminați, sau silicați și hidrat de sodiu), trebuie întrebuițat în cursul aceleiași zile.

3. *Cleiul de sânge* sau fibrina, extras din sânge, este întrebuițat în general numai pentru contraplacaj, deoarece este eftin și destul de bun pentru suprafețe mari cum este cazul. Preparat sub formă de lamele, are un aspect de culoare neagră.

Se prepară amestecat cu var și amoniac, în apă caldută și se întrebuițează la cald, sub presiune.

Pentru a evita pătarea placajului, se prepară sub formă de foițe (ca hârtia), în care caz se întrebui-

țează la rece, interpunând foița de clei între cele două foi de placaj, cari sunt presate la o presiune mare, timp de câteva minute.

Calitatea cleiurilor este în general judecată după următoarele criterii: *aderență* (felul încleerei), *tenacitate* (rezistență la smulgere), *insolubilitate* și *conservare*.

Aceste criterii sunt stabilite sau verificate cu ajutorul încercărilor mecanice, efectuate asupra unor eprubete supuse, fie la întindere, (fie la desclere. Insolubilitatea se constată introducând eprubetele în apă mai mult timp.

Pentru conservare, se ung adesea părțile încleate cu formol.

## PÂNZA ȘI AȚA.

Pânza utilizată pentru împânzirea avioanelor este de *in* sau de *bumbac*. Multă vreme s'a întrebuințat numai pânza de *in*, deoarece prindea protectorii, lacurile și vâpselele mai bine decât pânza de *bumbac*. Dar, de câtăva vreme, întrebuințarea unor protectori noi, face posibilă și utilizarea pânzei de *bumbac*, în aceiași măsură. Odată cu primele începuturi ale aviației s'a întrebuințat și pânza de mătase, dar din motive economice și de conservare, astăzi nu se mai utilizează.

## PÂNZA DE IN.

Pânza de *in* utilizată la împânzirea avioanelor trebuie să fie confecționată din *in* curat, să nu cuprindă nici un fel de fibră străină. Ea este predată în comerț, de obicei, în trei calități: pânza de rezistență medie, care cântărește 150 kg./m<sup>2</sup> și rezistă 2000 kg. pe metru de lungime, pânza de înaltă rezistență, a-

vând 210 kg./m<sup>2</sup> greutate și 3000 kg./metru de lungime rezistență și pânza foarte rezistentă, având 300 kg./m<sup>2</sup> greutate și 4000 kg./metru de lungime rezistență.

Numărul de fire pe centimetru patrat, atât în bătae, cât și în țurzeală, este fixat pentru fiecare categorie de pânză.

Ori care ar fi însă calitatea pânzei, ea nu trebuie să aibă nici un defect ca: rupturi, rosături, murdărie, etc. și nu trebuie să miroasă rău (acru sau a mucigai).

Pânza este furnizată în baloturi a cărei lățime are cel puțin un metru, iar lungimea cel puțin 70 m. Pe fiecare balot în parte, sunt scrise: calitatea, fabrica, marca, lungimea și data fabricației.

O serie de probe fizice și chimice fixează condițiunile de recepție pentru pânza de in, în caetele de sarcini. Pânza de in se poate stoca în magazii, fără lumină, sub formă de baloturi (rulouri), la temperatură potrivită, aerisindu-se încontinuu.

#### PÂNZA DE BUMBAC.

Pânza de bumbac utilizată la împânzirea avioanelor trebuie să îndeplinească aceleași condițiuni ca și pânza de in, pentru calități similare. În general nu s'a fabricat însă decât calitatea medie de pânză de bumbac.

Probele fizice și chimice deasemenea sunt similare celor ce se fac pentru pânza de in. pânza cu care se face împânzirea.

#### AȚA.

Ața de in sau de bumbac este utilizată în construcția avioanelor, pentru *cusut* sau pentru *lardat*<sup>1)</sup>

1) Cuvântul *lardat* va fi explicat la împânzirea aripilor.

În general ața de cusut rezistă circa 3 kg. și cântărește 20 gr. la 100 de metri, iar ața de lardat rezistă 15 kgr. și cântărește 70 gr. la 100 metri.

## PROTECTORI.

Prin „protectori“ se înțeleg acei produși chimici, cu cari ungându-se metalele și aliajele, lemnele și pânza, le apără de influența nefastă a intemperțiilor (umezeala, uscăciunea, uleiul, benzina și razele solare). Acești protectori sunt constituiți în general dintr'o materie plastică, cu care se ung piesele de protejat și cari se numesc *anduiți* sau unsori, un *lac special* și *văpseaua* necesară, atunci când se dă o culoare oarecare.

## ANDUIȚII.

Anduiții sunt compuși din niște materii plastice dizolvate în diferiți dizolvanți, pentru a fi mai ușor întinși pe suprafața pieselor de protejat. Rostul acestor anduiți este să formeze la suprafața pieselor de protejat o peliculă fină, capabile să împiedice umezeala ca să atace suprafața metalului, sau să pătrundă în lemn ori în pânză și să împiedece efectul uscăciunii, în cazul pieselor de lemn sau mai cu seamă de pânză. În cazul pânzei, rolul anduiților este și mai mare, căci întinde pânza, menținându-i totuși o bună elasticitate, apoi îi sporește aproape cu 25% rezistența și îi asigură o foarte bună protecție contra umezelei.

Drept materii plastice se utilizează de obicei, pentru pânză, *nitro-celuloza* sau *aceto-celuloza*. Dizolvanții utilizați sunt *acetonele*, socotite drept dizolvanți ușori, apoi *alcoolurile benzilice* ori *fenolul*, drept dizolvant greu și *alcoolul metilic* sau *etilic*, drept diluant.

O serie de încercări și probe se fac cu acești anduiți înainte de utilizare. În general o probă simplă este impermeabilitatea, care se constată cu ulei, căci dacă o pată transparentă în caz de penetrație a uleiului prin peliculă.

#### LACURILE.

Lacurile sunt necesare să acopere pelicula de anduit, pentru a o feri de umezeală și să-i asigure o suprafață luce. De obicei se întrebuintează lacurile grase, constituite din *ulei de in*, *ulei de China*, diverse gome, etc.

Lacul trebuie să îndeplinească deasemenea o serie de condițiuni, cari trebuie controlate cu toată miuculozitatea. În general însă, el trebuie să fie limpede, turnat pe o placă de sticlă, trebuie să dea o peliculă transparentă, clară, suplă și aderentă, iar dacă o introducem în apă, nu trebuie să se albească.

#### VĂPSELELE.

Văpselele sunt constituite din diverși pigmenți cari se introduc, fie în anduiți, fie în lacuri și servesc spre a feri în special pânza de acțiunea razelor solare (în care caz pigmenții sunt constituiți din săruri de plumb) și a da o culoare plăcută, satisfăcând astfel și condiția estetică. Adesea culoarea dată mai are și rolul micșorării vizibilității avioanelor militare, sau sporirii vizibilității avioanelor civile.

Văpsirea sau lăcuirea, mai cu seamă a îmbrăcăminte de pânză a avioanelor, se face în general dându-se trei straturi de anduiți și unul de lac, într'o cameră uscată și normal încălzită. Straturile se dau succesiv, după uscarea stratului precedent. Uneori ultimul strat de anduit este amestecat cu lac, sau



chiar ultimele două straturi. Deasemenea și văpseaua se introduce în ultimul strat sau ultimele două straturi. Modul de ungere cu anduit sau lac, se face fie cu pensula, fie cu un pulverizator special.

### CAUCIUCUL.

Cauciucul se extrage din seva unor vegetale, cari cresc în țările tropicale. Această sevă coagulându-se depune cauciucul, care este apoi vulcanizat (prin combinare cu puțin sulf), pentru a-l lucra mai comod. În construcția avioanelor cauciucul se întrebuințează la fabricarea: *extensoarelor* sau *cablurilor elastice*, *anvelopelor* și *camerelor pneumatice*, *tuburilor de durită*, *cauciucului poros*, etc.

## II.

# CONSTRUCȚIA ELEMENTELOR COMPONENTE ALE UNUI AVION

## ARIPA CLASICĂ.

După cum am văzut în partea I, că o aripă clasică se compune dintr'o grindă sau o structură principală, alcătuită din: două longeroane, o serie de traverse și diagonale și dintr'o grindă sau structură secundară, alcătuită din nervuri și îmbrăcăminte. Rolul primei părți este — după cum am văzut — să reziste tuturor eforturilor, iar rolul celei de a doua parte este, să asigure forma și profilul aripei, repartizând convenabil eforturile asupra structurei principale. Vom studia acum construcția tuturor elementelor, ce intră în compunerea unei aripi.

## LONGEROANE.

Un longeron are de suferit, în general, eforturi cari produc încovoarea (flexiune) sau apăsarea (compreziunea) lui și într'o mai mică măsură tăerea sau forfecarea lui. Încovoarea cea mai accentuată se produce în sensul perpendicular planului aripei, deci și longeronul va fi astfel construit, ca să reziste în special acestui fel de a lucra. În planul aripei, longeronul are de suportat eforturi ceva mai reduse. În

consecință, dela început trebuie să știm că un longeron de aripă ar trebui să aibă înălțimea mai mare decât lățimea lui.

### Longeroane de lemn

Pentru avioanele ușoare, destinate zborului cu viteze mici și mijlocii, se întrebuițează adesea longeroane de lemn, construite din *molift*. În acest caz longeroanele se fac dintr'o singură scândură, sau din mai multe scânduri lipite astfel, încât orice crăpătură să nu fie posibilă (se lipesc cu fibrele în zigzag). Pentru a ușura longeroanele mai mult, fără însă

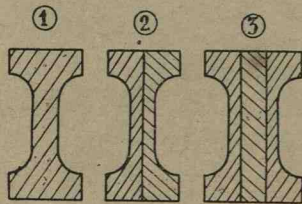


Fig. 82.

a le periclita rezistența, se obișnuiește a scobi (a tupia) lateral longeroanele, dealungul lor și astfel — după cum se vede în figura 82, — obținem diverse secțiuni de longeroane: 1 — dintr'o scândură, 2 — din două scânduri, 3 — din trei scânduri. Asemenea longeroane se numesc *longeroane scobite lateral*.

Adesea însă, când nevoia rezistenței o cere, scobitura longeroanelor nu este aceeași pe tot lungul lor, ci variază după oboseala la care este supus, astfel în fig. 83 avem: secțiunea 1 puțin obosită, secțiunea 2 mai obosită și secțiunea 3 foarte obosită. În general longeroanele nu se scobesc în dreptul unde se înbină cu traversele sau cu alte elemente ale aripei.

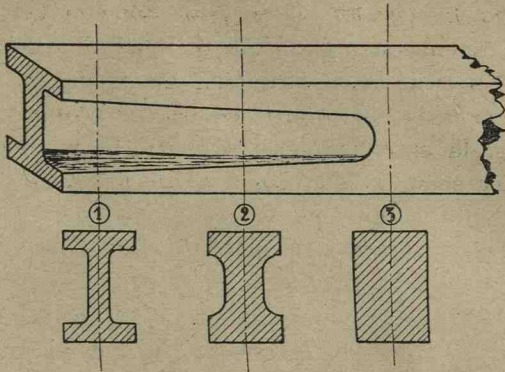


Fig. 83.

Uneori lipirea scândurilor se face cu scobitura în interior, (fig. 84) spre a păstra longeronului un exterior uniform dreptunghiular, care este mai puțin higroscopic și la nevoie se poate înfășura (marufla)

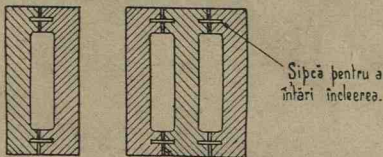


Fig. 84.

cu o fâșie de pânză îmbibată într'un protector oarecare (emailită), spre a-l feri și mai mult de efectul umezelei sau uscăciunii. Dar pentru a asigura o bună încheiere părților scobite ale longeronului, se practică, de obicei, câte un șențuleț, în care se introduce o șipcă, pentru a spori suprafața de încheiere.

Când dimensiunile avionului depășesc anumite limite, sau când viteza lui este mare, antrenând puternice eforturi pentru aripă, atunci se construiesc

*longeroane în cheson.* Principiul construcției longeroanelor în cheson este acela al oricărei grinzi, chemată să lucreze la o puternică încovoere în planul vertical și la o încovoere ușoară în planul aripei, precum și la eforturile de forfecare respective.

În acest scop se iau două tălpi paralele, așezate una sub alta și se reunesc cu niște pereți laterali, formând așa numitul „cheson“ (fig. 85). Asamblarea tălpilor cu pereții laterali se face prin încleere.

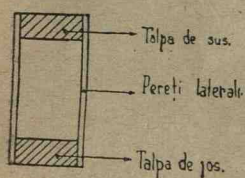


Fig. 85.

Un longeron în cheson rezistă la încovoere, în special prin cele două tălpi ale lui, iar la forfecare prin pereții laterali. În acest scop tălpile sunt din lemn tare și în special din frasin sau — când se cere o rezistență mai mare — din fag; iar pereții laterali se fac mai întotdeauna din contra placaj, singurul capabil să reziste în condițiuni ideale la forfecare.

Când nevoia unei mari rezistențe cere tălpi și pereți laterali puternici, atunci se preferă tălpile compuse din mai multe benzi (scândurele groase de cel mult 10 milimetri) lipite și pereții laterali, formați din mai multe foi de contraplacaj. În secțiunile cele mai obosite se pot adăoga tălpi suplimentare, spre a

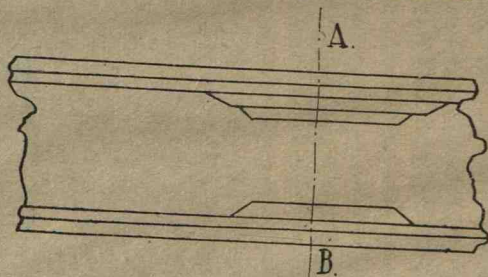


Fig. 86.

rezista și mai bine, așa precum se vede în figura 86, unde calculele ne arată că talpa de sus trebuie mult întărită în secțiunea  $AB$ , iar talpa de jos ceva mai puțin întărită.

În cazul longeroanelor prea înalte, se pun din loc în loc, în interiorul chesonului, niște diafragme, convenabil înclinate cu ajutorul unor colțari, pentru a evita îndoirea (coșcovirea) pereților laterali. Uneori aceste diafragme pot fi înclinate, formând o triangulație sau pot fi unite între ele printr'o bandă mediană de contraplacaj.

După complecta înclere a chesonului, colțurile longeronului sunt acoperite cu niște benzi de pânză, spre a proteja și întări asamblajul pereților laterali cu tălpile. De multe ori se maruflează (înfășoară sau bandajează) întreg longeronul cu o bandă de pânză.

În dreptul asamblărei cu un mat sau montant, longeronul este întărit în interior, fie cu o piesă în lemn, pentru avioanele mici, fie cu o căptușeală în cheson, pentru avioanele mari.

Longeroanele terminate se lăcuiesc și în exterior și în interior, spre a fi bine protejate.

### **Înnădirea longeroanelor de lemn**

În cazul longeroanelor scobite, dacă lungimea lor este mai mare decât lungimea scândurilor ce avem la dispoziție, atunci înnădirea lor se face în dreptul secțiunilor unde oboselile sunt cât mai mici. Pe porțiunea înnădirei, longeroanele nu se mai scobesc, iar capetele de înnădit trebuie tăiate oblic, așa cum se vede în figura 87, unde  $l$ , adică lungimea nadei, trebuie să fie de 7—10 ori înălțimea  $h$  a longeronului.

După înclere, nada este înfășurată cu pânză și întărită uneori cu tălpi bulonate sau cu brațări exteri-

oare, evitându-se astfel găurirea lemnului, care i-ar micșora rezistența.

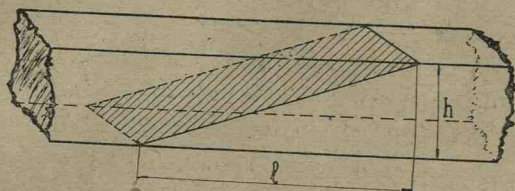


Fig. 87.

Este prudent ca în aceeași aripă, longeroanele să fie înădite în secțiuni diferite.

În cazul longeroanelor în cheson, înădirea se face după aceleași principii ca la longeroanele scobite, adică tălpile se vor înădi acolo unde oboseala este cât mai mică, iar pereții laterali acolo unde forfecarea este de asemenea cât mai mică.

Tălpile se înădesc unind cap la cap diferitele benzi, tăiate drept, când sunt mai subțiri ca 6 milimetri și oblic, când sunt mai groase. Ele sunt așezate așa fel, încât capetele unite să nu fie în aceeași secțiune.

Pereții laterali se înădesc, pentru fiecare bandă de contraplacaj în parte, după aceleași principii ca și longeroanele scobite, însă nadele fiecărui benzi nu trebuie să fie în aceeași secțiune.

Interiorul părților, unde longeroanele sunt înădite, este întărit cu căptușeli speciale, iar exteriorul maruflat. Câte odată aceste nade sunt întărite cu brățări speciale.

Uneori, pentru ușurința transportului, se construiesc avioane având aripa compusă din elemente demontabile. Asamblarea longeroanelor, în acest caz, se face ca mai sus, dar în loc să se fixeze părțile respective prin încleare, se fixează prin buloane, fie di-

rect, fie prin intermediul unor brăţări metalice. Se intercalează însă între buloane şi tălpile longeroanelor nişte benzi metalice, repartizând mai bine efortul de strângere şi împiedicând deformarea lemnului la capetele buloanelor. Pentru unele avioane aceste asamblări se fac prin intermediul unor feruri în formă de corset, fixate strâns prin buloane.

### Longeroane de metal

Voiu arăta câteva avantaje şi neajunsuri ale longeroanelor metalice, în comparaţie cu acelea de lemn.

Avantajele sunt:

1. Rezistenţă mare.
2. Stocat, sau chiar în serviciu, se păstrează bine.
3. Se poate fabrica uşor în serie.
4. Glonţul inamic îl găureşte, dar nu-l crapă.
5. În accidente, metalul se îndoae, nu plesneşte.

Iată dezavantajele:

1. Grele.
2. Metalele sau aliajele utilizate sunt mai rare şi mai scumpe.
3. Lucrul metalelor este mai greu.

Progresul aviaţiei antrenând însă pe constructori în realizarea unor avioane de tonaje şi viteze cât mai mari, s'a lovit la un moment dat de insuficienţa rezistenţei lemnului şi atunci metalul i-a luat locul. Pericolul incendiului la bord (deşi prea mic) şi al gloanţelor inamice, a venit iarăşi în favoarea metalului. Apoi, odată cercetările în direcţia realizărilor metalice începute, o parte din dezavantajele construcţiei metalice au fost ameliorate, aşa în cât astăzi se poate afirma — în special în privinţa greutatei — că, oricari ar fi dimensiunile avionului, construcţia metalică, chiar dacă nu este mai uşoară, rămâne totuşi comparabilă cu aceia în lemn.



Soluțiunile găsite, pentru construcția longeroanelor metalice, sunt multe și variate, ceiace denotă încă o tatonare în jurul soluțiunilor definitive. Dar ținându-se și aici seamă, ca și la construcția în lemn, de modul cum lucrează longeroanele, adică la încovoere, apăsare sau întindere, în primul rând și apoi la forfecare, atunci vom întâlni și aici — în esență — două tălpi, destinate să reziste eforturilor de încovoere, apăsare sau întindere și o inimă sau doi pereți laterali, destinați să unească cele două tălpi și să reziste eforturilor de forfecare.

Primele longeroane metalice au fost construite din tuburi, rotunde mai întâi, apoi ovalizate și în urmă dreptunghiulare. Dar cu aceasta problema nu a fost încă definitiv rezolvată, căci un asemenea longeron are o secțiune constantă pe toată lungimea lui. Ori am văzut mai sus, că eforturile suportate de longeron variază dealungul lui, așa încât și secțiunea lui ar trebui să varieze. Altfel, admitând că secțiunea este capabilă să reziste efortului maxim, atunci ar deveni prea mare în dreptul celorlalte secțiuni unde eforturile sunt inferioare, antrenând o greutate inutilă în plus. În scop de a înlătura dezavantajul de mai sus, două soluțiuni s'au ivit și anume:

Prima recomandă utilizarea unui tub de secțiune maximă, însă ușurat (ajurat) în porțiunile unde eforturile sunt mai mici. A doua recomandă utilizarea unui tub de secțiune minimă sau medie, însă cu condiția să fie întărit în porțiunile unde eforturile sunt mai mari.

Prima soluție, realizată prin practicarea — mai ales în pereții laterali ai longeronului — a unor găuri rotunde, s'au alungite (mărimea lor variind în raport invers cu eforturile) conduce la o pierdere enormă de material. A doua soluție, realizată prin introdu-

cerea unor întărituri (elemente de tuburi sau căptușeli metalice) în interiorul sau la exteriorul tubului principal, fixate prin nituire de pereții laterali, necesită un lucru destul de complicat.

Soluțiunea a doua s'a mai realizat și prin introducerea unor căptușeli de lemn, în interiorul tubului principal, limitându-i astfel deformațiunile.

Astăzi cele mai obișnuite longeroane metalice sunt compuse din mai multe elemente, astfel avem:

1. *Longeroane constituite din benzi metalice simple sau profilate* (corniere sau în formă de „U“).

Aceste elemente simple sunt asamblate cu ajutorul niturilor. Longeroanele astfel construite, realizează două tălpi și o inimă sau doi pereți laterali, așa cum sunt construite toate grinzile metalice.

Tălpile pot fi dintr'o singură bandă metalică

sau corniere, sau din benzi suplimentare, care au rolul de a întări, fie toată talpa, fie numai anumite porțiuni, așa cum se vede în figura 88. Inima sau pereții laterali pot fi construiți din benzi continue, sau din simple elemente profilate (corniere), așezate în zăbrele.

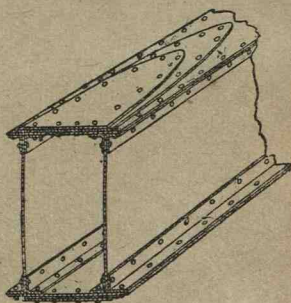


Fig. 88.

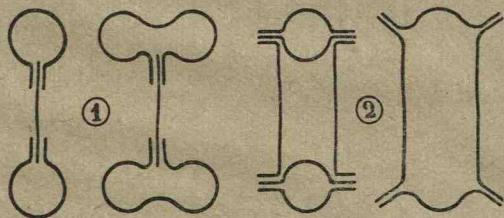


Fig. 89.

2. *Longeroane compuse din benzi subțiri și profileuri complicate* (fig. 89), cu inimă 1, sau cu pereți laterali 2. Asamblarea acestor elemente se face și aci tot prin nituire (fig. 90), iar inima sau pereții laterali pot fi plini sau în zăbrele.

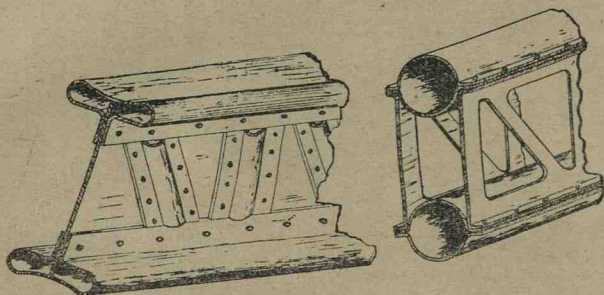


Fig. 90.

Necesitatea utilizării unor profileuri mai complicate, imitând tuburile sau alte forme, a fost cauzată de două motive: primul mărirea rezistenței tălpilor și al doilea fabricarea mai ușoară, prin redarea exterioară a liniei de nituri.

3. *Longeroane compuse din benzi groase, profilate la freză și benzi subțiri* (fig. 91), benzile groase fiind

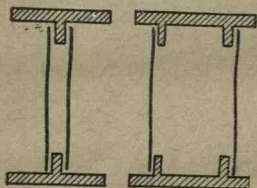


Fig. 91.

de duraluminium, pentru a fi ușor frezate și astfel confecționate, încât să poată să se assembleze ușor prin nituire. Grosimea benzilor frezate poate varia dealungul longeronului, după variația oboselei lui, realizându-se astfel acel ideal al

longeronului, care are o rezistență potrivită oboselei suferită, așa încât orice surplus de greutate este înlăturat.

## CATEVA OBSERVAȚIUNI ASUPRA CONSTRUCȚIEI LONGEROANELE METALICE.

1. Ori care ar fi tipul longeronului adoptat, asamblarea făcându-se prin nituire, această operațiune capătă o importanță capitală, ori — în examenul tipurilor de mai sus — găsim longeroane nituite „exterior“ și longeroane nituite „interior“. Prin „nituire exterioară“ se înțelege acea nituire care redă ambele capete ale niturilor la exterior; iar prin „nituire interioară“ acea nituire, unde un capăt al niturilor este în interiorul chesonului. Este natural deci ca nituirea exterioară să fie mai simplă, mai comodă și mai ușor verificabilă, prin urmare longeroanele nituite exterior sunt superioare întrucâtva longeroanelor cu nituire interioară.

2. Pentru ca pereții laterali ai longeroanelor în cheson să nu se deformeze — în cazul longeroanelor prea înalte — ei sunt întăriți cu niște diafragme interioare, nituite pe pereții laterali, tot așa cum am văzut la longeroanele de lemn.

3. Nituirea longeroanelor trebuie să se facă cât mai obișnuit la mașină (cu ajutorul buterolelor), căci numai astfel se realizează o asamblare uniformă și rezistentă.

4. O variație a rezistenței în lungul longeroanelor, în special pentru avioanele monoplane cu aripă liberă, se poate obține prin convergența tălpilor către extremitatea aripei (soluție care se poate aplica și longeroanelor de lemn), sau chiar prin o curbură adecuată, ce s'ar da tălpilor, îndepărtându-le sau apropiindu-le, după caz, așa cum se face cu orice grindă mai complicată.

5. În afară de tipurile principale de longeroane, văzute mai sus, mai există diverse soluțiuni, aplicate în special aripilor cu îmbrăcămintea metalică. Aceste soluțiuni vor fi studiate la capitolul îmbrăcămintei aripilor de avion.

6. Ori care ar fi soluția de construit longeroane, indiferent dacă este cuprinsă sau nu în cele pomenite mai sus, ea trebuie să satisfacă cât mai mult condițiunile:

- rezistență mare,
- greutate mică,
- material puțin și efin,
- fabricație simplă și pretabilă seriei,
- asamblare ușoară,
- posibilități de reparație.

## TRAVERSE.

Se înțeleg prin *traverse*, acele piese, care leagă transversal longeroanele, făcându-le solidare și constituind împreună cu diagonalele, structura interioară a aripei, care nu este altceva decât o grindă cu zăbrele.

În structura biplanelor, a căror aripă este chemată să lucreze numai la „apăsare“, traversele formează — împreună cu montanții și longeroanele — acele cuburi sau paralelipipede elementare, redată indiformal cu ajutorul diagonalelor.

În structura monopanelor, a căror aripă este întărită cu ajutorul hobanelor sau mașilor înclinați, traversele lucrează deasemenea numai la „apăsare“, căci cubul și paralelipipedul elementar este înlocuite aici cu o prismă indiformală.

În structura monopanelor cu aripa liberă, traversele lucrează și la „apăsare“ și la „răsucire“. La apăsare traversele lucrează din cauza diagonalelor din planul aripei, iar la răsucire, din cauza încovoerii inversă a celor două longeroane.

În rezumat deci, majoritatea traverselor vor fi supuse numai la apăsare, iar numai în cazul ariperilor libere, vor fi supuse și la răsucire.

Traversele sunt făcute, ca și longeroanele, din lemn sau din metal.

Uneori, pentru simplificarea construcției și economiei de greutate, traversele sunt înlocuite cu *nervuri întărite*, al căror rol este și de nervură și de traversă.

**Traverse de lemn**

Cele mai simple traverse de lemn sunt acelea de secțiune uniformă, circulară sau pătrată, făcute dintr'o singură bucată. Uneori însă, pentru a le ușura, fețele lor au fost deopotrivă scobite.

Pentru avioanele mai mari, dimensiunile traverselor

luând proporții mari, atunci li s'a dat forma solidelor de egală rezistență la apăsare cu încovoare, păstrându-i secțiunile circulare sau pătrate, sau chiar scobite.

În sfârșit, în cazul avioanelor și mai mari, s'au făcut traverse în cheson, după aceleași principii ca longeroanele, întărindu-se în interior sau în exterior secțiunea din mijloc.

Lemnul utilizat în construcția traverselor este acelaș ca și pentru longeroane.

### Traverse de metal

Cele mai obișnuite și mai simple traverse metalice se fac din *tuburi rotunde*, deoarece rezistă deopotrivă în toate direcțiunile. Se întrebuintează tuburi de oțel sau de duraluminu și se preferă tuburile subțiri cu un diametru cât mai mare, care au — pentru o aceeași greutate și secțiune, — o rezistență mai bună. Tuburile sunt deseori întrebuintate chiar în cazul aripei cu longeroane de lemn.

În cazul când longeroanele sunt înalte (aripi groase) se întrebuintează, de obicei, două tuburi, fixate în acelaș plan vertical, de tălpile longeroanelor, obținându-se astfel o traversă compusă.

Uneori se fac și traverse constituite în felul unui longeron cu zăbrele sau în cheson, în special pentru avioanele mari, însă — comparate cu tuburile — sunt mai puțin avantajoase.

Când traversele sunt chemate să lucreze numai la apăsare, atunci asamblajul lor cu longeroanele se poate reduce la o simplă articulație, sau chiar la o suprafață de sprijin. De obicei, ele sunt încastrate în longeron prin intermediul unor fieruri speciale.

Când traversele sunt chemate să lucreze și la răsucire, atunci încastrarea (îmbinarea) este obligatorie

și trebuie să fie foarte rezistentă, ca să împiedece răsucirea aripei, dar, ori cât ar fi de rezistentă, faptul că traversa și fierura de încastrare se deformează, fără să depășească limita de elasticitate, permite o suficientă răsucire a aripei. Din aceste motive, realizarea unor paralelipede, redete indeformabil prin intermediul diagonalelor, pare a da mai bune rezultate.

#### DIAGONALE.

Diagonalele sau contravântuirile sunt chemate să redea indeformabilitatea aripei. Ele se fac din tuburi rotunde sau din coarde de pian, în care caz — ele nerezistând decât la tracțiune — se pun câte două. Rare ori se întrebuintează „hobanele rotunde“ făcute special pentru diagonale interioare.

*Coardele de pian* sunt făcute din oțel special de înaltă rezistență (130—200 kg./mm<sup>2</sup>) și sunt utilizate fie cositorite, fie lăcuite, spre a le proteja contra ruginii.

După cum am văzut la capitolul materiilor prime, coardele de pian nu sunt fabricate decât până la o grosime de maximum 7 milimetri diametru, căci altfel fixarea lor se îngreuiază și în acest caz se preferă hobanele rotunde. Pentru a mări siguranța utilizării coardelor de pian, în cazul când diagonalele sunt chemate să lucreze la eforturi mai mari, se întrebuintează de obicei două coarde capabile fiecare să reziste efortului respectiv, așa în cât, dacă din întâmplare se rupe una, rămâne cealaltă. Totuși unii constructori — din economie de greutate — utilizează două coarde, a căror rezistență totală depășește puțin efortul maxim. Procedul utilizării a două coarde este totuși periculos, căci dacă diametru celor două coarde nu este același, spre a avea o aceeași alungire și dacă articulația lor este independentă una de alta,

atunci ele se pot rupe separat, neasigurându-se astfel nici un fel de omogenitate. În scopul de a satisface deci condiției de omogenitate, ele sunt fixate prin intermediul unei feruri specială, denumită palonier, care le repartizează automat eforturile, dar care are inconvenientul de a reda inutilizabilă una din coarde, când cealaltă se rupe.

Fixarea cordelor de pian se face la o extremitate direct pe urechea ferurei, iar la cealaltă extremitate prin intermediul unui tendor (întinzător).

Rezistența lor, după fixare, este socotită 80%.

*Hobanele rotunde* sunt niște coarde de pian ceva mai groase, terminate la capete cu o porțiune ghivențuită, care se înșurubează în feruri speciale, producând întinderea lui direct, fără ajutorul tendoarelor. Ele au neajunsul că, trebuiesc să fie fabricate pentru anumite lungimi constante.

Ferurile, în care se înșurubează hobanele rotunde, se numesc *șape* și vor fi studiate mai jos, odată cu studiul *hobanelor fuzelate*.

#### FERURI.

Prin feruri înțelegem acele piese care servesc la articularea sau îmbinarea traverselor la longeroane și la fixarea diagonalelor. Ele fiind însă la fel cu acelea ale *armăturii exterioare* sau ale *fuzelajului*, vor fi studiate mai jos.

#### NERVURI.

Se înțeleg prin *nervuri* acele elemente ale aripei destinate să asigure forma exterioară (profilul), să condenseze — prin intermediul îmbrăcămintei aripei — eforturile exterioare (provocate de rezistența aerului) și să le transmită scheletului principal al ari-



pei. Deci forma periferică a nervurilor trebuie neapărat să fie aceea a profilului de aripă adoptat.

Structura nervurilor este însă realizată, în cadrul formei văzută mai sus, drept o grindă sprijinită pe unul sau mai multe puncte — cazul aripelor cu unul sau mai multe longeroane — și în general pe două puncte — cazul cel mai frecvent al aripelor cu două longeroane.

La studiul structurei unei aripi am văzut că, nervurile sunt înșirate dealungul longeroanelor la intervale egale, așa încât eforturile, ce revin unei nervuri, rezultă din presiunile sau depresiunile născute de curentul de aer asupra unei porțiuni de aripă, care ar corespunde unei jumătăți de interval într'o parte și altei jumătăți de interval în altă parte. Ori, pentru ca o nervură să poată rezista acestor eforturi, este constituită din două tălpi, una superioară, având forma extradosului profilului și alta inferioară, având forma intradosului; iar ambele tălpi vor fi reunite printr'o inimă sau chiar doi pereți laterali, de cele mai multe ori în zăbrele.

Fixarea nervurilor se face transversal (de cele mai multe ori perpendicular) longeroanelor și la un interval care depinde de îmbrăcămintea aripei. Când îmbrăcămintea este de pânză, atunci intervalul maxim admis este de *40 centimetri*, afară de cazuri excepționale, când calitățile pânzei sunt diferite de acele obișnuite pânzelor de avioane sau când structura aripei prevede întărituri speciale.

Dar, deoarece structura nervurei, care este calculată să reziste destul de bine eforturilor de încovoere și forfecare, este înaltă și fragilă și deci ar putea ușor să se deformeze, îndoindu-se sub influența unui efort lateral, atunci, pentru a evita încovoerea laterală sau răsucirea tălpilor, sub acțiunea îmbrăcămintei aripei

(în special sub acțiunea pânzei), nervurile sunt legate între ele — în ansamblul unei aripi — prin niște panglici de 1 sau 2 centimetri lățime, cari se fixează încrucișându-se dela o nervură la alta. Aceste panglici de ață sunt întrebuițate în special pentru construcțiunile în lemn. Pentru nervurile metalice se întrebuițează, de cele mai multe ori, sârmă subțire de oțel.

În cazul când îmbrăcămintea aripei este metalică (tablă de duraluminu) sau de lemn (contraplacaj), atunci intervalul dintre nervuri poate să fie mai mare de 40 cm., deoarece această îmbrăcămintă rezistă mai bine deformațiunilor decât pânza, care ar fâlfâi. În asemenea ocaziuni, făcând ca și îmbrăcămintea metalică sau de lemn să ia parte la rezistența aripei, nervurile pot fi reduse la niște nervuri principale sau *nervuri întărite* (având deseori și rolul de traverse) și la niște *nervuri false*, formate numai din tălpi. Dar, pentru a asigura rezistența acestor nervuri ajutătoare, ele sunt unite cu un fel de nervuri dispuse paralel cu longeroanele, formate din două tălpi, reunite cu un ușor sistem de zăbrele.

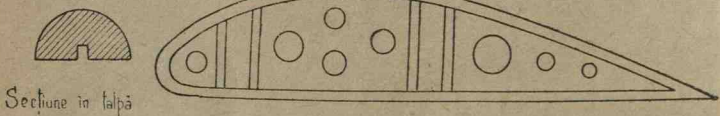
Însfârșit, sub influența rezistenței aerului la înaintare, nervurilor sunt apăsate la partea anterioară, ori pentru a evita deci deformarea marginii de atac, se întăresc cu niște elemente de nervură, numite *nervuri ajutătoare*, cari sunt cuprinse de obicei numai între marginea de atac și longeronul anterior. Uneori, în loc de nervuri ajutătoare, se pune contraplacaj sau tablă de duraluminu pe toată această porțiune.

În cazul când avem nervuri ajutătoare, extremitățile anterioare ale lor sunt unite cu un fel de longeron special, care formează *marginea de atac a aripei*. Deasemenea, extremitățile posterioare ale nervurilor sunt legate între ele printr'o sârmă, sfoară sau chiar un mic longeron, formând *marginea de fugă a aripei*.

### Nervuri de lemn

Nervurile de lemn se fac după aceleași principii ca longeroanele și sunt de două feluri: cu inimă sau în cheson.

Când nervurile de lemn au inimă din contraplacaj, atunci tăpile acestor nervuri sunt făcute din niște baghete de frasin, plop sau molift și au o secțiune dreptunghiulară, cu marginile de sus rotunjite. Inima este fixată la tălpi, prin încleare, fiind introdusă în șențulețul practicat la baza baghetei (fig. 92). Profilul se obține prin îndoirea baghetelor, asigurând astfel tălpilor o bună rezistență, prin menținerea fibrelor lemnoase neîntrerupte, dealungul tălpei, ceiace nu s'ar obține în cazul decupării formei profilului dintr'o scândură. Îndoirea baghetelor se face pe niște forme speciale, corespunzând întru totul profilului.



Secțiune în talpă

Fig. 92.

Tăpile se lustruesc bine și se lăcuiesc înainte de montaj, căci menținerea unei suprafețe rugoase ar uza pânza, în cazul avioanelor împânzite.

Inima se face de obicei din contraplacaj de plop, mestecăn sau acaju (okume), decupând-o direct din panoul de contraplacaj în forma profilului, apoi ușurând-o prin găurire circulară, eliptică, sau chiar în zăbrele.

Cea mai convenabilă dantelare a inimei — ajurând-o fără să-i micșorăm rezistența — este găurirea circulară, făcându-se mai multe găuri de diametru mic,

decât mai puține și de diametru mare, deoarece în acest fel asigurăm o foarte bună legătură între tălpi, chiar și în secțiunile unde efortul de forfecare este nul. De altfel, găurirea circulară se pretează mai bine dantelăriei și pentru faptul că nu creiază unghiuri prea vii (ascuțite), cari ar constitui adevărate amorse de ruptură și pentru faptul că înlesnește fixarea diagonalelor în interiorul aripei. În sfârșit, pentru o fabricație limitată (nu în serie), găurirea circulară este avantajoasă, făcându-se cu mașini de găurit, utilizând utile simple.

În dreptul unde longeroanele traversează nervura, inima este întărită printr'un cadru lipit deoparte sau de alta, sau în ambele părți, făcut tot din contraplacaj sau din baghete mici de lemn. Din aceste motive inima nervurilor este, de obicei, compusă din trei părți, în cazul aripilor cu două longeroane: o parte anterioară, cuprinsă între marginea de atac și longeronul anterior, o parte intermediară cuprinsă între cele două longeroane și o parte posterioară, cuprinsă între longeronul posterior și marginea de fugă.

În cazul când nervurile sunt înalte (profile groase), se întărește inima, pentru a nu se curba, cu ajutorul unor montanți mici de lemn, lipiți pe ambele fețe. Unii constructori întăresc inima prin baghete înguste de duraluminu profilate în  $U$ , nituindu-le pe contraplacaj.

În cazul când dimensiunile nervurilor sunt mari, atunci se preferă adevărate nervuri „în cheson“, adică cele două tălpi sunt reunite cu pereți laterali din contraplacaj. Natural că aceste nervuri sunt mai rezistente, dar sunt mai grele și au o fabricație mai migăloasă.

În locul inimei sau pereților laterali, văzuți mai sus, tălpile unei nervuri pot fi reunite prin niște ză-

brele formate din baghete de lemn și astfel asamblate prin încleere sau uneori prin șuruburi ori nituri, încât să reziste foarte bine eforturilor de forfecare. Zăbrelele sunt de molift, plop sau tei. Aastă soluție dă posibilitatea unei exacte calculări a nervurei, repartizându-se eforturile în fiecare bară și deci determinându-le precis secțiunea, ceea ce conduce la realizarea unor nervuri foarte ușoare. Au însă o fabricație destul de miculoasă.

### Nervuri de metal

Adoptarea metalului în realizarea nervurilor este sprijinită pe aceleași argumente, arătate la construcția longeroanelor.

Soluțiunile adoptate, pentru realizarea nervurilor metalice, nu sunt încă perfect distincte. Se pare totuși că două categorii de soluțiuni pot fi deosebite, cu toată claritatea și anume:

1. Nervuri obținute din tablă metalică prin ambutisaj (la presă) și,
2. Nervuri construite din profileuri, realizându-se o adevărată grindă cu zăbrele.

Prima categorie este realizată în special pentru avioanele mici și mai ales cu profile subțiri. Tabla de duraluminu sau de oțel special este decupată, apoi i se abat marginile, așa încât să formeze tălpile nervurei, dar inima este ușurată prin găurire și gofrare (așa cum am văzut la longeroane). Unii constructori forțează operațiunile de presare, făcând din marginile nervurei niște adevărate tălpi tubulare, ceea ce o întărește mult, dar devine mai migăloasă și mai scumpă.

Pentru avioanele mai mari sau mai iuți, utilizând în special profilul gros, s'a încercat a se întruni două nervuri simple, obținute prin ambutisaj și s'a ajuns la o nervură mult mai rezistentă, având secțiunea în I

sau în cheson. Această categorie de nervuri, obținute prin ambutisaj, se pretează foarte bine fabricației în serie.

A doua categorie utilizează tubul rotund, tălpile nervurei fiind făcute din tuburi îndoite pe niște forme speciale, numite *șabloanele* nervurei, iar zăbrele fiind deasemenea elemente de tuburi tăiate după dimensiunile desenelor și asamblate prin nituri (nituri tubulare) denumite *agrafe*, cu ajutorul unor benzi de tablă (guset), care îmbrățișează talpa.

Marginele de atac și de fugă sunt asamblate fie printr'o piesă specială de tablă, fie prin asamblarea tălpilor nervurei cu marginea propriu zisă de atac (un longeron).

O altă asamblare a tălpilor cu zăbrele se face prin *sudură autogenă*, atunci când se utilizează tubul de oțel. Acest procedeu este din ce în ce mai răspândit și are marele avantaj de a simplifica mult construcția.

#### IMBRĂCĂMINEA ARIPIILOR.

Aripa unui avion, așa cum a fost studiată mai sus, poate fi îmbrăcată în trei feluri diferite, utilizând fie pânza, fie contraplacajul, fie tabla de aliaje ușoare.

Pânza a servit drept îmbrăcăminte aripilor de avion dela început și servește și acum la cele mai multe avioane, constituie îmbrăcămintea cea mai ușoară și cea mai comodă. Are desavantajul de a fi fragilă și de a se deforma (destinde) după câteva ore de zbor, sau după un stocaj prea lung al aripilor împânzite.

Contraplacajul este deasemenea mult întrebuițat, dând o formă mult mai bună aripei și un luciu profilului, așa încât rezistențele la înaintare sunt mult reduse. Totuși intemperiiile nu-l scutesc de deformațiuni, iar greutatea lui rămâne mult superioară pânzei (comparând la metru patrat). Aceste ultime desavantaje

au fost mult micșorate, odată cu îmbunătățirea construcției aripei, atunci când îmbrăcămintea a fost obligată să participe la rezistența generală a structurii aripei.

Tabla de aliaj ușor, utilizată ca îmbrăcămintea a aripei, înlătură dezavantajele semnalate la contrapla-caj, așa încât are o mare tendință de a cucerii actualele construcții, mai cu seamă că un asemenea avion — complet metalic — poate fi lăsat sub cerul liber, fără riscul unor stricăciuni sau deformațiuni apreciabile.

Greutatea tablei comparată — la metru patrat — cu a pânzei, este însă foarte mare și înlăturarea acestui neajuns nu este de întrevăzut, decât tot odată cu construcțiunile în care îmbrăcămintea ia parte integrală la rezistența aripei.

#### **Imbrăcămintea cu pânză**

După cum am văzut la capitolul materiilor prime, pânza utilizată deocamdată pentru îmbrăcămintea aripilor, este de in și de bumbac.

Impânzirea aripei se face după ce structura a fost terminată complet și foarte bine lăcuită, iar pânza nu trebuie să aibă contact cu scheletul decât prin intermediul tălpilor nervurilor, pe care de altfel se fixează.

În privința dispunerii pânzei pe aripă, sunt încă păreri cari se contrazic. Astfel, având în vedere că alungirile pânzei, în sensul urzelei, sunt mai mari decât în sensul bătaei, constructorii preferă să dispue pânza cu bătaia perpendiculară nervurilor, iar cusăturile să nu fie decât paralele nervurilor, exceptând numai cazul cusăturilor dealungul marginii de atac sau de fugă, cari vor fi perpendiculare nervurilor. Acest procedeu are dezavantajul, că trebuiesc atâtea innădiri (cusături) ale pânzei, de câte ori lățimea ei intră în anvergura aripei.

Unii constructori însă, dispun pânza cu urzeala și bătaia înclinate de  $45^\circ$  pe nervuri (respectiv pe longeroane), deoarece — în acest caz — rupturile eventuale ale pânzei au o tendință mai mică de a se mări și propaga, așa cum se întâmplă uneori, când pânza este dispusă ca mai sus, căci o plesnitură între nervuri, poate să se propage pe întreaga profunzime a aripei.

Impânzirea aripilor de avion se face în două feluri, după grosimea aripilor: prin *lardare*, când profilul este subțire sau mijlociu și prin *cusătură*, când profilul este gros (depășește 30—40 cm.).

Prin lardare se procedează astfel:

Pânza este așezată pe aripă cu bătaia perpendiculară nervurilor, cu fășiile cusute astfel, încât să cuprindă tot scheletul, apoi întinsă ușor și fixată provizoriu, prin ace sau legături speciale, către extremități și marginea de fugă. După acesta, se așează dealungul nervurilor câte o bandă sau o tresă, care — după lardare — ferește pânza să nu fie tăiată de firul de lardat. Se procedează apoi la fixarea definitivă a pânzei, lardând-o pe fiecare nervură cu ajutorul unui fir de in. Firul înconjoară complet nervura și de fiecare dată este înnodat așa încât, dacă se rupe undeva, să nu pericliteze întreaga legătură. Nodurile trebuie făcute deasupra tălpei nervurei. Firul de in

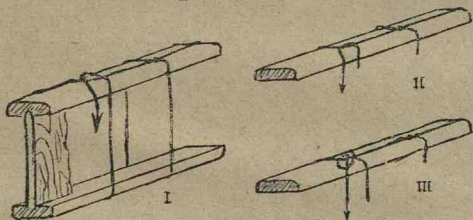


Fig. 93.

trebuie să aibă o bună rezistență la ruptură (cel puțin 15 kgr.), iar depărtarea între noduri trebuie să fie de cel mult 5 centimetri, așa cum se vede în figura 93.



Pe figură se vede: în I felul cum trebuie înțeleasă lardarea; II lardarea fără noduri, încrucișându-se numai firele, așa încât o rupere a firului — care este continuu — antrenează slăbirea întregului sistem; iar în III felul cum trebuie făcut nodul, așa încât să se înlăture orice pericol.

După lardare se lipește, peste tălpile nervurilor, câte o bandă de pânză, ca să protejeze firul și nodurile. De obicei aceste benzi au marginile zimțuite, pentru ca lipirea să se facă și mai bine.

Lipirea se face cu anduit gros, trecând două straturi de anduit pe pânză și apoi după lipirea benzei, se trece al treilea strat.

Pe marginea de atac pânza nu este decât sprijinită, fixarea rezultând din dispunerea ei așa fel încât, să îmbrățișeze marginea de atac. Pentru o mai bună siguranță, tresele cari se așează înainte de lardare, îmbrățișează și ele marginea de atac, fixând pânza și mai bine. La marginea de fugă cele două extremități ale pânzei sunt cusute dealungul ei.

Când profilul aripei este gros, atunci lardajul ar fi greu de realizat, deoarece ar trebui ace prea lungi, greu de ghidat dintr'o parte în alta a aripei, cu toată întrebuițarea unor lămpi speciale, care să lumineze pânza — în punctul de lardat — deoparte și de alta. Deasemenea, s'ar consuma ață multă, deoarece ar necesita înconjurul unei nervuri, al cărui profil este gros. În acest caz, în locul lardajului se preferă fixarea pânzei, cusând-o pe un maruflaj făcut în prealabil pe tălpile nervurilor. Cusătura se face atunci cu ață de cusut și se face câte un nod după fiecare împunsătură (cam la 2 cm. cel mult). Se lipește apoi o bandă pe deasupra, așa cum am văzut la lardare.

Maruflajul nervurilor se poate face cu o bandă (bandajând tălpile nervurilor) înfășurată în spirală sau cu

un tub de pânză, în care se introduc tălpile nervurei, sau nituind o bandă mai lată dealungul tălpilor, odată cu zăbrelele nervurilor.

După împânzire se dau trei straturi de anduit și un strat de lac gras. Uneori în locul lacului gras, se trece pe un al patrulea strat de anduit, dar acest procedeu antrenează supraîntinderi (supratensiuni) periculoase în pânză, fără a face o bună protecție contra umidității, deoarece anduitul este higroscopic.

### **Imbrăcămintea cu contra-placaj**

Ori câte precauțiuni am lua la împânzirea unei aripi, totuși — după câteva ore de sbor — pânza se întinde, se deformează, iar pe timpul sborului formează un fel de escavațiuni (falduri) între nervuri. Atunci profilul ne mai fiind perfect asigurat și rezistența la înaintare a avionului mărită, din cauza fâlfâirei pânzei, este natural ca avionului să i se micșoreze calitățile aerodinamice.

Pentru a se înlătura toate inconvenientele arătate mai sus, s'a căutat înlocuirea pânzei prin panouri de contraplacaj. Dar o simplă înlocuire numai, neschimbând întru nimic structura generală a aripei, ar antrena o mărire considerabilă a greutatei. De aceea utilizarea îmbrăcămintei în contraplacaj necesită neapărat o schimbare a structurei aripei, spre a i se reduce greutatea.

O primă schimbare a structurei constă în reducerea nervurilor, căci panourile de contraplacaj fiind rigide, față de pânză, care de fapt nu devine rigidă decât prin întinderea ei, va permite un spațiu mult mai mare. O altă schimbare constă în reducerea rezistenței nervurilor, suprimând la unele inima, deoarece utilizarea contraplacajului le fac solidare pe toate. Se păstrează însă din loc în loc niște nervuri întărite, cari compar-

timentează eforturile, asigurând rezistența în cazul ruperei contraplacajului pe o porțiune oarecare; iar pentru o asigurare și mai bună a rezistenței, se unesc nervurile prin niște șipci subțiri, așezate dealungul aripei, cam la 10 cm. una de alta, așa încât contraplacajul să fie sprijinit (fig. 94).

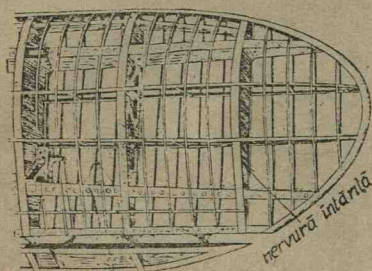


Fig. 94.

Panourile de contraplacaj sunt fixate apoi pe nervuri și șipci, prin șuruburi arămite sau alămite; se întrebunțează și ținte simple, însă este periculos. Panourile sunt mai întâi udate, așa fel încât după

uscare, să capetele un fel de întindere (analogă pânzei prin anduire).

La unele avioane aripa este îmbrăcată cu benzi de contraplacaj, cari se încrucișează la  $45^\circ$  pe nervuri și se fixează prin ținte și clei, realizându-se o adevărată *aripă-cocă*.

Dar, oricare ar fi soluția utilizată pentru realizaera îmbrăcăminteii în contraplacaj, totuși comparând-o cu împânzirea, greutatea pe metru pătrat rămâne superioară.

Contraplacajul trebuie foarte bine lăcuit, după îmbrăcăminte, spre a nu se deforma din cauza umidității.

### Imbrăcăminte metalică

Am văzut mai sus că, îmbrăcăminteii în contraplacaj câștigă multe avantaje, față de împânzire, dar pericolul deformațiilor sub influența umidității sau pericolul absorbirii cleiului foilor de placaj, după un timp oarecare, nu se poate înlătura. Din aceste motive,

nevoia îmbrăcăminte metalice a apărut imediat. Încercându-se însă o simplă înlocuire a pânzei sau a contraplacajului cu tablă de aliaj ușor, s'a obținut o aripă foarte grea. În consecință, o structură clasică de aripă nu poate fi îmbrăcată cu metal, deoarece ar deveni prea grea. S'a încercat totuși, ca și în cazul contraplacajului, o simplificare a structurei interioare a aripei, dar tot nu s'a obținut mare lucru. Singura soluție aplicată și care tinde să dea rezultate din ce în ce mai bune este atunci când îmbrăcămintea ia parte integrală la rezistența aripei. Dar și aici diversitatea rezultatelor ne arată o tatonare în jurul soluției definitive, care întârzie încă, atât din cauza negăsirei unui aliaj rezistent și foarte ușor, cât și din cauza actualelor metode de fabricație. Multă vreme una din cauzele cari frâna aplicarea îmbrăcăminte metalice — ca și în contraplacaj de altfel — a fost și necunoașterea precisă a unei metode de calcul, ce pare a fi, în bună parte, pusă la punct astăzi.

În consecință, schimbând structura internă a aripei, pentru a trece o parte din rolul ei îmbrăcăminte metalice, înseamnă că ne depărtăm de aripa clasică, și dăm peste o nouă aripă, pe care o vom denumi *aripa modernă*.

## 2. ARIPA MODERNĂ.

Aripa modernă complet metalică s'a realizat în două feluri: „*aripa-cocă*“ și „*aripa-cheson*“ pe care le vom studia mai jos.

### ARIPA-COCĂ.

Prin *aripă-cocă* se înțelege o aripă a cărei structură interioară dispăre aproape complet, rămânând ca rezistența și profilul să fie asigurate numai de îmbrăcămintea. Cu alte cuvinte, aci nu numai că facem să concure îmbrăcămintea la rezistența aripei, dar chiar

i-o atribuim toată, suprimând aproape complet structura. Dar, după cum vom vedea mai jos, suprimarea completă a structurii interioare nu s'a putut obține, însă s'a simplificat mult, reducându-se la simple benzi de metal sau cel mult profileuri ușor de asamblat.

Posibilitățile de realizare sunt următoarele:

1. Utilizarea a două straturi concentrice de tablă (fig. 95), despărțite printr'un sistem celular.

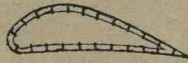


Fig. 95.

2. Utilizarea unui înveliș de tablă întărit cu întăritori speciali, nituiți (fig. 96).

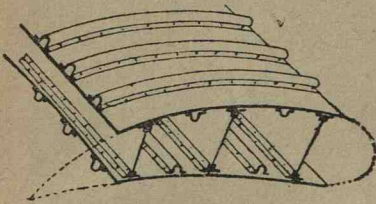


Fig. 96.

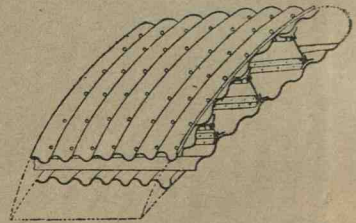


Fig. 97.

3. Utilizarea tablei ondulate, fie simplă, fie dublă, nituite cu ondulațiunile încrucișate (fig. 97).

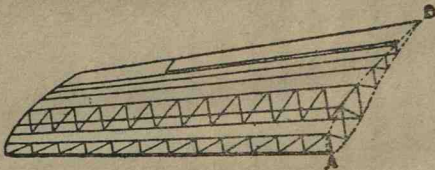


Fig. 98.

#### 4. Combinarea sistemelor de mai sus, după cazuri.

În general însă, oricare ar fi soluția, interiorul unei aripi cocă este întotdeauna întărit cu diafragme, sau cu zăbrele (fig. 98).

Dar pentru a reda o construcție mai ușoară, mai practică, se fragmentează adesea aripa transversal

(fig. 99), lucrându-se fiecare fragment separat, apoi se montează aripa, asamblând fragment de fragment prin feruri speciale.

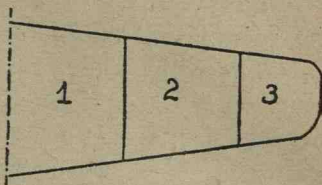


Fig. 99.

#### ARIPA-CHESON.

Prin *aripă-cheson* se înțelege un cheson principal, format ca o grindă monolonjeron, la care se fixează marginea de atac și marginea de fugă, confecționate separat. O astfel de aripă este fragmentată longitudinal, așa cum se vede în figura 100 unde chesonul principal este la mijloc, iar marginea de atac și marginea de fugă sunt montate ulterior. Fragmentul principal, sau chesonul, trebuie să reziste singur tuturor eforturilor aripei.

*Observațiuni asupra aripilor fragmentate.*

Aripile fragmentate au avantajul de a fi ușor construite, ușor demontate, pentru a li se înlocui fragmentele avariate, dar au neajunsul de a avea o slabă rezistență dealungul liniilor de fragmentare. Totuși viitorul lor este destul de mare.

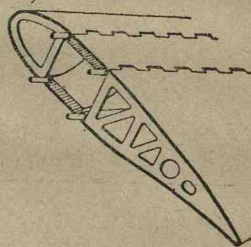


Fig. 100.

### 3. ARMĂTURA EXTERIOARĂ.

Aripile sunt fixate la fuzelaj sau între ele, fie liber, fie prin intermediul unui sistem de montanți, mați, contrafișe, diagonale, etc... care se numește *armătura exterioară*. Cel mai complet sistem fiind însă pentru biplane, vom studia armătura exterioară a unui biplan. Vom găsi deci, în compoziția armăturii exterioare:

1. *Montanți de cabană* sau de *baldachin*, prin intermediul cărora se fixează aripa de sus la fuzelaj.

2. *Montanți de celulă*, care leagă cele două aripi, sau *mați*, când silueta aerodinamică a biplanului este mai ușoară, urmărindu-se o micșorare a rezistenței la înaintare.

3. *Diagonale* sau *hobane*, care redau indeformabilitatea sistemului.

Deoarece prin *mat* se înțelege un montant (pop) mai rezistent și deci mai complet, vom studia numai construcția lui, în cele ce urmează.

#### MAȚI.

Mații servesc la menținerea interplanului aripilor la biplane (sau în general al multiplanelor). În structura clasică a celulei, ei constituiesc montanții grindei cu zăbrele, formată de cele două lonjeroane superioare și inferioare. Așa dar, ei vor fi chemați să lucreze numai la *apăsare* (compresiune). Însă lungimea lor fiind destul de mare, apăsarea maților este mai întotdeauna susceptibilă de *încovoere* (îngenunchere) și de aceea ei vor fi calculați și construiți, ca să reziste în bune condițiuni la o apăsare cu îngenunchere (*compresiune cu flambaj*).

Având însă în vedere că, mații constituiesc o armătură exterioară a celulei, ei vor opune o mare rezistență la înaintare, frânând deci viteza avionului. Dar

pentru a micșora această rezistență la înaintare, li se dau — la exterior — forma corpului capabil de o rezistență minimă, adică secțiunea lor transversală va fi ovală, foarte alungită și ascuțită în spre înapoi (fig. 101).

Raportul dintre lungimea și lățimea acestei secțiuni transversale variază, de obicei, între 2 și 4.



Fig. 101.

Mașii fiind chemați să asigure *interplanul* și *decalajul* aripilor unui biplan, vor trebui să asigure indeformabilitatea celulei, atât la încovoare (flexiune), cât și la răsucire (torsiune). În acest scop, planul vertical al mașilor trebuie să constituie un sistem indeformabil, așa cum este și planul montanșilor unei celule clasice (fig. 102),

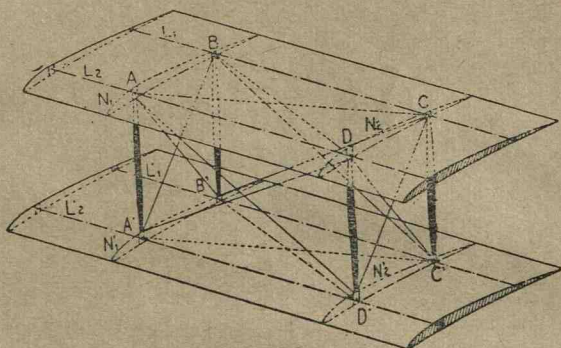


Fig. 102.

unde indeformabilitatea planurilor montanșilor  $AA'$  și  $BB'$ , este redută prin diagonalele  $AB$  și  $A'B'$ ; iar a montanșilor  $CC'$  și  $DD'$ , prin diagonalele  $CD'$  și  $CD$ ; diagonalele având rolul contravântuirii.

În cazul mașilor, suprimându-se montanșii, indeformabilitatea este dată, fie prin doi mași încrucișați



cu diagonalele  $S$  și  $R$  (fig. 103), fie prin doi mați verticali și unul înclinat, formând un  $N$ , fie printr'un

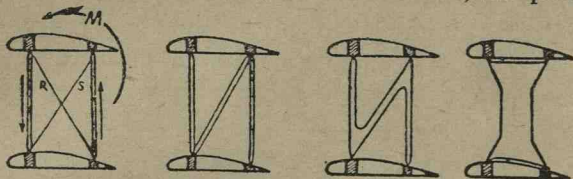


Fig. 103.

singur mat rigid în formă de  $N$ , fie — în sfârșit — printr'un monomat, așa cum vom vedea mai jos.

În prima figură se arată cum sub influența unei tendințe de răsucire  $M$  (un cuplu de torsiune) matul anterior lucrează la apăsare negativă, cel posterior la apăsare pozitivă, de unde tendința de a deforma dreptunghiul format de ei și de cele două traverse, aplecându-l în spre înainte, antrenând o apăsare în diagonala  $S$  și o tracțiune în  $R$ . Din această simplă observație rezultă dispoziția în  $N$  inversat a celorlalți mați, punând diagonala rigidă așa fel, încât să lucreze la apăsare, spre a simplifica sistemul de asamblare. Dacă  $N$ -ul ar fi așezat normal, diagonala ar lucra la tracțiune și în acest caz capetele ei ar trebui articulate prin bulonare, în ferurile longeroanelor.

În a patra figură s'au utilizat doi mați încrucișați în  $X$ , însă ansamblul lor este îmbrăcat într'un carenaj de tablă sau de contraplacaj. Mații sunt articulați și la capete și între ei, spre a asigura o bună indeformabilitate.

### Mați de lemn

Lemnul cel mai bun, pentru construcția maților, trebuie să aibă o bună cotă de calitate statică și specifică, precum și o bună cotă de tărie și tenacitate. În general aceste condițiuni le îndeplinește moliftul.

Scândurile de molift trebuiesc să fie lipsite de orice defect, să fie omogene și să aibă fibrele drepte și foarte regulate.

Forma exterioară a unui mat trebuie să fie aceea a unui solid de egală rezistență la apăsare cu îngenuchere (flambaj), adică având secțiunile transversale din ce în ce mai mari, către mijloc și maximă la

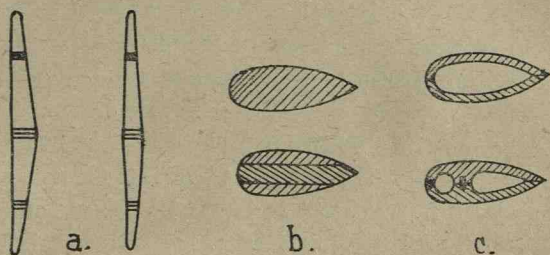


Fig. 104.

mijloc (fig. 104 a), bine înțeles forma secțiunii rămânând mereu aceea capabilă de o rezistență minimă la înaintare. Uneori însă și mai ales pentru montași, în scopul simplificării construcției, li se menține o aceeași secțiune transversală pe toată lungimea.

Pentru avioanele mici, de cele mai multe ori secțiunea este plină, matul fiind făcut dintr'o scândură, sau din mai multe scânduri încleeate (fig. 104 b). În acest caz scândurile trebuiesc neapărat să fie debitate pe sferturi în diagonală sau cel mult pe sferturi drept.

Pentru avioanele mai mari, menținerea secțiunii pline, ar conduce la realizarea unor mași prea grei și prin urmare scobirea lor în interior se impune, cu toată mâna de lucru utilizată în plus și cu toată pierderea de material. În acest caz, mașii sunt construiți din două cochii încleeate (fig. 105 c), scobite pe toată lungimea matului, afară de extremități, uneori și la mijloc se lasă secțiunea plină, mai ales atunci

când forma exterioară este aceea a solidului de egală rezistență la apăsare cu îngenuchere. Încleerea cochiiilor se întărește cu niște baghete de lemn tare.

În cazul când dimensiunile avioanelor necesită mași și mai puternici, atunci se construiesc niște adevărate longeroane în cheson, carenate înainte și înapoi cu câte un bec de contraplacaj, spre a-i da o secțiune capabilă de o rezistență minimă la înaintare. Dar, având în vedere că asemenea construcții ar fi prea complicate, se preferă, în asemenea cazuri, mașii metalici.

După ce mașii de lemn au fost încleeați și modelați, se lăcuiesc, avându-se — bine înțeles — grijă a se lăcui și cochiiile în interior. Uneori sunt maruflați pe întreaga lungime, alții întăriți numai cu niște brățări.

Mașii se assemblează cu longeroanele prin intermediul unor feruri speciale, formând un fel de ceașcă, în care se introduce capătul matului, ori uneori prin intermediul unei urechi, care se bulonează într'o șapă, fixată la longeron sau invers.

### Mași metalici

Mașii metalici sunt foarte întrebuițați, uneori chiar pe avioanele a căror structură este în lemn.

Din oțel sau duraluminiu, mașii metalici sunt făcuți din *tuburi rotunde*, *tuburi ovale* sau *tuburi torpedo*, sau chiar din *profile speciale*.

Tuburile rotunde au marele avantaj de a avea aceeași rezistență în toate direcțiunile lui transversale, ceea ce îl face să reziste foarte bine la apăsare cu îngenuchere. Însă pentru a-i micșora rezistența la înaintare, se carenează, fie introducându-l într'o teacă de contraplacaj, fie lipindu-i înapoi un carenaj de lemn (fig. 105). Uneori se carenează introducându-l

într'un adevărat mat de lemn, așa cum am văzut mai sus. Alteori carenajul poate fi chiar de metal, utilizând o tablă de aluminiu, înfășurată în jurul tubului-mat și nituită lateral.

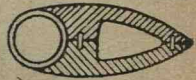


Fig. 105.

Tuburi torpedo de oțel de dur-aluminiu sunt mult întrebuințate, având și avantajul unui preț mai efitin, datorită unificării. Adesea, pentru motivul că aceste tuburi nu au o alungire suficientă, unii constructori lipește un carenaj din molif, la partea dinapoi (fig. 106). Dar tuburile torpedo au neajunsul de a nu realiza o rezistență deopotrivă în toate direcțiunile transversale și atunci este nevoie de o întărire specială, mai ales mijlocul mațului. Această întărire poate consta dintr'o căptușală interioară, așa cum am văzut la longeroanele tubulare.



Fig. 106.



Fig. 107.

Uneori se întrebuințează mați cu profile speciale, în care caz sunt construiți din două cochii metalice, obținute la presă și nituite (fig. 107).

La extremități, mații sunt prevăzuți cu feruri de fixare la longeron. In cazul tuburilor torpedo, ferura este un fel de dop de aluminiu, fixat cu nituri, agrafe (nituri tubulare) sau buloane. Acest dop are un brâu, pe care se sprijină tubul, spre a nu se desface sub efectul apăsării. Uneori ferurile sunt făcute din oțel forjat sau sudat, procedeu aplicat în special tuburilor rotunde.

Contrafișele, întrebuințate pentru întărirea aripilor

monoplane, se mai numesc uneori — impropriu de altfel — mați înclinați. Ele sunt chemate să lucreze și la tracțiune și la apăsare astfel, în monoplane cu aripa deasupra fuzelajului, contrafișele lucrează pe timpul evoluțiilor normale la tracțiune, dar la aterisaj și în sbor pe spate lucrează la apăsare. În cazul monopanelor cu aripa sub fuzelaj, contrafișele lucrează în mod normal la apăsare și numai excepțional de tracțiune. Din aceste motive, construcția lor nu diferă de construcția maților, decât prin atenția deosebită ce se dau ferurilor dela extremități, astfel încât să lucreze în bune condițiuni și la tracțiune.

Contrafișele trebuie neapărat să permită reglajul avionului și în acest scop, sunt prevăzute cu niște tije la extremități, ghiventuite în două sensuri, permițând înșurubarea într'o parte în capătul contrafișei și în cealaltă parte, în ferura de fixare dela longeronul din aripă, ori fuzelaj. Un sistem de contra-piuliță permite blocarea acestei tije, spre a înlătura orice risc de debulonare pe timpul sborului. Un asemenea mijloc de reglare se face de obicei și pentru cazul avioanelor biplane, fără hobane, mații fiind prevăzuți cu tije de reglaj, ori numai la partea anterioară, ori numai la partea posterioară. În cazul avioanelor cu hobane, reglajul se face prin tensiunea hobanelor sau diagonalelor.

### M o n o m a ț i

Am văzut mai sus că asigurarea indeformabilității nu se putea face decât cu doi mați, prevăzuți cu două diagonale suple sau cu o diagonală rigidă. Dar acest ansamblu produce o rezistență la înaintare apreciabilă și tocmai în scopul de a micșora această rezistență la înaintare, unii constructori au realizat *mono-*

*matul*, adică un singur mat, încastrat sau articulat rigid printr'un sistem oarecare, la structura celor două

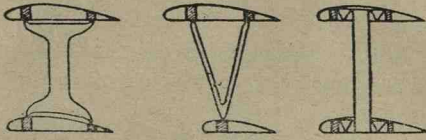


Fig. 108.

aripi. Cei mai obișnuiți monomați se văd în fig. 108.

Monomații se construiesc după aceleași principii și reguli ca și mații ordinari, cu singura deosebire că, secțiunea lor este mult mai mare. Uneori însă, când pericolul de apăsare cu încovoare este mai mare, monomații se construiesc ca o adevărată grindă cu zăbrele, care apoi este carenată la exterior.

Soluția monamaților, deși micșorează rezistențele la înaintare, nu este dintre cele mai fercite, din punct de vedere al solidității și mai ales al reglajului. În orice caz această soluțiune nu trebuie aplicată decât la nevoie.

#### HOBANE.

Prin hobane se înțeleg diagonalele cele mari ale biplanelor. Ele se construiesc în mod special, din oțel de mare rezistență și, pentru că sunt exterioare, sunt fuzelate, motiv pentru care se mai numesc și *hobane fuzelate*. Aceste hobane au anumite lungimi și se termină la extremități cu câte o tijă rotundă și ghiventuită, având o secțiune la fundul ghiventului egală cu secțiunea fuzelată. Prin intermediul acestor tije, hobanele sunt fixate în șape speciale, dându-le întinderea voită. Au însă neajunsul de a trebui să fie fabricate special, pentru fiecare lungime ce voim să hobanăm.

Hobanele sunt fixate prin intermediul unor feruri speciale numite *șape*, în care se înșurubează capetele hobanului, strângându-le după voință.

#### *Observațiuni.*

Uneori, și mai cu seamă în trecut, când nu se cunoșteau hobanele fuzelate, diagonalele erau realizate cu ajutorul cablurilor. Coardele de pian au dezavantajul de a se răsuci în spirală, în caz de ruptură, sfășâind pânza sau agățându-se uneori de elice, când sunt în apropiere, și dând astfel cazuri la accidente grave. Deasemenea rezistența coardelor de pian, luând pe cele mai groase (de 7 mm. diametru) nu depășesc 5.000 kg., prin urmare, în cazul eforturilor mai mari, în loc să le dublăm — pentru a evita dezavantajul pomenit mai sus — le substituim cu *cabluri*.

Cablurile întrebuințate pentru hobane, sunt rigide și făcute din oțel de mare rezistență. În cazul când suntem nevoiți — din cauza efortului prea mare — să dublăm sau să triplăm cablurile, atunci ele trebuiesc neapărat carenate, servindu-ne de șipci de molift, astfel încât să se evite mărirea rezistențelor la înaintare, atât prin dispunerea lor independentă, cât și prin vibrațiunile pe care le-ar avea fiecare, iar când două diagonale se întâlnesc, atunci sunt deasemenea legate, spre a mărginii și mai mult vibrațiunile.

Când mai multe cabluri sunt chemate să lucreze la un acelaș hoban, ele trebuiesc să aibă acelaș diametru, pentru a avea cam aceeași alungire, iar fixarea lor trebuie făcută prin intermediul unui palonier, spre a egaliza eforturile. Intinderea cablurilor se face tot cu ajutorul tendoarelor, descrise deja mai sus.

Fixarea cablurilor la feruri și la tendoare se face trecându-le după o formă specială (cosă), apoi se împletesc firele capătului, introducându-se în împletitura celeilalte ramuri a cablului. Uneori se mai acoperă totul și cu sudură de cositor. Unii constructori fixează extremitatea cablului în gaura unei piulițe de formă conică, despletindu-i puțin firele și turnând cositor topit. Piulița poate să fie prevăzută cu un sistem de înșurubare de așa natură, încât să se evite utilizarea tendorului, ceiace ar produce o apreciabilă economie și în greutate și în preț.

De obicei înainte de montaj, cablurile sunt încercate la o încărcătură puțin superioară (se preconizează încărcătura dublă) celei normale, la care este chemat să reziste, dându-i astfel o alungire inițială și făcându-l deci ușor reglabil.

## 4. FUZELAJUL.

## GENERALITAȚI.

Fuzelajul este partea din planor, care leagă aripile cu ampenajele. Este așezat dealungul axului longitudinal (în cazul multifuzelajelor, fuzelajele sunt dispuse simetric față de axul longitudinal). El poartă de cele mai multe ori echipajul, greutatea utilă, motorul, etc...

Eforturile suferite de fuzelaj sunt:

1. *De încovoare simplă*, în planul vertical, negativă (de sus în jos) sub acțiunea profundorului, mai ales în redresarea bruscă din picaj; pozitivă (de jos în sus) din cauza reacțiunii solului asupra bechiei la aterisaj, precum și din cauza inerției maselor repartizate în fuzelaj.

2. *De încovoare și răsucire* în acelaș timp, sub acțiunea direcției, în viraje, sbor lateral, zig-zag, alunecare pe aripă, etc...

Din cauza eforturilor pe care le suportă fuzelajul, trebuie să constituie în tot o grindă capabilă să reziste în cele mai bune condițiuni.

La exterior, fuzelajul trebuie să aibă forma cea mai apropiată a corpului capabil de o rezistență minimă la înaintare. Lungimea fuzelajului, socotit dela centrul de greutate al avionului până la articulația profundorului, este cam jumătate din anvergura aripei. Secțiunea transversală maximă a fuzelajului trebuie să fie ctă mai mică, natural, în limitele posibilităților cerute de amenajamente.

Construcția fuzelajului se face, ca și a aripei, atât în lemn, cât și în metal, sau din ambele deodată, iar îmbrăcămintea poate fi de pânză, contraplačaj, sau tablă de aliaje ușoare.



## FUZELAJE DE LEMN.

**Grindă cu zăbrele**

Fuzelajele în grindă cu zăbrele de lemn sunt compuse din patru longeroane, reunite prin montanți și traverse, astfel încât se realizează o succesiune de cuburi, cari sunt redete indeformabil prin diagonale, fie suple (coarde de pian), fie rigide (bare de lemn). Diagonalele pot fi plasate fie pe fețele cuburilor, fie în planurile diagonale ale cuburilor. Prima dispunere, îngreuiind puțin sistemul, are avantajul unui montaj și reglaj ușor, înlesnind în același timp și amenajarea în condițiuni mai bune în interiorul fuzelajului. A doua dispunere, deși aduce o economie de greutate, totuși nu are avantajele pomenite mai sus și de aceea o vom întâlni mai rar. Uneori, când nevoile de amenajare necesită suprimarea diagonalelor pe o porțiune oarecare, cuburile sunt redete indeformabil prin cadre sau feruri speciale, fixate la colțurile lor.

*Longeronul*, trebuind să reziste bine la încovoere, va fi făcut din *molist* sau la nevoie din *frasin*.

Construcția longeroanelor pentru fuzelaj se face, aproape în întregime, după aceleași principii văzute la construcția longeroanelor de aripi. De obicei longeroanele fuzelajului sunt de secțiune plină (pătrată), variind rare ori secțiunea, care se micșorează către coada fuzelajului.

Uneori însă, longeroanele sunt scobite (tupiate) numai între montanți și traverse și numai lateral. Deosebirea rare ori, și în special în cazul avioanelor mari, longeroanelor fuzelajului sunt în cheson, conservându-se o secțiune plină sau întărită în dreptul montanților și traverselor.

Înădirea longeroanelor de fuzelaj se face la fel ca la cele de aripi.

*Montanții și traversele* fiind chemate să lucreze la

apăsare, vor fi făcute după principiile văzute la aripă.

*Diagonalele*, deasemenea sunt — în cele mai frecvente cazuri — din coarde de pian.

*Ferurile* necesare asamblării montanților, traverselor și diagonalelor la longeroane, se fac după principiile de construcție a ferului în general, așa cum vom studia mai jos.

Constituirea structurii fuzelajului se face dispunând în general longeroanele superioare orizontal, când avionul este în linie de sbor și se reunesc la partea posterioară. Longeroanele inferioare converh deasemenea în planul orizontal, către partea posterioară, însă sunt puțin curbate sau înclinate în sus, înlesnindu-se astfel formarea solidului capabil de o rezistență minimă la înaintare.

La partea posterioară longeroanele inferioare și superioare sunt reunite printr'un montant mai puternic, denumit *coadă* sau *etambot*, pe care se fixează adesea direcția.

La partea anterioară longeroanele fuzelajului sunt iarăși curbate, pentru a le apropia și a primi suportul motor. Fuzelajele, cari nu poartă motorul, au partea anterioară terminată cu un carenaj, micșorându-i rezistența la înaintare.

Imbrăcămintea fuzelajelor de lemn este, de obicei, în pânză și numai rare ori cu panouri de contraplacaj. Când însă fuzelajul poartă și motorul, atunci porțiunea în care se află motorul, este acoperită (capotată) cu tablă de aluminiu sau duraluminiu. Tablele sunt convenabil aduse la forma voită prin ciocănire, și astfel fixate, încât să permită un demontaj rapid și o bună accesibilitate la motor. Deasemenea, pentru a înlesni o accesibilitate imediată la magnetouri, carburatoare sau bujii, deseori se prevăd și porțițe de vizită, prevăzute cu balamale duble, așa încât prin

scoaterea unui singur cui, porțițele să se deschidă.

Înapoia motorului, urmând adesea la multe avioane, locul echipajului, i (se face o îmbrăcăminte cu panouri de contraplacaj, deoarece pânza ar fi prea fragilă. Urmează apoi îmbrăcămintea numai de pânză, care nu este fixată direct pe schelet, ci pe niște șipci ținute și ele — la rândul lor — pe niște forme ovale, fixate la carcasa fuzelajului, asigurând astfel fuzelajului o formă foarte apropiată de aceea a solidului capabil de o rezistență minimă la înaintare.

Formele ovale sunt din scândurele de brad de 8—10 milimetri grosime, ajurate convenabil și fixate în jurul traverselor și montanșilor cu niște feruri ușoare și simple. Ele sunt prevăzute pe marginea exterioară cu tăeturi, în care se fixează șipcile de brad, prin încleere sau cu niște cuie cositorite ori arămite, dealungul fuzelajului. Apoi marginea formelor este acoperită cu o bandă de pânză lipită, pe care se sprijină sau se coase chiar îmbrăcămintea. Pânza, cu care se îmbracă fuzelajul, este cusută sau se fixează numai cu ajutorul unui șiret, dealungul fuzelajului. După ce fuzelajul este îmbrăcat, se vopsește și se lăcuește ca și aripa.

### Fuzelaj-cocă

Prin *fuzelaj-cocă* de lemn se înțelege o construcție, unde se suprimă aproape complet carcasa interioară, lăsându-se numai o îmbrăcăminte exterioară de contraplacaj, de o grosime variind între 3—8 mm., după dimensiunile aparatului. Acest fuzelaj prezintă multe avantaje, printre cari: excelentă posibilitate de amenajare interioară, unde nu mai întâlnim nici zăbrele, nici diagonale, carenaj perfect, indereglabil și foarte rezistent la răsucire. Din nenorocire însă dezavantajele sunt și mai numeroase: calculul unui fuzelaj-cocă

nu este încă pus definitiv la punct, dându-ne adesea rezultate ce conduc la construcțiuni prea grele, sau prea fragile. Fixarea aripilor, trenului de aterisaj și suportului motor este foarte grea și nu se poate obține decât cu feruri radiale foarte lungi și complicate, îngreuiind și lucrul și materialul.

Necesitatea amenajamentelor obligă pe constructor să taie coca în diverse puncte: locul pilotului, observatorului, aparat fotografic, aruncător de bombe, țevărie, rezervoare, etc. slăbind-o considerabil, tocmai în punctele unde eforturile sunt cele mai mari. Iar dacă motorul este instalat direct în prelungirea fuzelajului-cocă, accesibilitatea lui este atunci foarte grea.

Din aceste motive astăzi fuzelajele cocă sunt mai rar întrebuințate.

## FUZELAJE DE METAL.

### Grindă cu zăbrele

Fuzelajele în grindă cu zăbrele de metal sunt identice, ca formă și concepție, celor în lemn. Natural, și aici ca și la aripă, constructorii au ezitat mult să înlocuiască lemnul, totuși față de progresul accelerat al construcției, substituția odată începută, a cucerit în scurt timp aproape întreaga construcție a fuzelajelor, așa încât lemnul astăzi constituie doar o excepție.

Tuburile rotunde sunt foarte avantajoase structurii fuzelajului, deoarece lucrează deopotrivă în toate direcțiile la apăsare; au însă dezavantajul unei grele asamblări.

Sistemele de asamblare sunt:

1. Cu „*manșoane-noduri*“, construite special prin sudura unor mici elemente tubulare, în care se introduc longeroanele și zăbrelele fuzelajului.

2. Cu „*manșoane demontabile*“, nodul fiind consti-

tuit dintr'o brățare și două elemente tubulare, cari constituiesc manșoane adiacente. Elementele sunt montate prin buloane.

3. Cu „feruri presate“, astfel încât după nituirea lor, îmbrățișează forma nodului.

4. Prin utilizarea „sudurei autogene“.

5. Dacă longeroanele și zăbrelele (montanții, traversele și uneori chiar diagonalele) sunt făcute din altfel de profile (corniere sau tuburi dreptunghiulare), atunci asamblarea lor se poate face direct prin nituiri sau buloane, ca orice grindă mai complicată.

Cel mai obișnuit mijloc este însă sudura autogenă.

#### CATEVA CONSIDERAȚIUNI ASUPRA SUDUREI AUTOGENE.

Prin sudură autogenă se înțelege reunirea permanentă a două sau mai multe piese metalice, de aceeași compoziție, prin topirea părților în contact, sau prin intermediul topirei unui metal denuțit „metal de aport“. Metodele cele mai obișnuite de sudură sunt: electrică și oxiacetilenică.

*Sudură electrică* are următoarele avantaje:

— cheltuiiala de energie electrică este independentă de masa pieselor de sudat;

— nu deformează piesele sudate.

Are următoarele dezavantaje:

— nu se poate obține căldură fără metal de aport, ceiace înlătură posibilitatea sudurei prin simplă topire a marginilor de sudat;

— sursa de energie nu este ușor transportabilă.

*Sudura oxiacetilenică*, are următoarele avantaje:

— permite sudura fără metal de aport;

— sursa de căldură este ușor transportabilă.

Are următoarele dezavantaje:

— cheltuiiala gazului necesar topirei metalului de aport crește cu masa pieselor de sudat;

— flacăra încălzind și în preajma liniei de sudură, deformează uneori piesele.

*Câteva reguli de sudură.* Trebuie să se țină seamă că, metalul topit pe linia de sudură, suferă diverse fenomene fizice și chimice, al căror efect poate fi bun sau rău, după felul încălzirii, felul metalului de aport și felul operației. Uneori se completează operațiunea sudurei cu un tratament termic sau mecanic. Trebuie de asemenea să se țină seamă de dilatări și contractări pieselor prin încălzire, pregătindu-se în prealabil sudura, astfel încât consecințele să nu pericliteze rezistența asamblării, prin dezvoltarea unor (tensiuni) interioare.

*Rezistența sudurei.* Examinând în special cazul sudurei oțelului (oțelul moale), nu trebuie să se uite că o sudură, oricât de bine ar fi executată, nu reprezintă de fapt decât o linie de metal topit, între două sau mai multe piese de metal laminat, presat, matrisat sau forjat. Apoi, de cele mai multe ori, este imposibil să tratăm termic sau mecanic și linia de sudură, în consecință, rezistența unei linii de sudură (a secțiunii sudate dintre două piese), care nu are o supragrosime (datorită metalului de aport) prea mare, este cam de 75—80% din aceea a pieselor.

Se poate totuși mări rezistența, atingându-se 100% și chiar depășind-o, prin două mijloace:

1. Utilizându-se un metal de aport cu calități superioare, cari prin topire să capete calitățile pieselor de sudat.

2. Mărindu-se grosimea secțiunii liniei de sudură (prin adăugire de metal de aport).

*Metalele de aport* sunt foarte variate și trebuiesc utilizate ținându-se seamă de diversele proprietăți ale metalelor de sudat, de caracteristicile felului sudurei și de felul cum se execută.

Condițiunile principale pe care trebuie să le îndeplinească un metal de aport sunt:

- Să împiedice sau să distrugă oxidațiile sudurei;
- Să conserve cât mai mult, metalelor topite, calitățile lor.

*Formarea lucrătorului sudor,* constituie iarăși o problemă delicată, chiar când el este deja format, căci trebuie supravegheat continuu, supunându-l mereu la încercări, prin sudarea unor eprubete speciale, cari sunt controlate la mașina de tracțiune.

*Asamblarea elementelor unui fuzelaj* prin sudură autogenă se face utilizând un șasiu special, pe care se fixează toate elementele fuzelajului, după care se

reunesc la noduri numai prin câte o picătură de metal de aport. După aceasta, nodurile sunt încălzite înainte de sudură, pentru a evita apoi deformațiunile, iar după sudură, nodurile sunt din nou încălzite, spre a se elimina tensiunile interioare (adică eforturile ce ar rezulta din sudarea elementelor dilatate neregulat, care s'ar contracta prin răcire).

Impânzirea fuzelajelor se face identic ca la cele de lemn, utilizându-se și aci niște forme și niște șipci de lemn, pe care se fixează pânza. Unii constructori au încercat să utilizeze forme și șipci metalice (de aliaj ușor), dar sunt și mai scumpe și mai grele.

### Fuzelaj-cocă de metal

Coca metalică pare să aibă toate avantajele celei de lemn, fără însă să aibă și dezavantajele ei.

Soluțiunile fuzelajului-cocă, construit din metal, sunt aceleași ca și al aripei-cocă, deci utilizând generalitățile văzute, vom cita numai câteva construcții mai răspândite.

*Coca Breguet*, este construită din benzi de tablă de duraluminium în formă de *U* și unite la interior prin nituire, întărindu-le în prealabil cu profile tubulare (fig. 109).

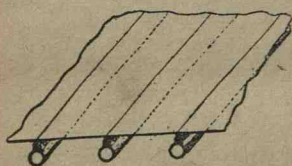


Fig. 109.

*Coca Junkers* este construită din tablă ondulată de duraluminium, formată ca un cornet de hârtie la început, apoi modificată, până capătă forma fuzelajului. În interior coca este întărită cu

niște cadre tot de duraluminium.

*Coca Dewoitine*, este construită dintr'o serie de cercuri interioare și longeroane, formând o puternică

carcasă, pe care se nituesc benzile de tablă. Toată construcția este în duraluminu (fig. 110).

### Fuzelaje fragmentate

În scopul de a înlesni nituirea, de a da posibilitatea unui bun control și de a simplifica reparațiunile, fragmentarea fuzelajelor, ca și a aripilor, trebuie înțevăzută în construcțiunile viitoare. Fie longitudinală, fie transversală, fragmentarea fuzelajului

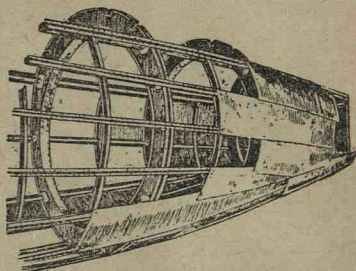


Fig. 110.

ne va da posibilitatea să-l lucrăm pe elemente, cari apoi asamblate prin simple buloane, să constitue un corp foarte rezistent.

Având în vedere însă că, fuzelajul este chemat să reziste la puternice eforturi, se pare că fragmentarea longitudinală ar fi cea mai bună. Totuși, dacă se mențin longeroanele fuzelajului întregi și dacă se fragmentează numai coca transversal, atunci și această fragmentare rezistă bine. În orice caz trebuie dată multă atenție ferurilor de asamblare.

## 5. FERURI.

### DEFINIȚII.

Se numesc *feruri* piesele destinate să asambleze diferitele elemente de rezistență, din carcasa unui avion. Ele au fost astfel denumite, deoarece dintru început au fost făcute din fer sau oțel. Actualmente însă se întrebunțează cu succes aliajele ușoare.

Ferurile se împart în două categorii:

1. Feruri de articulare;



## 2. Feruri de încastrare (îmbinare).

De obicei ferurile de articulare realizează în bună parte și o încastrare, dar care nu este însă socotită în calcule.

Prin *feruri de articulare* se înțeleg acele feruri, destinate să lege două sau mai multe elemente, supuse la eforturi de tracțiune sau de apăsare, direcția eforturilor fiind socotită totdeauna dealungul axului neutru al elementului (sau axului de figură, sau axului de simetrie, când secțiunea elementului este circulară, un poligon regulat, sau un profil simetric). Ele pun deci în contact două sau mai multe axe, în punctul unde se întretae.

Prin *feruri de încastrare* (de îmbinare) se înțeleg acele feruri, destinate să lege două sau mai multe elemente, supuse — pe lângă eforturile de tracțiune sau apăsare — și la tendințele de încovoere sau răsucire și eforturi de tăere sau forfecare. Ele pun deci în contact niște suprafețe.

Ferurile de articulare fiind destinate să lege două sau mai multe elemente, supuse la eforturi de tracțiune sau apăsare, trebuiesc să îndeplinească următoarele condițiuni:

1. Să realizeze o perfectă convergență a axelor elementelor asamblate, înlăturându-se astfel riscul creierii vreunei tendințe de încovoere sau răsucire (cuplu periculos).

2. Să repartizeze uniform eforturile pe întreaga secțiune a elementului articulat (să nu fie dezaxată sau excentrică) sau pe suprafața elementului de care se leagă, formând o pânză de păianjen.

3. Să permită o ușoară și rezistentă fixare a extremităților elementelor de asamblat.

4. Să permită demontarea lesnicioasă a sistemului și înlocuirea elementelor, în caz de reparații.

5. Să fie rezistentă, simplă, ușoară și lesne de fabricat.

Din punct de vedere teoretic, cele mai bune articulații sunt acele sferice sau cu rotulă, permițând o rotație în toate direcțiile.

Cele mai frecvente articulațiuni sunt însă acelea axiale, genul balamalelor, unde rotația este permisă numai într'un plan perpendicular axului de articulație.

Când ferurile sunt destinate să lege două elemente, cari lucrează numai la apăsare, atunci ele se compun numai dintr'o suprafață de sprijin (o ceașcă).

### Fabricarea ferurilor

Ori cari ar fi construcția, lemn ori metal, sau felul ferurei, în general o ferură este compusă dintr'o parte principală, fixată la cel mai puternic element de asamblat (la longeroane de obicei) și care are atâtea urechi sau ochiuri de asamblat, câte elemente sunt.

Ferurile se fac de obicei din tablă de oțel sau duraluminiu, tăiată și îndoită, sau uneori chiar presată, spre a i se da formele necesare. Se mai poate însă face și direct din metal estompat (presat) sau chiar turnat, însă mai rar.

Un procedeu, care tinde deasemenea să se generalizeze, este acela al utilizării sudurei autogene, care simplifică mult fabricarea ferurilor. Totuși este de recomandat, ca sudura autogenă să nu se aplice decât în părțile ferurilor ce nu lucrează la eforturi prea mari. Când însă ferurile sunt făcute din mai multe bucăți, cel mai bun asamblaj al lor este *prin nituire*.

Dar oricari ar fi procedeu de fabricare, ferura nu trebuie să aibă unghiuri prea ascuțite și găuri insuficient rotunjite, capabile să dea naștere la amorse de ruptură.

În construcțiunile în lemn sau în tuburi de metal, se întrebuințează de obicei *feruri înfășurătoare*, îmbrățișând complet nodul, așa cum am arătat la construcția fuzelajelor din tuburi metalice, sau cum se vede în figura 111.

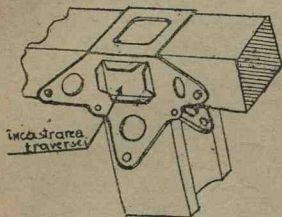


Fig. 111.

Se va căuta, pe cât posibilul permite, să se fixeze ferurile cu brățări exterioare, sau dacă nu se poate, atunci cu buloane plasate în planul neutru al langeroanelor (să nu traverseze tălpile), longeroanele fiind de

obicei întărite cu căptușeli convenabile, exterioare sau interioare, pe porțiunea unde se fixează ferura.

În construcția metalică, unde longeroanele sunt compuse, se întărește numai nodul cu căptușeli convenabile, iar punctele de articulație sunt practicate fie găurindu-se inima sau pereții laterali ai longeronului, în partea întărită, fie nituindu-se niște urechi metalice, sau chiar sudându-se, așa cum am arătat mai sus.

Când ferurile sunt în duraluminium, se întrebuințează, pentru uzinare, metalul în stare recoaptă și se căleşte după terminare. Ferurile sunt apoi protejate contra oxidării prin lăcuire.

Când ferurile de oțel sunt obținute prin decuparea, presarea și îndoirea tablei, este necesar să se înlătore orice ecrusaj făcându-se un tratament termic special. Dacă ferurile au și sudură autogenă, atunci orice risc de supraîncălzire trebuie înlăturat printr'o re-coacere de regenerare.

Principalele feruri ce se întâlnesc în structura unui avion sunt:

*Feruri de aripi pentru:*

- Inădirea longeroanelor;
- Fixarea traverselor;
- Fixarea diagonalelor de aripă;
- Fixarea montanților sau maților;
- Fixarea hobanelor;
- Fixarea contrafișelor (la monoplane);
- Fixarea cabanei sau baldachinului;
- Asamblarea celulei cu fuzelajul.

*Feruri de fuzelaj pentru:*

- Noduri de fuzelaj;
- Fixarea suportului motor;
- Fixarea amenajamentelor;
- Fixarea trenului de aterisaj;
- Fixarea bechiei;
- Fixarea amenajamentelor.

*Feruri de ampenaje.*

*Feruri de suport motor.*

*Feruri de aterisor.*

O parte din ferurile fuzelajului (pentru noduri) a fost deja descrisă, iar o bună parte din restul ferurilor va mai fi descrisă cu ocazia studiului celorlalte părți componente ale planorului: ampenaje, suport motor, aterisor și amenajamente.

## 6. ARIPIOARELE! AMPENAJELE ȘI COMENZILE LOR.

### GENERALITĂȚI.

Ampenajele și aripioarele au de suferit, ca și celelalte părți ale planorului, diferite eforturi pe timpul evoluțiunilor, deci trebuiesc construite astfel, încât să reziste suficient de bine. O caracterstică nouă se prezintă însă în acest caz, și anume, problema rea-

lizărei ampenajelor și a aripioarelor se complică din cauza nevoei de a fi manevrate de către pilot și deci trebuie să se ție seamă de efortul pe care îl poate desvolta în mod efectiv. Cu alte cuvinte, dacă pilotul își propune să manevreze o cârmă, spre a-i da o poziție oarecare, el nu poate s'o facă, decât cu condiția de a învinge *reacțiunea* acestei cârme, datorite poziției noi pe care o ia. Sau invers, cârma odată înclinată, nu poate influența asupra poziției avionului, decât dacă pilotul este în stare să menție această înclinare, altfel ea ar reveni în poziția neutră din cauza reacțiunilor aerodinamice, fără să influențeze poziția avionului. Se vede dar că, forța pilotului trebuie socotită în calcule, cel puțin pentru verificare, pentru orice efort, ținând — bine înțeles — seamă de toți factorii corectivi ca: demultiplicarea comenzilor, compensarea cârmelor, etc.

#### ARIPIOARELE.

Aripioarele servesc pentru ca să asigure avionului maniabilitatea și stabilitatea laterală. Ele sunt — după cum am văzut în prima parte — decupate în marginea de fugă a oripei și mobile în jurul unui ax paralel anvergurei avionului. Profilul lor este, prin urmare, continuarea profilului aripei.

Eficacitatea aripioarelor este cu atât mai mare, cu cât alungirea este mai mare și din această cauză, cele mai bune aripioare ar fi acele tăiate pe toată lungimea aripei, dacă însă comanda lor n'ar întâmpina dificultăți. De altfel încercările în tunelul aerodinamic au stabilit, ca și calculele teoretice, că eficacitatea aripioarelor este proporțională cu alungirea lor, de aceea multe avioane au aripioarele înguste și lungi. La cele mai multe avioane însă, anvergura aripioarelor este cam jumătate din anvergura aripilor. La biplane,

adesea aripioarele sunt așezate numai la aripa de sus sau de jos, după mărimea aripei.

Pe aparatele mari, având o mare inerție transversală, manevra aripioarelor poate să devie obositoare, atât din cauza reacțiunilor aerodinamice mari, cât și dintr'oo neechilibrare perfectă a lor. Din aceste motive mulți constructori au compensat aripioarele. Prin compensarea aripioarelor se micșorează mult cuplul de comandă, pe care trebuie să-l învingă pilotul. Totuși nu trebuie exagerată compensarea și mai ales nu trebuie ca, în nici un caz, rezultanta reacțiunilor aerodinamice să treacă înaintea axului de articulație al aripioarelor, căci în cazul ruperei comenzilor, aripioarele nu și-ar mai lua poziția neutră.

Compensarea se poate face în mai multe feluri, dar de obicei se face prin prelungirea convenabilă a extremității aripioarelor (fig. 112). Această soluție

are avantajele unei realizări simple și puțin costisitoare, are însă dezavantajul unei slabe rezistențe, din cauza prelungirii aripioarei și de cele mai multe ori

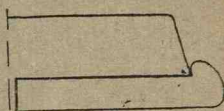


Fig. 112.

dă naștere la violente vibrațiuni, foarte frecvente la extremitățile aripilor. Se mai poate compensa o aripă și prin adăogirea unui plan auxiliar, fixat la aripioară (fig. 113), la partea anterioară. Reacțiunea asupra acestui plan, înmulțită cu depărtarea la aripioară, compensează cuplul aripioarelor și de aceea se poate realiza două variante: ori plan mare și braț de pârghie mic, ori plan mic și braț de pârghie mare.



Fig. 113.

Aripioarele făcând aproape corp comun cu aripile, vor avea întru totul aceeași construcție. Vom distinge

prin urmare o structură compusă din unul sau mai multe longeroane, traverse sau nervuri întărite, diagonale, nervuri și îmbrăcăminte. Parte din elemente pot fi însă suprimate (traverse și diagonale) întărindu-se aripioara numai cu celelalte elemente.

Pe unul din longeroanele aripioarei se fixează ferurile de articulare, urechi sau balamale.

De cele mai multe ori însă, aripioarele, fiind înguste, au un singur longeron pe care sunt fixate, prin încastrare, nervurile. Deamenea aripioarele au o margine de fugă constituită dintr'un adevărat longeron sau o simplă coardă de pian.

Longeroanele aripioarelor se construiesc ca și longeroanele de aripă, fie în lemn, fie în metal. Adesea însă se adoptă tuburile rotunde de oțel sau de duraluminu, în care caz pot servi și ca ax de articulație. Nervurile, deasemenea se fac ca acele de aripă.

Când și nervurile și longeroanele sunt de lemn, atunci tălpile nervurilor sunt fixate pe tălpile longeroanelor cu șuruburi (holțșuruburi). Când însă ambele sunt metalice, atunci nervurile se fixează prin feruri convenabile (niște manșoane), cari îmbrățișează longeronul.

Nervurile dela ambele extremități ale unei aripioare sunt întărite, spre a rezista atât reacțiunilor aerodinamice, cât și întinderii pânzei, în cazul împânzirei lor.

### Comanda aripioarelor

#### (Manșa)

Aripiorale sunt comandate, fie prin intermediul unei „manșe“, pentru avioanele mici și mijlocii, fie prin intermediul unui volan, pentru avioanele mari, prin manșă înțelegându-se un fel de coardă de mătură, adică o pârghie, care servește atât la comandarea (mișcarea) aripioarelor, cât și profundorului.

Manșa are o lungime variind între 70 și 90 de centimetri și este așezată înaintea scaunului pilotului, la 12 până la 18 centimetri depărtare față de marginea scaunului. Manșa trebuie adesea să suporte eforturi destul de mari, (cam după puterile medii ale unui pilot), apoi trebuie să fie destul de rigidă și groasă, pentru a o cuprinde bine cu mâna, prevăzută în acest scop cu un mâner anume făcut, la extremitatea de sus a manșei. Uneori mânerul este dublu, spre a manevra manșa cu ambele mâni.

Manșa este construită dintr'un tub de duraluminu. La capătul de jos manșa este articulată așa fel, încât mișcând lateral capătul de sus, să se încline aripioarele. Inclinand spre exemplu manșa la stânga, aripioara din dreapta se coboară, iar cea din stânga se ridică, inclinand avionul spre stânga. Invers se întâmplă, dacă se înclină manșa la dreapta.

Transmisia comenzilor la aripioare se poate face prin cabluri suple sau prin tije rigide. Prin cabluri

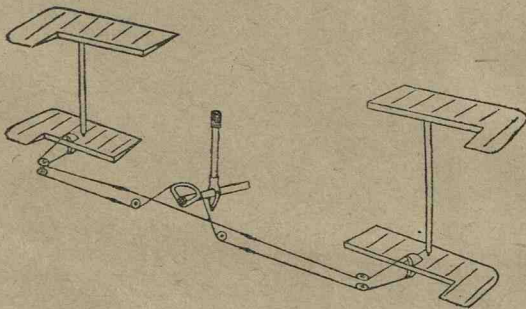


Fig. 114.

suple, în cel mai complicat caz (cazul biplanelor cu patru aripioare), transmisia mișcării se poate face prin așa numitul cablu conjugat (fig. 114), unde toate



patru aripioare sunt acționate de cablu, sau prin cablu continuu însă acționând numai supra aripioarelor de jos, ori de sus, iar celelalte aripioare fiind acționate prin intermediul unor biele legate la aripioarele respective.

Transmiterea comenzilor aripioarelor prin tije rigide, se face utilizând mai întotdeauna tuburile rotund. Schimbările de direcție se fac în acest caz prin echere articulate (fig. 115).

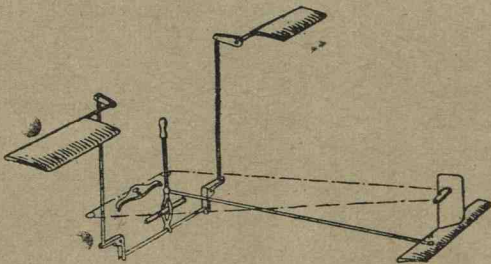


Fig. 115.

În cazul monopanelor cu aripa sub fuzelaj, comanda aripioarelor se face, de obicei, acționând direct asupra axului lor de articulație, care este în acest caz prelungit până în carlingă. Axul este tubular și de un diametru cât mai mare, spre a rezista eforturilor de răsucire.

Pentru avioanele mari și grele, comanda aripioarelor cu ajutorul manșei ar fi foarte oboseitoare, nepuțând mări prea mult raportul de demultiplicați. În acest caz efortul, necesar manevrei aripioarelor, este redus prin dispunerea unui volan la extremitatea superioară a manșei; astfel că manșa nu se mai înclină lateral ci numai înainte sau înapoi, spre a comanda profundorul. Volanul este de obicei mișcat cu ambele mâni.

## PROFUNDORUL.

Ampenajul orizontal sau „profundorul“, compus din două părți: una fixă denumită *stabilizator* și alta mobilă denumită *cârmă de profunzime* sau numai *profundor*, este așezat la partea dinapoi a fuzelajului și are drept scop să înlesnească maniabilitatea și să asigure stabilitatea longitudinală a avionului. Astfel, dacă pilotul dorește să urce sau să coboare cu avionul, atunci — prin intermediul cârmei de profunzime, — pe care o înclină în sus sau în jos, cu ajutorul manșei, dă naștere, la coada fuzelajului, unei forțe dirijată în sus sau în jos (fig. 116), care înclină avionul, pentru a urca sau a coborî după voe.

Partea fixă sau stabilizatorul servește pentru asigurarea stabilității avionului. Stabilizatorul este montat fix sau reglabil (fie în sbor, fie la sol),

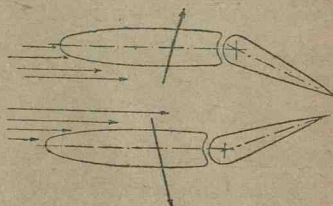


Fig. 116.

posibilitatea reglajului servind la echilibrarea avionului pe timpul sborului, spre a nu obosi pilotul, care ar fi altfel obligat să tragă sau să împingă manșa avionului, pentru a-i menține echilibrul. Adesea însă, această posibilitate de reglaj se dă cârmei de profunzime prin așezarea unor mici aripioare pe marginea de fugă (denumite „flettner“), cari pot fi ușor manevrate de pilot.

Partea mobilă sau cârma de profunzime servește în special la maniabilitatea avionului.

Ampenajul orizontal este în general monoplan și numai în cazul avioanelor foarte mari el poate să fie biplan, spre a evita dimensiunile prea mari în anvergură. Profilul ampenajului orizontal este de obicei biconvex, simetric și subțire.

Construcția ampenajului orizontal se face după aceleași principii ca și o aripă, deci va cuprinde: unul sau două longeroane, traverse, diagonale, nervuri și îmbrăcăminte.

De cele mai multe ori profundorul este compus din două părți identice, așezate simetric față de coada fuzelajului, lăsând o deschizătură în formă de *V* la mijloc, pentru cârma de direcție. Uneori și stabilizatorul este făcut din două părți fixate de o parte și de alta a fuzelajului, totuși longeroanele sunt dintr'o singură bucată și traversează fuzelajul.

Nervurile stabilizatorului și ale profundorului se fac după aceleași principii ca și la aripă, bine înțelese, reduse mult în dimensiuni. Dacă sunt metalice, atunci ele sunt — de cele mai multe ori — făcute din tablă ambutisată sau ciocănită, dându-i forma necesară.

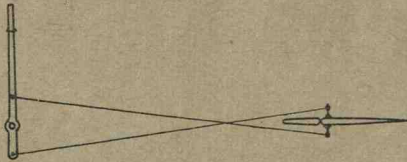


Fig. 117.

Cârma de profunzime este comandată prin intermediul *manșei*. Transmisiunea comenzi se face, de cele mai multe ori, cu ajutorul cablurilor suple (fig. 117), articulate direct la manșă, după o prealabilă încrucișare, astfel încât trăgând de manșă, cârma să se încline în sus, spre a provoca cabrarea avionului, iar împingând de manșă, să se producă picarea avionului. Se mai pot articula însă cablurile de comandă fără să le mai încrucișăm, înlăturând astfel riscul frecării sau încurcării cablurilor, la o pârghie așezată vertical (fig. 122) și comandată prin intermediul unei biele.

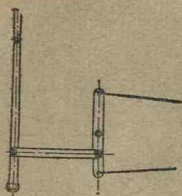


Fig. 118.

Când transmisiunile sunt rigide, se poate adopta acelaș montaj ca mai sus, înlocuindu-se cablurile prin tuburi de duraluminium, care să lucreze numai la tracțiune.

Articularea comenzilor, la cârma de profunziune, se face prin două feruri fixate deoparte și de alta la longeronul de articulație, dublându-se astfel dela sine comenzile.

#### DIRECȚIA.

Ampenajul vertical sau „direcția“ este, ca și cel orizontal, compus din două părți: planul fix sau *deriva* și planul mobil sau *cârma de direcție*, denumită de cele mai multe ori numai direcție. El este deasemenea așezat la partea dinapoi a fuzelajului, iar cârma de direcție este articulată chiar pe coada (etambotul) fuzelajului.

*Deriva* este așezată deasupra fuzelajului și dealungul axului lui. Profilul ei este simetric, în care caz, pentru a echilibra deflecțiunea suflului elicei, precum și influența cuplului motor, i se dă o mică incidență laterală. Unele avioane au profilul derivatei desimetric, capabil de o reacțiune aerodinamică laterală, chiar când incidența este nulă (un fel de profil de aripă așezat vertical), pentru ca să se înlătore influențele laterale, văzute mai sus.

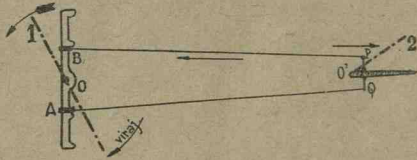
*Deriva* este necesară, deoarece asigură stabilitatea în direcția avionului. Suprafața ei nu trebuie să fie prea mare, căci ar mări prea mult stabilitatea în direcție a avionului, făcându-l leneș în viraje. Pe avioanele multimotoare, având motoarele dispuse de o parte și de cealaltă, deriva trebuie să fie reglabilă pe timpul sbo-ului (printr'un mecanism analog stabilizatorul re-

glabil), dând posibilitatea să se compenseze tendința de viraj), în cazul când un motor lateral s'ar opri.

Construcția ampenajului vertical este analogă ampenajului orizontal.

Comanda direcției se face cu picioarele, prin intermediul unui *palonier*. Unele avioane au comanda direcției prin intermediul pedalelor.

Prin palonier se înțelege o pârghie așezată orizontal în fuzelaj, înaintea pilotului (putând să ajungă cu picioarele) și mobilă în jurul unui ax central vertical. La această pârghie se articulează, deoparte și de alta, cablurile sau tijile de comandă ale direcției (fig. 119) unde se văd articulațiile în punctele *A* și *B* pe palonier și, *O* și *P* ale pârghiei.



119.

Palonierul este astfel reglat, încât trebuie să fie perpendicular planului vertical de simetrie al avionului, când direcția este în poziție neutră, astfel încât apăsând — spre exemplu — cu piciorul drept, avionul să vireze la dreapta și invers când se apasă cu piciorul stâng.

Palonierul este construit din duraluminu sau oțel și rare ori din lemn de frasin, tăiat dintr'o bucată sau din mai multe scânduri lipite cu fibrele încrucișate.

Poziția palonierului, față de scaun, trebuie să fie reglabilă, spre a permite oricărui pilot, când taliile sunt diferite, manevra lui. De cele mai multe ori însă scaunul are o poziție reglabilă, căci numai astfel se poate face interiorul unui avion comod pentru pilotare.

## OBSERVAȚIUNI GENERALE ASUPRA COMENZILOR.

Calculule inginerului, eforturile constructorului și arta pilotajului sunt nule, atunci când comenzile unui avion nu funcționează cum trebuie. Totul devine un enorm pericol. În consecință, condițiunile și regulile de observat asupra comenzilor trebuiesc impuse cu toată rigoarea. Și anume:

1. Comenzile trebuiesc astfel reglate, încât poziția lor mijlocie să corespundă poziției neutre a elementului (aripioară, profundor sau direcție) pe care îl acționează.
2. Să se interpuie dispozitive cu ajutorul cărora să se înlăture orice joc al comenzilor, provenite din alungirile transmisiunilor pe timpul uzajului sau din cauza dilatațiunilor (când sunt prea lungi).
3. Transmisiunile trebuiesc totdeauna dublate, având puncte de fixare și traecte complectamente diferite; precauțiune foarte necesară, mai ales pentru avioanele militare, căci un glonț inamic, pătrunzând în avion și rupându-i o transmisie, îi mai rămâne încă una. Se dublează deci numărul șanselor în bine.
4. Când transmisiunile se fac cu ajutorul cablurilor suple, orice schimbare de direcție trebuie făcută prin intermediul unor scripeți, al căror diametru să fie de cel puțin 20 ori diametru cablului. Scripeții trebuiesc prevăzuți cu dispozitive, cari să împiedecă cablurile să cadă și să se întepenească. Se vor evita trecerile cablului prin tuburi de aramă unse cu vaselină.
5. Cablurile trebuiesc protejate cu apărători pretutindeni unde pot fi atinse, dar fără să se împiedece inspectarea și controlul lor.
6. Inspecția transmisiunilor, ungerea lor și reglarea trebuie să fie posibilă pe întreg parcursul lor și în consecință trebuiesc amenajate porțițe de vizită speciale, mai ales în dreptul scripeților sau tendoarelor reglabile. Aceste porțițe trebuiesc să fie ușor deschise cu mâna, dar suficient de fixate pe timpul zborului.
7. Transmisiunile trebuiesc protejate contra oricărei rupturi de elice, generatrice electrică, etc. care le-ar lovi, sau contra largărei rezervorului de benzină în caz de incendiu.
8. Dubla comandă trebuie să fie obligatorie pe avioanele mari (multiloc), militare sau civile, putându-se debreia sau ambreia, după voință, dar fără să poată debreia ambele posturi de pilotaj deodată.
9. Când un pilot controlează comenzile, el nu trebuie să se mulțumească numai cu simpla funcționare a lor, adică dând manșa într-o parte, să vadă că a răspuns aripioarele sau im-

pingând-o, să vadă că a răspuns profundorul; ori acționând palonierul, să vadă că s'a înclinat direcția. Pilotul trebuie să constate și *simultaneitatea mișcării comenzilor*, adică în clipa când a acționat manșa sau palonierul, să răspundă și elementul respectiv. Prin această condiție se înlătură, cu siguranță, jocul comenzilor și se asigură promptitudinea lor.

## 7. ATERISORUL.

### GENERALITAȚI.

Prin aterisor se înțelege organul cu ajutorul căruia avionul își ia sborul, decolând, își termină sborul, aterisând și se repauzează pe teren. Așezat la partea inferioară a planorului, adică sub aripi și fuzelaj, el trebuie să realizeze trei puncte de sprijin necesare și suficiente, formând pe teren un triunghi, al cărui centru de greutate trebuie să fie tocmai proiecția verticală a centrului de greutate al avionului.

Aterisorul este compus din *trenul de aterisare*, care formează baza triunghiului de sprijin și din *bechie*, care constituie vârful triunghiului de sprijin.

### TRENUL DE ATERISARE.

Rolul trenului de aterisare este să încaseze eforturile șocului de aterisare, care se ridică uneori la de 5—6 ori greutatea avionului, apoi să le amortizeze pe timpul rulării pe teren, rulare care trebuie să fie cât mai scurtă. În consecință, un tren de aterisare trebuie să aibă: un sistem care să reziste șocului de aterisare, un sistem care să amortizeze șocul, un sistem de rulare și un sistem de frânare.

Cele mai răspândite trenuri de aterisare sunt:

1. *Trenuri cu amortizoare de cauciuc.*

a) Cu traversă, având axa legată elastic.

b) Cu roți elastice.

c) Format din două piramide.

d) Mono-jamb.

## 2. Trenuri cu amortisoare oleopneumatice.

Aceleași variante fiind și aci, ca la punctul 1, dar cele mai întrebuițate sunt trenurile monojambe.

Poziția trenului de aterisare este astfel aleasă, încât să asigure avionului o rulare cât mai scurtă la decolare și o aterisare cât mai bună. În acest scop trenul trebuie dispus ca, atunci când avionul este în linie de zbor, linia care unește centrul de greutate al avionului cu punctul de contact al roților, să facă cu verticala un unghi de  $3^{\circ}$ — $6^{\circ}$ , unghi care se cheamă *gardă la decolare*.

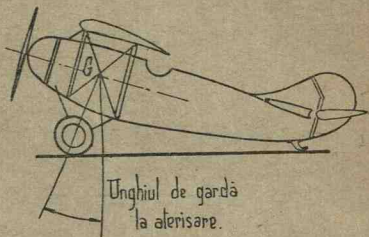


Fig. 120.

Deasemenea când avionul aterisează, atingând terenul cu bechia, atunci dreapta care unește punctul de contact al roților cu centrul de greutate al avionului, trebuie să facă cu verticala un unghi de  $15^{\circ}$ — $20^{\circ}$ , denumit *gardă la aterisare* (fig. 120).

Înălțimea trenului de aterisare, socotindu-se și roțile, depinde de diametrul elicei avionului și de depărtarea elicei de sol (garda elicei), ce se lasă și care în general este de 30—40 cm. minimum.

Cele mai răspândite trenuri de aterisare sunt:

*Trenuri cu axa legată elastic* (fig. 121), unde trenul are două părți laterale în formă de V, fixate de fuzelaj și reunite cu o traversă, care este chiar axa trenului. Ele sunt redată indeformabile printr'un sistem de diagonale.

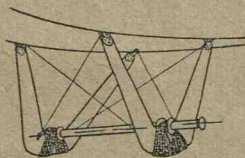


Fig. 121.

Picioarele trenului, adică cele două ramuri ale



V-urile, pot fi construite din lemn sau din metal, după aceleași norme văzute la montanți și mași.

În cazul construcției de lemn, se utilizează în special scânduri de frasin lipite și fasonate ca și un mat, apoi maruflate.

În cazul construcției metalice, se întrebuițează tuburile torpedo.

Asamblajul trenului la fuzelaj (la longeroanele fuzelajului) se face prin intermediul unor feruri înfășurate și buloane, sau prin feruri cari se termină cu o sferă sau cu urechi, cari se articulează sferic sau axial la o șapă fixată la fuzelaj. Acest ultim mijloc de asamblare este mai practic, deoarece permite montarea și demontarea rapidă a trenului.

La partea inferioară, picioarele trenului sunt reunite, pentru a forma V-ul, printr'o teacă metalică, bulonată ori nituită sau sudată. Această teacă poartă mai întotdeauna o fantă (crăpătură) verticală, în care oscilează osia pe timpul șocului la aterisare.

În cazul construcției de lemn, V-ul poate fi făcute din scânduri lipite, constituind o singură piesă, prevăzută cu ferura port-osie.

Uneori părțile laterale ale trenului pot fi în  $N$  sau în  $W$ , în care caz ele sunt reunite la partea de jos prin două traverse.

Axa sau osia trenului se face întotdeauna din oțel (de preferință oțel cu nichel). Ea poate să fie dintr'o singură piesă, în care caz capetele V-urilor trenului sunt reunite printr'una sau două traverse, carenate la exterior și legate elastic, și oscilează în cele două fante din capetele V-urilor. Dar și axa poate fi compusă și din două bucăți articulate la mijlocul traversei, care unește capetele celor două V-uri ale trenului. Legăturile elastice se fac cu cabluri de cauciuc (sandow-uri) speciale, cari sunt ușoare și absorb complet

șocul de aterisare, dar au neajunsul de a-l reda imediat integral, ceea ce antrenează o rapidă deteriorare a lor.

Pentru a întrebuița aceste amortizoare cât mai rațional, trebuie astfel dispuse, încât să se poată alungi în toată voia, apoi toate firele să lucreze deodată și paralel.

Deasemenea se poate utiliza o *bobină-amortisor*, unde cablul este înfășurat la extremitățile traversei trenului, dealungul axei și traversei, pe niște forme speciale.

Pentru a păzi însă cablurile de umezeală, de proiecțiuni de ulei sau benzină, legăturile amortizoare sunt carenate odată cu traversele și axa trenului sau chiar cu părțile lui laterale. Atunci se lasă însă porțițe de inspecție, spre a controla oricând starea amortizoarelor. În felul acesta se micșorează și rezistența la înaintare.

### *Tren cu roți elastice.*

Părțile laterale și axa unui tren cu roți elastice sunt la fel cu cele văzute mai sus. Dar în scopul de a micșora rezistența la înaintare a trenului, prin suprimarea voluminoaselor legături elastice, precum și în scopul de a feri amortizoarele de umezeală, ulei, benzină, etc... s'au imaginat roți având butucul legat elastic.

Principiul acestei legături elastice este simplu, căci imaginându-ne o roată ale cărei spițe ar fi formate din niște resorturi, s'ar obține un butuc legat elastic. Realizarea este practică, însă căutând să asigure și o bună rulare, diferă întrucâtva de cel obișnuit.

Roțile elastice permite o legătură indeformabilă a aripilor (în special la biplane) mult mai bună, deoarece legătura se face și prin intermediul trenului de aterisare, care este, complet indeformabil. Neajunsul

roților elastice este însă, că nu permite o cursă amortizoarea prea mare.

*Tren format din două piramide independente.*

Din cauza obstacolelor de pe teren, ce se întâlnesc de multe ori, de cari lovindu-se axa sau traversa trenului, avioanele pot capota, dând naștere la grave accidente, s'a căutat a se înlătura acest neajuns, înlocuind axa prin două semi-axe sau semi-traverse, (fig. 122). În acest caz trenul de aterisaj se reduce la două piramide fixate deoparte și de alta, în vârful cărora se găsesc roțile.



Fig. 122.

Aceste piramide pot avea câte un V lateral și o semi-traversă interioară (sau semi-axă), sau un picior lateral și un V interior. V-urile, picioarele, semi-axele și semi-traversele sunt făcute ca și la trenul de aterisare cu traversă. Legătura elastică deosebită poate fi făcută ca la cele de mai sus sau mai poate fi făcută prin deformarea piciorului lateral. Astfel, unele avioane au un tren constituit din două piramide triunghiulare independente, din tuburi de oțel. Piciorul lateral (muchia verticală a piramidei) are un sistem amortisor, închis într'un carenaj de duraluminiu. V-urile interioare sunt articulate la fuzelaj, iar extremitățile lor sunt reunite și prelungite lateral cu osia, pe care se montează roata. Uneori însă, pentru a micșora rezistența la înaintare, se introduce bobina amortizoare în interiorul aripei, fiind solid legată de longeroane, iar picioarele laterale sunt constituite din tuburi torpedo, dela osie până la aripă, în care pătrunde, spre a se lega la bobina-amortisor.

### Tren mono-jamb

Prin tren de aterizare mono-jamb, adică cu un singur picior, se înțelege un tren format din simpli montanți încastrați în aripă sau fuzelaj și terminați la partea de jos cu o roată, așa încât un tren complet este constituit din două părți mono-jambe.

Multă vreme asemenea trenuri nu se găseau decât la avioanele mari, astăzi ele sunt foarte răspândite, mai ales în cazul trenurilor *escamotabile* (trenuri cari se trag în interiorul avionului sau se culcă dealungul aripei, după decolare).

### Tren cu amortisor format din rondele de cauciuc

Cablurile de cauciuc fiind fragile, au inconvenientul de a se uza foarte repede, în consecință constructorii sau gândit să le înlocuiască cu alte amortisoare mai puțin fragile. Una din cele mai interesante realizări o găsim la unele avioane, unde amortisoarele sunt făcute din rondele de cauciuc. În adevăr, luându-se un tren compus din două părți laterale în V, se articulează ambele bare la fuzelaj, iar una se face telescopică, putându-se deci deforma.

Piciorul telescopic este constituit din două tuburi, cari mișcându-se unul în celălalt, comprimă niște rondele de cauciuc foarte groase. Un resort reglabil, împiedică reîntoarcerea brutală a șocului de aterizare. Tuburile sunt bine unse cu ulei gras sau vasilină consistentă, pentru a înlesni alunecarea. Rondelele sunt din cauciuc de prima calitate și sunt separate prin straturi de talc.. Comprimarea condelelor poate ajunge până la 20% din grosimea lor.

### Tren cu amortisor oleo-pneumatic

Rostul amortisorului este, după cum am văzut, să îndulcească șocul aterisajului cât mai mult, să frâneze

salturile și să absoarbă, în cazul aterisajului brutal, un maximum de lucru mecanic, fără să depășească sarcina (limita) statică admisă. Frâna sau amortisorul oleo-pneumatic permite să realizăm și o amortizare suplă, și un lucru mecanic mare. În adevăr, principal un amortisor oleo-pneumatic se compune

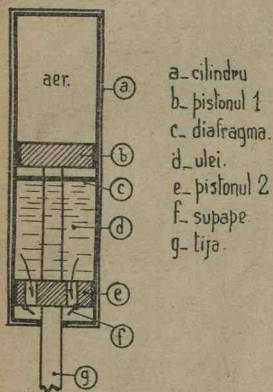


Fig. 123.

dintr'un cilindru de oțel (fig. 123) despărțit în două printr'o diafragmă. În cilindru se găsesc două pistoane, mișcate deodată de aceeași tijă. Primul piston deplasându-se într'una din camerele cilindru-lui, comprimă aer, deci amortisează șocul. Al doilea piston se mișcă, lăsând să treacă uleiul dintr'o parte în alta prin niște supape larg deschise. După terminarea cursei de strivire, aerul se destinde și împinge înapoi pistonul 1, care ar fi energetic, asvârlit, dacă n'ar fi împiedicat de pistonul 2. În adevăr, pistonul 2 se deplasează în jos, dar uleiul nu mai trece de astădată decât foarte greu, prin niște orificii variabile după voință, căci supapele se închid.

Montarea amortisoarelor oleo-pneumatice se face ca și bobinele de cabluri sau rondelile de cauciuc, adică, dacă trenul are două părți laterale în V, unite printr'o traversă, atunci unul din picioarele V-ului se articulează la fuzelaj, iar celuilalt i se interpune un amortisor, făcându-l deformabil. Sau dacă trenul se compune din două piramide, având o față interioară, articulată la fuzelaj, atunci muchia exterioară se face deformabilă, prin intermediul unui amortisor. Și în-

sfârșit, în cazul trenului mono-jamb, piciorul este amortizat.

*Câteva observațiuni.*

1. Uleiul amortisoarelor poate îngheța la temperaturi joase și din aceste motive se înlocuește deseori cu glicerină.

2. Amortisoarele oleo-pneumatice au dezavantajul de a fi mult mai grele (aproape de trei ori) decât amortisoarele cu sandow-uri.

3. Amortisoarele oleo-pneumatice sunt mai scumpe și mai delicate, prezentând neajunsul de a nu mai funcționa în cazul când un glonț inamic l'a lovit.

4. Având însă în vedere marile avantaje de îndulcire considerabilă a aterisajului și a rulării, sunt foarte recomandate mai ales pentru avioane de transport public.

### Tren de aterisare escamotabil

Pentru a micșora rezistența la înaintare, pe timpul sborului, constructorii au realizat trenuri escamotabile, cari se trag în interiorul fuzelajului sau aripei, sau se rabat, culcându-se în niște locașuri speciale amenajate în aripi. În felul acesta se câștigă aproape 10% din viteză, ceace constituie un mare avantaj. Construcția unui tren escamotabil este însă delicată și îngreuiază întrucâtva realizarea.

Realizările cele mai curente sunt prin culisare sau prin rotație în spre înapoi sau lateral (rabatere).

### ROȚI ȘI PNEUMATICE.

Roțile și pneumaticele necesare avioanelor trebuie alese așa fel încât, să reziste suficient sarcinei statice impusă trenului de aterisare. În scopul simplificării acestei alegeri, atât roțile cât și pneumaticele sunt standardizate, stabilindu-se pentru fiecare categorie de roate:

- Sarcina de rupătură a roți, situată în planul său;
- Sarcina statică corespunzătoare turtirei com-

plectă a pneumaticii, montată pe geantă și umflată la presiunea impusă;

-- Sarcina de ruptură laterală, impusă roți.

Roțile de avion sunt în general constituite dintr'o geantă de oțel, legată cu un butuc, prin spițe de sârmă de oțel de înaltă rezistență. Butucul este un tub de oțel semi-dur și sunt prevăzute cu rulmenți cu bile.

Pentru a micșora rezistența la înaintare a roților, fețele lor laterale sunt împânzite. Fixarea pânzei se face fie pe marginea gentei, fie pe marginea pneumaticelor.

Roțile elastice sunt construite ca și cele de mai sus, au însă butucul mai mare, pentru a permite legătura elastică a osiei.

Multă vreme pneumaticile utilizate în aviație erau prevăzute cu taloane și nu difereau aproape cu nimic de acele dela automobile. Mai târziu însă, s'a constatat că pneumaticile roților de automobile lucrează mai mult la strivire. Totuși tendințele actuale sunt ca pneumaticile dela automobile să poată fi utilizate și la roțile de avioane și aceasta în scopul de a înlesni depanarea unui avion, rămas într'o regiune oarecare din lipsa unui pneumatic, unde se poate găsi mai repede un pneumatic de automobile. Dar pneumaticile cu talon aveau neajunsul de a sări după geantă ușor, în cazul desumflării, atât la avioane cât și la automobile. Atunci s'au studiat diferite soluțiuni, cari au condus la adaptarea unor pneumatice ce au un fel de talon mai gros, dar mai puțin accentuat și armat în interior cu niște cercuri de oțel (coarde de pian), făcându-l complet rigid și inexstensibil. Atunci un astfel de pneumatic odată montat, nu mai poate sări deloc de pe geantă, așa încât pericolele desjantării, (săririi de pe geantă), sunt aproape completamente înlăturate. Dar pentru a le monta sau

demonta pe roată, trebuie o formă specială de geantă, având o bază scobită, astfel încât, dacă avem camera desumflată, introducând într'o parte a roții talonul în fundul scobitului bazei, atunci în punctul diametral opus, talonul depășește marginile genței, permițând astfel montarea și demontarea pneumatice.

Presiunea de umflare a camerei pneumatice este în funcție de duritatea terenului pe care rulează avionul, astfel, având în vedere că un avion rulează la aterisare și decolare pe un teren de duritate medie, atunci pentru a nu se îngropa roata în pământ, trebuie ca presiunea suprafeței de sprijin pe sol să nu depășească 4 kg./cm<sup>2</sup>. Utilizarea pneumaticelor balon permit însă o reducere și mai mare a presiunii de umflare, ceace constituie un mare avantaj.

### Frânarea roților

Multă vreme frânarea roților la aterisare era socotită drept un mare pericol; astăzi însă utilizarea frânelor este aproape complet generalizată.

Mai întâiu s'au încercat frânarea automată și anume: două sisteme, primul utilizând reacțiunea bechiei la sol, altul utilizând o anumită poziție a avionului pe timpul rulării la aterisare. Cel mai practic și eficace mijloc de frânare însă rămâne tot frâna comandată de pilot, fie cu piciorul (prin intermediul unei pedale), fie cu mâna, prin intermediul unei pârghii. Mecanismul de frânare este într'u totul similar celui dela automobile.

### TREN DE ATERISARE CU ȘENIELE.

Printre dezavantajele ce întâlnim la trenurile de aterisare cu roți sunt și următoarele:

— Explozia unei pneumatice.



— Pericolul unei gropi sau șanț pe teren, în timpul rulărei.

— Dificultățile de frânare.

— Nevoia utilizării roților multiple în cazul avioanelor mari și grele.

Ori, în scopul de a înlătura cât mai mult aceste neajunsuri, s'a căutat și aici, ca și la automobile, să se utilizeze șenilele. Aceste șenile sunt montate în locul roților și sunt prevăzute chiar cu frâne, comandate de pilot.

Avantajele acestor șenile sunt următoarele:

— Bună suprafață de sprijin.

— Înlătură pneumaticele.

— Trece ușor peste o groapă sau șanț.

— Se poate frâna suficient de energic.

Totuși utilizarea șenilelor încă nu este complet pusă la punct, este însă foarte susceptibilă perfecționărilor, care va mări și mai mult siguranța decolării și aterisării.

#### TREN DE ATERISARE CU SKII.

În scopul decolării și aterisării pe gheață sau pe zăpadă, aviațiile țărilor nordice au adoptat skiurile, montându-le fie în locul roților la avioane, fie în locul plutitoarelor la hidroavioane.

Skiurile montate pe avioane nu sunt altceva decât niște skiuri obișnuite, mărite la scară și suficient de rezistente, după greutatea și tipul avionului. De obicei ele se montează în locul roților, pe osie, fixându-le apoi, cu cabluri, corzi de pian sau chiar sandow-uri. Ele sunt fixate puțin cabrate la partea anterioară și astfel legate încât, să poată oscila puțin, așa încât să nu se înfigă în zăpadă.

## BECHIA.

Bechia constituie al treilea punct de sprijin al avionului și este situată la coada lui. Bechia se compune în general dintr'o pârghie de primul sau de al doilea ordin, articulată convenabil la coada fuzelajului și prevăzută cu o legătură elastică, în scopul de a amortisa șocul. La extremitatea care este în contact cu solul, bechia poartă o ghiară metalică, care sgârie energic terenul, frânând avionul la aterisare. Unele bechii sunt însă prevăzute cu o roată, frânarea avionului la aterisare făcându-se — în acest caz — prin frânarea roților trenului.

Bechiile pot fi construite din lemn, dar mai cu seamă din metal (oțel sau duraluminiu), având amortisorul construit dintr'o bobină de cablu amortisor. Uneori însă bechia se face din lame-resort, ca un arc de trăsură.

Bechiile trebuie astfel articulate încât, să permită oscilarea în planul vertical, având în acelaș timp și un ușor joc lateral, spre a înlesni virajele la sol. Unele bechii sunt orientabile, permițând o mai ușoară manevră a avionului la sol.

## 8. SUPORTUL MOTOR.

## GENERALITĂȚI.

Suportul motor, leagănul motor, sau patul motorului, este organul care poartă motorul, fixându-l la planor. Suporturile motor sunt clasificate după felul avioanelor și al motoarelor, astfel vom distinge:

După felul avionului:

- Suport motor așezat în capul fuzelajului.
- Suport motor așezat în afara fuzelajului.

După felul motorului:

- Suportul motor pentru motoare cu cilindrici în

linie în formă de *I*, *V*, *W*, având cilindri în sus sau în jos.

— Suport motor pentru motoare în *X*.

— Suport motor pentru motoare în stea.

Construcția lor a fost multă vreme în lemn, astăzi ea se face aproape pretutindeni numai de metal și în special din tuburi de oțel sudate.

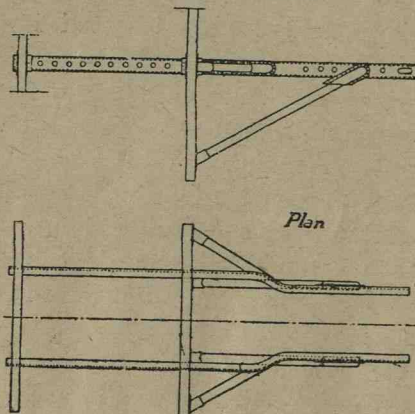


Fig .124.

Pentru motoarele în *I*, *V*, *W* sau *X* un suport motor trebuie să realizeze în principiu două longeroane orizontale, pe care se așează și se fixează motorul (fig. 124).

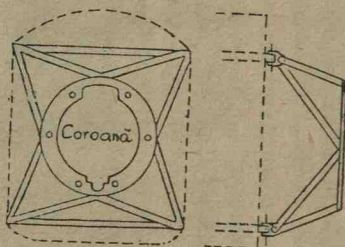


Fig. 125.

Pentru motoarele în stea, un suport motor trebuie să realizeze o coroană verticală, pe care se fixează motorul (fig. 125).

Pentru motoarele așezate în capul fuzelajului, suportul motor se fixează la primul cadru al fuzelajului, deseori longeroanele sau coroana suportului constituind chiar o prelungire a fuzelajului.

Pentru motoarele așezate în afara fuzelajului, suportul motorului este fuzelat în mod special, constituind chiar un fuzelaj destinat să poarte motorul și rezervoarele de combustibil, lubrefiant și uneori chiar apa sau lichidul de răcire. Adesea însă suportul motor al multimotoarelor este fixat pe marginea de atac a aripei, fiind introdus în bună parte chiar în aripă.

Dar oricare ar fi suportul de motor, condițiunile generale pe care trebuie să le îndeplinească sunt următoarele:

1. Să fie rezistent, ușor și simplu (eftin).
2. Să permită accesibilitatea la diversele organe ale motorului.
3. Să se asigure o bună repartiție a eforturilor.
4. Să micșoreze cât mai mult efectul trepidațiilor motorului, în care scop se interpune adesea o pătură elastică (un preparat de iută sau buloane cu rondele elastice).
5. Să permită o comodă adoptare a motorului.

#### ADAPTAREA MOTORULUI.

Un planor construit în cele mai bune condițiuni, căruia îi montăm un excelent motor, nu va căpăta viață aeriană de lungă durată, dacă legătura dintre motor și diversele organe de alimentație și control, nu va fi făcută după cele mai judicioase norme. Lindberg și toți cei ce au traversat Atlanticul, vor fi datorind mult motorului, pilotului, planorului, dar da-

toresc foarte mult și acelor legături ale motorului cu organele de alimentație și control. Aceste diverse legături constituiesc operațiunea numită „*adoptarea motorului*“.

Adaptarea unui motor la un avion este o operațiune și complexă și delicată, căci un motor trebuie echipat cu minimum de accesorii, necesare să-i asigure funcționarea sa la orice altitudine, în orice sezon, la orice temperatură și la orice viteză. Deasemenea, motorul trebuie să fie echipat cu un minimum de accesorii, cu ajutorul cărora să i se poată controla cu certitudine mersul în orice clipă, evitându-se astfel exagerări grave sau riscuri de incendiu. Apoi, toate aceste accesorii fiind montate pe avion, ele trebuiesc să aibă o greutate cât mai mică, și să opună o rezistență la înaintare iarăși cât mai mică.

Ori, toate aceste condițiuni: funcționare sigură, control precis, greutate mică și rezistență la înaintare iarăși mică, constituiesc complexul și delictul pomenit mai sus.

### Alimentarea cu combustibil

Prin alimentare cu benzină se înțelege transportarea benzinei (sau combustibilului lichid) din rezervor la motor (la carburatoarele motorului).

Cel mai simplu procedeu de alimentare este prin diferența de nivel, bazat pe gravitate; benzina fiind introdusă într'un rezervor, așezat deasupra carburatorului la cel puțin 45 centimetri diferență de nivel, de unde, printr'o țevă, vine la carburator. Dar așezarea unui rezervor prea mare, deasupra carburatorului, nu este întotdeauna posibil la avioane, și atunci s'a simțit nevoia utilizării unei pompe, care să aspire benzină într'o nurișă, de unde o trimite la carburator.

Din cele de mai sus reese, prin urmare, că alimen-

tarea cu benzină trebuie împărțită, pentru studiu, în trei părți referitoare la:

- rezervoare de benzină,
- pompe de benzină și
- țevării, racoârde, robinete, filtre, etc...

### **Rezervoarele de benzină și accesoriile lor**

Condițiunile generale, pe care trebuie să le îndeplinească un rezervor de benzină, sunt:

1. Să fie compartimentat în interior cu diafragme spre a reduce efectul loviturilor de berbec, (balansul lichidului).

2. Să aibă dop de umplere și dop de golire, filtru demontabil și priză de aer cu închidere automată.

3. Trebuie să reziste unei presiuni de cel puțin 200 g./cm<sup>2</sup>. și unor trepidațiuni speciale, realizate de un sistem oscilant similar avionului.

4. Materialul din care se construiesc rezervoarele trebuie să fie: ușor, rezistent și să permită o bună etanșeitate. Din aceste motive se întrebuițează în special:

- tabla de duraluminu.
- tabla de aramă.
- tabla de electron.
- tabla de cupro-aluminu.
- tabla de fer alb.

Deasemenea, capacitatea unui rezervor trebuie să fie aceia corespunzătoare duratei de zbor a avionului, în condițiunile de utilizare (zbor orizontal la altitudinea de utilizare și regim nominal), iar forma trebuie să fie aceia care cuprinde maximum de volum pentru minimum de suprafață (ideal ar fi sfera). Din păcate însă plasarea lor în avion și spațiul pe care avionul îl permite, impune adesea constructorilor forme cari diferă mult de acele ideale; apoi chiar dacă spațiul

permis de avion ar fi mare într'o parte a lui, totuși nevoia unui bun centraj, interzice poate plasarea rezervoarelor acolo.

Plasarea rezervorului (sau rezervoarelor) de benzină în avion se face așa fel, încât golirea lor să nu schimbe centrajul. În acest scop, dacă avem un singur rezervor, atunci este plasat pe cât se poate, chiar în centru de greutate al avionului. Dacă avem două sau mai multe, sunt plasate simetric, iar golirea lor se face simultan.

Pericolul de incendiu la bordul avionului a antrenat condițiunea înlăturării imediate a benzinei din avion, de îndată ce un început de incendiu s'ar declara. Această înlăturare se poate face în două feluri: prin asvârlirea sau largarea rezervorului cu benzină cu tot, sau prin golirea rapidă a rezervorului.

Una din condițiunile impuse sistemului de largare, este să permită largarea chiar în cazul când rezervorul a fost în parte deformat de gloanțele inamice, care este aici satisfăcută suficient, prin forma tronconică a rezervorului.

Soluția golirii rapide a rezervorului de benzină, deși economisește rezervorul, totuși nu este prea bună deoarece tot necesită un timp de golire, apoi dacă scurgerea benzinei nu este mult degajată de avion, atunci incendiul poate lua proporții.

Dacă rezervorul unui avion este construit conform celor văzute mai sus, el nu corespunde totuși complet cerințelor unui avion militar căci, dacă un glonț inamic îl găurește, atunci benzina s'ar scurge repede afară. Ori, pentru a înlătura pericolul pierderii benzinei, s'au imaginat diverse îmbrăcămînți protectoare ale rezervoarelor, prin care un glonț pătrunzând, produce o crăpătură, care contractându-se imediat, oprește pierderile prea mari de benzină.

Aceste îmbrăcămînți protectoare sunt în general constituite din membrane subțiri de cauciuc de prima calitate, menținute în strâns contact cu rezervorul, prin intermediul unei cămăși de pânză de sârmă sau tablă subțire de aluminiu.

### Pompe de benzină

Am văzut mai sus că nu întotdeauna rezervoarele pot fi plasate deasupra carburatorului, pentru ca alimentarea să se facă prin diferență de nivel. Dar chiar dacă avem această posibilitate, totuși diferența de nivel nu este constantă, deoarece nivelul scade mereu în rezervor, când motorul merge. Deasemenea, accelerațiunile avionului nefiind instantaneu comunicate benzinei, balansul lichidului poate da naștere la suprapresiuni în țevărie, foarte periculoase. În sfârșit, plasarea rezervorului deasupra motorului, constituie un pericol continuu de incendiu, de aceea el trebuie să fie cât mai departe de motor. De aci rezultă dar nevoia pompelor de benzină.

Trei mari piedici au întârziat multă vreme însă realizarea unor bune pompe.

1. Consumația de benzină a unui motor nu este proporțională cu viteza de rotație, deci realizarea unei pompe aspiratoare-respingătoare, mișcată de motor, nu se poate face.

2. Dar chiar dacă consumația ar fi proporțională cu rotația, o simplă pompă aspiratoare — respingătoare, ne având un organ elastic, n'ar putea absorbi șocurile (loviturile de berbec) pe care le are lichidul în țevărie.

3. Benzina disolvând grăsimile, ungerea unei pompe de benzină este mult stingherită.

În consecință, principiile de realizare a pompelor moderne constă în înlăturarea piedicelor de mai sus.



## Canalizații

Țevăria unui avion fiind supusă la presiuni datorită circuitului de alimentare și la vibrațiuni variabile, după regim, după locul unde sunt montate și după modul cum sunt montate, rezultă că pot fi ușor uzate, în special în punctele de racord. În scopul eliminării pericolelor de ruptură, rețeaua țevărilor trebuie să fie:

1. Construită din țevi rezistente, legate prin racorduri rezistente.
2. Montată elastic, amortizându-se astfel o bună parte din vibrațiuni și cedând comod la răsuciri și dilatațiuni.
3. Rațional orientată pe un traect, care să nu acumuleze punji de aer sau scurgeri turburate, produse de prea multe cotituri sau gătuiri.

Se întrebunțează în acest scop țevi de aramă, duraluminiu și aluminiu.

Arama este bună, cu condiția să fie bine recoaptă, apre însă că, se cristalizează repede.

Duraluminiul rezistă mai puțin bine la șocuri.

Aluminiul, dimensionat — bine înțeles — mai gros, pare că vibrează mai puțin ca arama și încasează șocurile mai bine ca duraluminiul. Are însă dezavantajul alterării rapide, când este în contact cu diverși corosivi.

Este necesar ca, pe cât posibil permite, să se facă țevile din acelaș metal ca și rezervorul, spre a se evita astfel formarea cuplurilor electrolitice, care uzează rezervorul.

## Robinete

Etanșitatea robinetelor de benzină nu se poate obține decât cu ajutorul *clapetelor* și *vârșurilor ascuțite*. De obicei clapetele, dresate și rodate pe suportul lor, dau cele mai bune rezultate.

Manevra robinetelor trebuie să fie realizată printr'o învârtire la sfert de tur sau simplă ridicare, sau oricare alt sistem, ținând seamă că nu trebuie să necesite timp mult pentru închiderea lor, iar mâna celei manevrează este îmbrăcată într'o mânășă groasă. Să nu aibă deci nici joc, nici greutate în comandă.

Pentru a rezista vibrațiilor, să se prevadă mijloace de blocare automată în pozițiile extreme. Deasemenea, montajul și demontajul trebuie să fie lesnicios.

În cazul robinetelor cu mai multe brașamente, să se distingă ușor fiecare brașament.

Robinetele de ulei sunt mai ușor de realizat, deoarece între părțile în contact se formează o peliculă de ulei, ce asigură etanșeitatea.

Sunt de menționat unele robinete, cari sunt prevăzute și cu un sistem de tăere al contactului, evitându-se astfel în mod sigur pericolul de gripare al motoarelor.

Dublarea rețelei de alimentare este una din tendințele actuale, fapt realizat deja prin alimentarea cu două pompe independente una de alta (cel puțin pentru aspirație). Dubla alimentare nu-și ajunge însă scopul, dacă dintr'o cauză oarecare o țevă rupându-se, nu se astupă automat, așa încât alimentarea motorului să se facă nestingherit pe țeava a doua. S'a încercat deci să se utilizeze niște clapete automate, care să obtureze imediat țeava ruptă. Dar montarea acestor clapete dă naștere la noi scăpări de benzină, în cazul când nu sunt bine racordate. S'au realizat cu succes clapete asamblate în corpul robinetelor, cari sunt comandate de pilot, odată cu robinetul și prin intermediul cărora se poate izola instantaneu o țevărie defectă.

### Decantoare și filtre de benzină

Când se face alimentarea rezervoarelor, se obișnuiește ca benzina să fie strecurată prin piele de căprioară, precauțiune bună. Deasemenea, capătul tubului de aspirație al benzinei, care este introdus în rezervor, aspiră benzina care trece mai întâi printr'un filtru, așezat la fundul rezervorului, așa cum am văzut mai sus. Este însă foarte necesar să se debaraseze benzina și de apa ce o conține, utilizându-se în acest scop un *decantor*, care separă apa, datorită faptului că are o densitate mai mare ca a benzinei.

*Filtrele* cele mai utilizate sunt din pânză metalică foarte deasă, din fire de mailehort sau se utilizează uneori și un fel de țesătură de fibre speciale și pielea de căprioară.

Pentru a simplifica însă numărul racordurilor, interpunând independent: filtru, decantor, robinet, etc... mulți constructori sau gândit să întrunească la un loc, în corpul robinetului și decantorul, și filtru.

### Amortisoare și manometre

În scopul de a uniformiza presiunea de alimentare și de a amortiza pulsațiunile pompei, se interpune — dealungul circulației de benzină — un *amortisor*. Principiul lui este să oprească circulația de benzină într'o cameră închisă, în care se găsește benzină și un strat de aer, care formează amortisorul.

Deasemenea, în scopul de a ne da seamă de presiunea cu care circulă benzina în țevărie, se montează un *manometru*.

### Măsurător de benzină

Capacitatea de benzină se poate măsura cu aparate, care ne indică nivelul prin intermediul unui plutitor, sau care ne indică presiunea prin intermediu unei capsule manometrice.

*Măsurătorul prin plutire* se compune dintr'un plutitor de plută, acoperit cu un anduit inatacabil de benzină, care introdus în rezervor, ne arată, prin intermediul unor pârgii articulate sau unui sistem oarecare, nivelul de benzină, bine înțeles, avionul fiind orizontal (fuzelajul așezat în linie de sbor orizontal).

*Măsurătorul prin presiune* se compune dintr'o capsulă manometrică metalică, care introdusă în rezervor, înregistrează presiunea hidrostatică a lichidului, indicând nivelul, căci presiunea nu este decât o funcție de coloană de lichid, adică de nivel.

Pentru ca un pilot să poată ceti cât mai exact volumul benzinei din rezervor, trebuie să sboare un minut, cel puțin, orizontal, în care timp să citească indicațiunea măsurătorului.

### Ungerea motoarelor

Organele mobile ale motorului încălzindu-se, ungera are dublu rol, răcirea și micșorarea frecărilor.

Deasemenea uleiul, în mersul lui, mai antrenează și particulele metalice sau orice alt corp dur ce ar dăuna motorului și atunci este nevoie de un filtru epurator.

Circuitul ungeri cu ulei va cuprinde deci: rezervoare, țevărie, pompe, radiatoare, filtre-epuratoare, robinete, clapete reglatoare de presiuni, manometre și termometre.

Rezervoarele de ulei se fac după aceleași norme și reguli ca și rezervoarele de benzină. Capacitatea lor deasemenea se stabilește în legătură cu consumul de ulei al motorului, pentru durata de sbor ce se stabilește. În această capacitate nu se socotește uleiul din toate canalizațiunile motorului, ci numai acel din radiator. De cele mai multe ori rezervorul are și rol de radiator al uleiului.

Celelalte accesorii sunt în general studiate la *motoare*.

## 9. ELICEA.

### GENERALITĂȚI.

Studiul detaliat al elicelor se face mai întâi din punct de vedere aerodinamic, apoi se întocmește proiectul de construcție. Elicea trebuie însă pusă perfect de acord cu motorul și planorul, pentru a fi utilizată în condițiunile celui mai bun randament. Această punere de acord se numește adaptarea *elicei*. Aerodinamica stabilește: diametrul, pasul precum și forma profilului și a palei.

Elicile se fac din lemn sau din metal.

### ELICI DE LEMN.

Lemnul utilizat în construcția elicilor trebuie să fie foarte omogen, să aibă o mare duritate de flanc, o contractare mică și proprietatea de a se lipi bine. Esențele cari răspund acestor deziderate sunt, în primul ordin: acajuul și nucul, iar în al doilea ordin: fagul, stejarul, ulmul, platanul. Uneori în construcția elicilor intră mai multe esențe, ele trebuiesc însă neapărat să aibă același coeficient de contracție.

Cleiurile utilizate sunt cleiurile tari, cu bază de gelatină de oase sau piei sau cu bază de caseină. Utilizarea cleiului cu bază de fibrină sau de pește, sau cleiuri vegetale, este complectamente oprită.

Fabricarea unei elici comportă trei grupe de operațiuni: preparația scândurilor elementare, lipirea lor, fasonarea și finisajul elicei.

Pentru că marginea de atac a elicilor se uzează repede, sub acțiunea prafului, ploaei, ceței, etc., se blindează cu tablă metalică. Blindajul se face de obicei

dela extremitatea palei până la circa o treime din rază. Tabla utilizată este de obicei duraluminu gros de 1 mm. Uneori pentru hidroavioane se utilizează și tabla de aramă.

Deseori, pentru a obține un sprijin perfect al blindajului, se interpune o garnitură de piele de porc, sau un strat de mastic special, ori de anduit. Blindajul este crestat transversal, din loc în loc, spre a-i permite o mai bună elasticitate, adaptându-se perfect deformațiilor elicei. Blindajul se fixează cu nituri sau simple șuruburi.

#### ELICI DE METAL.

Elicile metalice au calități superioare elicilor de lemn: longevitate, indeformabilitate și pot fi reparabile. Au însă păcatul unei construcțiuni delicate și costisitoare. Ele se fac cu două, trei sau mai multe pale, după caz; iar materialul utilizat în construcția lor este: duraluminu, oțelul și magneziul.

#### Elici de duraluminu

Elicile de duraluminu sunt făcute sub formă de benzi turnate, forjate, fasonate, apoi răsucite la forma și pasul elicei voite. Primele operațiuni sunt cele mai delicate și deaceia au fost studiate în mod cu totul deosebit.

Caetul de sarcini prevede, pentru primele operațiuni, următoarele condițiuni de recepție:

1. Verificarea densității.
2. Verificarea structurii, înlăturându-se orice fisură, ori plesnătură interioară sau orice alt defect.
3. Verificarea caracteristicilor mecanice, stabilite special.

După ce benzile au fost controlate, ele sunt fasonate

la formele elicelor, apoi răsucite după pasul ce trebuie dat. Toate operațiunile se fac la rece.

Urmează apoi o operațiune de presare, transformându-se profilul bandei într'un profil de aripă (profil-subțire) convenabil hotărît dinainte. Apoi elicile sunt lăcuite cu un lac special, dat în trei straturi.

### **Elici de oțel**

Deasemenea, primele elici de oțel s'au făcut din benzi uniforme de oțel, îndoite mai întâi după un cilindru și apoi astfel decupate, încât să se obțină forma și pasul elicilor voite. S'a căutat apoi să se ia benzi de oțel de grosime variabile (mieșorându-se către extremități), spre a se obține o formă, tinzând către solidul de egală rezistență. În sfârșit, s'au construit și elici, astfel încât axul cilindrelor generatoare, ale fiecărei pale, să nu mai treacă prin axul de rotație și simetrie, când palele sunt în prelungire, ajungându-se la profile și unghiuri de atac mai bune.

S'au mai construit însă elici metalice din tuburi de oțel, convenabil tăiate, către extremități, spre a forma pale de elice. Cu o asemenea elice a fost dotat avionul lui Lindberg, când a traversat Atlanticul.

### **Elici de aliaj ușor**

Elici de aliaj ultra ușor sau de magneziu s'au încercat să se construiască, cu rezultate mulțumitoare.

### **BUTUCUL ELICEI.**

Pentru fixarea elicilor la arborele motor, se utilizează în general un butuc special de oțel, având dimensiunile standardizate și date în tabelele de unificare.

## 10. AMENAJAMENTE.

## GENERALITAȚI.

Amenajamentele unui avion depind numai de scopul pentru care a fost făcut avionul, scop perfect definit prin programul de construcție al avionului.

În general amenajamentele unui avion cuprind:

- instrumente de bord (avion, motor, navigație);
- echipament de siguranță (parașută, extingtor, inhalatoare de oxigen, rachete luminoase, etc...);
- echipamentul electric (de luminat și de încălzit);
- confort pentru avioane de pasageri;
- radio-emisie și recepție și radio-goniometrie;
- echipament fotografic (pentru avioane militare);
- armament (mitraliere, tunuri, bombe, etc...);
- amenajamente speciale (recorduri, sport, avioane sanitare, industriale, etc...).

*Instrumente de bord* cuprind:

1. Instrumente pentru controlul avionului, adică pentru a măsura viteza, altitudinea, timpul și diferitele înclinări.

2. Instrumente pentru controlul motorului, adică: numărător de ture, manometre, termometre, litrometre, etc...

3. Instrumente pentru navigație, adică: compas, hartă, derivometru, etc.

*Echipamentul de siguranță* cuprinde:

1. Estinctoarele, capabile să stingă orice început de incendiu, comandate de pilot sau automate.

2. Parașuta, numai pentru avioanele militare, impusă pe cale regulamentară, care constituie un suprem mijloc de salvare în caz de pericol.

Pentru avioanele civile nu s'a ajuns încă la o soluție satisfăcătoare, în privința utilizării parașutei.



Parașuta confecționată din pânză ușoară și solidă, de mătase sau de bumbac, are o formă emisferică și este suspendată așa fel, încât în cădere, din cauza curentului de aer, se deschide și prezintă — din punct de vedere aerodinamic — maximum de rezistență la înaintare.

Parașuta este strânsă într'un sac special, împreună cu corzile ei și agățată de centura sau bretelele, pe care le poartă pilotul. Ea poate fi dorsală, când pilotul o poartă în spate, sau de scaun, când pilotul stă pe ea, sau chiar de piept, când o poartă în față (pe genunchi).

Sacul în care este strânsă parașuta, se desface — la nevoie — complet, lăsând liberă parașuta, care se deschide, fie prin degajarea pilotului de avion, fie de către pilot, trăgând de o coardă.

Printre condițiunile prevăzute de caetele de sarcini ale parașutelor, cele mai riguroase sunt:

— căderea la pământ să nu se facă cu o viteză mai mare ca 6 m. pe secundă și,

— timpul de deschidere al parașutei să nu fie mai mare ca 3 secunde.

Greutatea lor completă nu trebuie să depășească în mediu 10 kg.

3. Inhalatorul de oxigen este deasemenea necesar avioanelor militare, pentru sboruri la altitudini mai mari ca 4000 m.

4. Rachete luminoase, necesare diferitelor semnalizări și alarme.

5. Haine speciale, uneori prevăzute cu încălzire electrică, necesare sborurilor la altitudini mari.

*Echipamentul electric* cuprinde:

1. Generatricea (una sau mai multe) pentru furnizarea curentului electric, mișcată în general de mo-

tor și uneori de o elice mică montată la exterior, pe aripă.

2. Canalizațiunile electrice, cari trebuiesc special studiate și ca traect și ca rezistență, spre a evita pericolle continui de incendiu.

3. Lămpile de bord sau semnalele luminoase.

4. Diversele precauțiuni, cum ar fi: metalizarea carcasei avionului, blindarea surselor de paraziți electrici, etc...

5. Rezistențele de încălzire, când sunt absolut necesare.

6. Acumulatori tampon.

*Amenajamentele pentru avioanele de pasageri* cuprind în general tot ce este posibil a reda pasagerilor cel mai complet confort, adică: scaune comode, vedere, lipsă de șgomot, cabinete, baruri, distrații, etc... toate în gradul cel mai luxos posibil. Este singura ocazie poate, când luxul trebuie recomandat cu toată căldura, căci impresionează mult pe pasageri, și îi face să aibă multă încredere.

*Instalațiunile de radio*, cuprind: recepție și emisie, în telegrafie și telefonie și radiogonometrie sau ori care alt mijloc de ghidare.

### III.

## MONTAJUL, REGLAJUL, DEMONTAJUL ȘI CONTROLUL UNUI AVION

### GENERALITAȚI.

În capitolele studiate mai sus, am văzut construcția detaliată a tuturor părților ce compun un planor. Însă odată terminate, diversele organe, trebuie asamblate, pentru a alcătui planorul, apoi trebuie reglate, pentru a satisface întru totul condițiilor aerodinamice.

Atât montajul cât și reglajul, se fac la început conform desenelor proiectului de construcție, care de cele mai multe ori suferă ușoare modificări, după primele încercări în zbor, ameliorându-se din ce în ce mai mult reglajul. De fapt chiar dacă montajul și reglajul teoretic ar fi fost cel necesar, totuși după primele zboruri, ușoare intervenții trebuie făcute, căci prin vibrațiile și trepidațiile avionului în zbor, piesele capătă mici jocuri, cari trebuie înlăturate, reverificându-se reglajul.

Detaliile montajului și reglajului variază după fiecare tip de avion, însă constructorii sunt obligați să furnizeze, odată cu avionul, instrucțiunile respective.

## 1. MONTAJUL.

### ORDINEA OPERAȚIUNILOR.

Prin montaj se înțelege operațiunea care constă în reunirea aripilor cu fuzelajul, cu ampenajele, aterisorul și suportul motor. De obicei înșă primul organ, care se montează la fuzelaj, este aterisorul, întrucât se înlesnește mult deplasările fuzelajului în sala de montaj sau în hangar, unde se montează și celelalte organe

După ce aterisorul a fost montat, aproape concomitent se montează și suportul motor, dacă nu este demontabil, apoi ampenajele. Se montează apoi motorul, se face adaptarea lui, montând odată cu amenajarea fuzelajului și accesoriile motor. Se montează comenzile, diversele canalizații și conducte, planșele de bord, instrumentele, etc..., așa încât ultima operațiune este montarea celulei și racordarea comenzilor, cablurilor, etc...

#### **Suportul motor**

În cazul când suportul motor nu este demontabil, atunci, odată cu ultimele operațiuni de terminare ale fuzelajului, se montează și suportul motor. Se procedează la fixarea longeroanelor suportului motor (în cazul motoarelor orizontale) sau a coroanei-suport (în cazul motoarelor în stea), orientându-le de așa manieră, încât axul elicei să corespundă întru totul proiectului. De obicei acest ax este deplasat într-o parte sau în alta și puțin înclinat, în scopul de a compensa cuplul elicei.

În cazul suportului motor demontabil, se verifică numai poziția și asamblarea ferurilor, înainte de a monta motorul.

### Aterisorul

Trenul de aterisare și bechia sunt repede montate, de îndată ce ferurile de articulare sau încastrare au fost fixate la fuzelași la aterisor.

De obicei, montarea se face astfel: se susține fuzelajul și se montează mai întâi părțile laterale ale trenului, apoi se aduce axa și roțile, cari sunt montate pe rând.

### Ampenajele

Montajul ampenajelor se face în ordinea următoare:

— profundorul, montând mai întâi partea fixă, apoi partea mobilă.

— direcția, montând deasemenea mai întâi deriva și apoi partea mobilă.

Singura dificultate care se ivește uneori, în montarea ampenajelor, constă în trecerea comenzilor prin interiorul fuzelajului.

### Aripile

Aripile sau semi-aripile terminate, sunt în prealabil asamblate cu aripioarele și pregătite pentru a se proceda la montarea pe fuzelaj.

În cazul unui monoplan, aripa sau semi-aripile sunt apropiate de punctele de articulație sau încastrate, susținute fiind de macarale sau de niște capre de lemn. Odată articulate, se pun hobanele sau contrafișele, dacă aripa nu este liberă și astfel se înlătură macaralele sau caprele.

În cazul unui biplan, se poate, după tipul avionului, să se înceapă mai întâi montajul aripei superioare sau inferioare. Deseori însă se procedează la pregătirea ambelor aripi deodată, montanții sau mații fiind montați la planul superior, care este așezat invers pe

niște capre. Apoi întorcând planul superior și susținându-l convenabil cu macarale, se transportă deasupra planului inferior, iar după asamblare sunt transportate la fuzelaj, sau se aduce fuzelajul și se assemblează împreună.

Atât macaralele, cât și caprele, de preferință reglabile în înălțime, se așează în puncte bine determinate din aripă, pentru a le susține, fără să le deformeze sau să le rupă îmbrăcămintea.

În cazul avioanelor multimotoare, se montează mai întâi aripile la fuzelaj, apoi se montează motoarele în aripi, sau se montează fuzelajele motor.

## 2. REGLAJUL.

### ORDINEA OPERAȚIUNILOR.

#### Reglajul aripelor

Reglajul unui avion nu prezintă dificultăți, dacă construcția a fost făcută conform desenelor.

Prin reglaj se înțelege o operațiune cu ajutorul căreia se dă aripilor și ampenajelor unghiurile și pozițiunile, cari corespund în sbor, regimului de utilizare stabilit. Unghiurile se măsoară întotdeauna în raport de axa elicei, evitându-se astfel erorile datorite deformației fuzelajului sau suportului motor, sau pozițiunile în raport de centrul de greutate al avionului.

Reglajul necesită gabarite trapezoidale sau triunghiulare, rigle, nivele, raportoare, etc...

Pentru a regla aripile, este necesar a așeza mai întâi aparatul în linie de sbor, adică se așează longeroanele superioare ale fuzelajului orizontal și axa trenului de aterisaj, deasemenea orizontal. Această operațiune se face cu ajutorul unei nivele cu bulă de aer. Astfel figura 126 se vede în *I* amplasamentul

nivelei în  $N$ , dealungul longeronului superior al fuzelajului, iar în  $II$  se vede deasemenea nivela în  $N$ ,

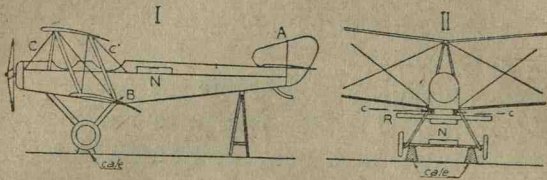


Fig. 126.

dealungul axei. Când însă trenul nu are axă, sau plasarea nivelei dealungul axei ar prezenta oarecare erori, atunci nivela se sprijină, prin intermediul unei rigle și a două cale  $cc$ , pe cele două longeroane inferioare ale fuzelajului.

Trenul de aterisaj trebuie fixat cu niște cale, spre a se înlătura riscul unei deplasări pe timpul reglajului.

De fapt, așezarea avionului în linie de sbor nu este altceva decât o simplificare a reglajului, căci dacă ne-am propune să reglăm avionul, fără să-l așezăm în linie de sbor, atunci ar trebui ca să cunoaștem înclinarea fuzelajului (longeroanelor superioare) față de orizont, apoi să așezăm aripa așa fel ca să aibă o anumită înclinare, față de longeroanele fuzelajului.

Darea înclinărilor în reglajul avionului se face cu ajutorul unui raportor, anglometru sau nivelă.

Se face mai întâi reglajul feței anterioare, constituită de longeroanele, mații și diagonalele anterioare. Se modifică lungimea diagonalelor la biplane sau a contrașiselor la monoplane, astfel încât longeroanele anterioare, sau anumite puncte definite de constructori, să fie rectiline, verificându-le cu ajutorul unei nivele. În cazul când aripile au un unghi diedru, se stabilește exactitatea lui în reglaj cu niște cale speciale,

dispuse în anumite puncte definite de constructor, astfel încât verificarea lor să se facă cu o simplă nivelă.

În cazul biplanelor fără decalaj, ne asigurăm că marginile de atac sunt în același plan, cu un fir cu plumb. Dacă aripile au decalaj, atunci decalajul se măsoară cu o riglă orizontală, tot față de un fir cu plumb.

După ce s'a reglat fața anterioară, se procedează la reglarea incidenței. Aci trebuie să se știe seamă că incidența nu este aceeași dealungul marginii de atac, deoarece depinde de compensarea cuplului-motor. Astfel, pentru un motor care se învâртеște în sensul acelor unui ceasornic, privindu-l din locul pilotului, incidența este mai mare la aripa stângă decât la aripa dreaptă. Constructorul trebuie să dea toate cotele de incidență, în dreptul fuzelajului, montanților sau mașilor. Incidența se dă utilizându-se unul din procedeele de dat diverse înclinări aripilor, păstrând însă marginea anterioară fixă și mișcând numai marginea posterioară, modificând diagonalele feței posterioare. Deseori însă, cum marginea de fugă a aripei ar constitui un punct de sprijin fragil pentru riglă, se sprijină rigla pe longeronul posterior, sau pe anumite puncte prevăzute de constructor.

Se verifică apoi simetria extremităților aripei în raport de fuzelaj, fixându-se o coardă de un punct situat în axul fuzelajului și cât mai depărtat de aripi. Distanța dela punct până la ferura de fixare a unui mat ori montant posterior, trebuie să fie aceeași și într'o parte și în alta. Se corijează diferențele, modificând cablurile sau orice alte sisteme, cari leagă aripile de fuzelaj.

În sfârșit, se termină reglajul aripilor, verificându-se încă odată întreg reglajul, căci se poate întâmpla ca



să-l stricăm și atunci o revizuire este utilă după reglajul decalajului, de pildă reglând simetria.

În cazul monopanelor cu aripă liberă, reglajul este posibil prin jocul ferurilor de încastrare, lăsat expres de constructor.

### **Ampenajul**

Reglajul stabilizatorului se obține, așezându-l în raport de diferite puncte de pe fuzelaj. De cele mai multe ori însă se ține seamă că, longeroanele lui trebuie să fie de un paralelism perfect cu longeroanele aripilor. Pentru aceasta, așezând longeroanele aripilor orizontal, vom fixa și longeroanele stabilizatorului orizontal, reglându-le prin modificarea coardelor de pian, contrafișelor respective, sau jocului ferurilor.

Când stabilizatorul este fix, atunci nu ne preocupăm de incidența lui, aceasta rezultând din fixarea lui la ferurile respective. Când însă incidența este reglabilă, atunci se procedează ca la aripi. Se verifică și aici simetria extremităților, în raport cu axul fuzelajului.

Urmează apoi montajul cârmei de profunzime, care nu necesită nici un fel de reglaj.

Reglajul derivei se face de cele mai multe ori verificând numai verticalitatea, când avionul este în linie de sbor. El se obține modificând lungimea corzilor de pian, sau a contrafișelor, sau prin jocul buloanelor dela feruri. Deseori însă, amortisarea cuplului de răsturnare al elicei se face dând o înclinare laterală derivei. Aceasta se face ușor, în raport de axul fuzelajului, cunoscând dimensiunile caelelor ce trebuie inter-puse.

### **Comenzile**

#### *Comanda aripioarelor.*

Se fixează manșa în planul vertical de simetrie al avionului, apoi se modifică lungimea cablurilor (dela

tendoare, echere ori bielete), până se aduc aripioarele în prelungirea aripei, fapt ce se constată cu câte o riglă, dispusă deoparte și de alta, în sensul profunziunii aripei. Deseori însă, datorită alungirii ce se produce în cabluri sau comenzi pe timpul sborului, se reglează aripioarele cu 15—20 mm. mai jos de poziția lor normală, așa fel ca prin alungirea comenzilor, poziția lor să revie cum trebuie.

### *Comanda profundorului.*

Manșa deasemenea este fixată în planul vertical al avionului, însă având o înclinare anumită față de verticală, înclinare dată de constructor, care se verifică prin depărtarea extremității manșei, la un punct oarecare fix din fuzelaj (din planul vertical de simetrie al lui), primul cadru din fața pilotului de exemplu. Apoi se modifică lungimea comenzilor profundorului, până se aduce cârma de profunzime în prelungirea stabilizatorului.

### *Comanda direcției.*

Se fixează palonierul perpendicular la axul fuzelajului, verificând că distanțele extremităților lui la un punct fix, din planul vertical de simetrie al fuzelajului, sunt aceleași. Apoi se modifică lungimea comenzilor, până ce cârma de direcție se aduce în prelungirea derivei.

### *Observațiuni:*

1. Comenzile nu trebuie să fie prea întinse, lăsând mișcările cârmelor și aripioarelor libere, fără să se facă cu greutate, astfel de pildă, dacă ridicăm în sus cârma de profunzime, lăsată apoi liber, să cadă singură în jos.

2. Tendoarele de cabluri sau tijele ghiventuite dela bielete trebuie să fie frânate după reglaj, cu un dispozitiv oarecare, pentru ca să nu se desșurubeze.

### 3. DEMONTAJUL.

#### GENERALITAȚI.

Operațiunile demontajului unui avion sunt aproape întotdeauna operațiunile inverse ale montajului. Se începe demontajul cu ultimele piese montate și se termină cu primele piese montate. Rareori se fac excepții, schimbându-se ordinea de demontare, când urgența reclamă demontarea anumitor părți din planor.

Pentru a se evita perderile diferitelor elemente de feruri, și mai ales pentru a înlesni montajul, care va urma, este bine să se ție seamă de următoarele sfaturi:

- 1) Să reînșurubeze fiecare piuliță pe bulonul respectiv, după ce a fost repusă pe una din părțile demontate;
- 2) Să se ruleze toate corzile de pian, cablurile și comenzile, în cercuri de diametru cât mai mici;
- 3) Să se reînșurubeze bine tendoarele, pe una din cele două tije;
- 4) Să se înșire pe o sârmă sau să se așeze în cutii special construite, toate ferurile demontate, cari rămân independente, într'o ordine definită;
- 5) În tot timpul operației de demontaj, să se fească ferurile de deformații și de murdării, în special praf și nisip;
- 6) Să se șteargă și să se curețe toate ferurile, controlându-se în acelaș timp starea lor și în special dacă nu prezintă crăpături, amorse de rupturi sau alte defecte.

### 4. CONTROLUL EXTERIOR.

#### GENERALITAȚI.

Controlul exterior este una din operațiunile pe care pilotul trebuie s'o facă, oricât de neînsemnat ar fi

sborul. O superficială atenție dată planorului sau grupului motopropulsor, poate antrena un accident grav. De câte ori nu s'a decolat cu o ferură abia prinsă într'un bulon forfecat, care cedează repede la primele vibrațiuni în sbor? De câte ori în sbor nu se constată o trepidație a comenzilor, uneori chiar a aripei, sau nu se produc defecte grave, cari observate imediat, pot fi lesne înlăturate?

Un călăreț, un automobilist pasionat, cu o educație de specialitate rațională, nu încalecă sau nu se urcă în mașină, până nu-și controlează calul sau vehiculul. Apoi pe timpul cavalcadei sau raidului, exercită un continu control, deoarece își dă perfect seama de monstrozitatea care ar săvârși-o, continuând călăria pe un cal schiop, sau raidul cu un cauciuc spart. Sau ajungând la cap de etapă, n'ar recontrola cele ce pe timpul mersului i s'ar fi părut dubioase.

Controlul exterior al avionului se face:

- înainte de sbor,
- pe timpul sborului,
- după sbor.

Voiu schița acum un fel de program, citând părțile ce trebuiesc vizate în deosebi, pe timpul controlului.

#### CONTROLUL INAINTE DE SBOR.

*Aripele:*

- Aspect exterior, îmbrăcăminte, văpsirea și lăcuirea;
- Montanți, mați sau contrafișe;
- Diagonale, feruri, tendoare;
- Porți de vizită (controlând fixarea lor și comenzile interioare);
- Articulațiile aripioarelor și cârmelor;
- Reglajul (simetrie, jocuri, etc...).

*Fuzelajul:*

- Aspect exterior, îmbrăcăminte, văpsire și lăcuirea;
- Suportul motor (buloanele de fixare în special);
- Structura interioară și în special diagonalele în dreptul bechiei;
- Capotele motorului și fixarea lor.

*Ampenaje:*

- Aspect exterior, îmbrăcăminte, văpsire și lăcuire;
- Articulații și feruri;
- Cabluri și comenzi;
- Reglaj.

*Aterisor:*

- Aspectul general;
- „V“-urile și în special ferurile de fixare;
- Osia, diagonalele;
- Amortisoare;
- Roți;
- Pneumatice;
- Geantă;
- Bechie (amortisor);
- Fixarea piuliței sau mutelcei din capul axei.

*Amenajamente:*

- Adaptarea motorului;
- Elicea (verificarea ei se face cu mare atenție, putându-se ivi crăpături imperceptibile, dar periculoase);
- Instrumente de bord (funcționarea lor);
- Echipamentele (pe rând).

*Observațiuni:*

1. La „adaptarea motorului“ se va controla în special: țevăria, racoardele, pompele, garniturile dela dopuri, etc...

2. La „elice“ se va controla montajul ei și starea palelor.
3. La „instrumente de bord“, funcționarea lor la diverse turații ale motorului și legăturile lor.
4. La „echipamente“, conexiunile, izolatorul, funcționarea, etc..

#### CONTROLUL PE TIMPUL SBORULUI.

Prin controlul pe timpul zborului trebuie să se înțeleagă:

1. Un control, pentru a constata *buna stare de funcționare* a tuturor organelor, cari constituiesc avionul. Acest control se execută de obicei, cu cea mai mare intensitate, în primele clipe ale zborului, după decolare.

2. Un control pentru a desăvârși *reglajul*.

3. Un control pentru a verifica *performanțele*.

Pe timpul zborului este prudent ca încercările să se facă cu avionul delestat și încărcându-l apoi progresiv, până la încărcătura maximă (complet echipat).

Controlul va avea de scop să desăvârșească *reglajul* și să stabilească *performanțele* și nu se va executa decât cu piloți speciali, numiți „piloți-încercători“.

Pentru desăvârșirea reglajului, după fiecare zbor, „pilotul-încercător“ va trebui să completeze o fișă, cari cuprinde în rezumat punctele:

Felul cum zboară, maniabilitatea, stabilitatea, performanțe și eforturi înregistrate, precum și comportarea amenajamentelor.

#### CONTROLUL DUPĂ SBOR.

Controlul după zbor se face vizând în esență, aceleași puncte ca și la „*controlul înainte de zbor*“, însă odată cu controlul după zbor, începe și întreținerea.

## IV.

# ÎNGRIJIRI ȘI REPARAȚIUNI

## 1. ÎNGRIJIRI.

### INSTRUCȚIUNI GENERALE.

Prin îngrijirea unuia sau mai multor avioane, se înțelege păstrarea sau repunerea lor în stare aproape nouă. Așa dar nu „în stare de funcționare“ căci aceasta se face prin reparații sau revizii.

Această repunere în stare nouă se face în două faze:

I. Prin îngrijirea generală a avioanelor, care sboară sau nu;

II. Prin o întreținere a avioanelor după fiecare sbor.

Iată acum și câteva puncte principale relativ la îngrijiri:

1. Toate avioanele, destinate sborului, vor fi garate în hangare.

2. În hangar avioanele sunt păstrate într'o ordine bine stabilite de către unitatea sau serviciul respectiv, avându-se în vedere dimensiunile și forma hangarelor și nevoile de manevră. Avioanele sunt așezate pe capre, astfel ca roțile să fie libere, sustrăgând părțile elastice ale aterisorului de sub acțiunea greutatei.

3. Hangarele vor fi prevăzute cu uși, cari trebuiesc să se închidă bine.

4. În hangare nu trebuie să se introducă nici un fel de auto-vehicul, fie chiar provizoriu și nu trebuie să se găsească butoaie cu benzină, câlți îmbibați, deșeuri, gunoaie, etc...

Se vor gara în schimb lăzi cu nisip și extinctoare la îndemână, pentru a preîntâmpina orice început de incendiu.

Alimentarea avioanelor trebuie făcută afară, prin conducte, dela cisterne subterane.

6. Nici un avion nu poate fi scos din hangar, decât la ora fixată de programul normal, sau după un ordin special.

7. În mod periodic, la date fixate, avioanele, cari nu sunt utilizate la sbor, vor fi curățate și îngrijite, procedându-se la fel ca la avioanele cari vin dela sbor.

8. Toatele avioanele puse în serviciu, vor fi întrebuințate pe cât posibil, în condițiuni egale, în ceea ce privește orele de sbor.

### **Instrucțiuni asupra întreținerii după sbor**

Fiecare organ sau element din constituția unui avion, fiind controlat după sbor, trebuie să fie curățat, repus în starea inițială și protejat contra agenților exteriori (umezeala în special).

Iată câteva puncte, ce vor servi de ghid pentru întreținerea avioanelor, după fiecare sbor.

1. Se verifică starea cablurilor comenzilor.

2. Se strâng tendoarele, anulându-se jocurile, dacă e cazul.

3. Se verifică axele de articulație și ferurile respective, precum și mijloacele de frânare a tuturor piulițelor, susceptibile de a se desșuruba din cauza trepidațiunilor.

4. Se verifică starea amortisoarelor sau legăturilor elastice ale aterisorului.



5. Se spală îmbrăcămintea (pânza în special).
6. În mod excepțional, pentru a reîntinde pânza, se spală cu apă caldă și săpun, se șterge cu acetonă sau benzină, apoi se dă două sau trei straturi de lac.
7. Dacă are o ruptură mică, se va lipi cu un petec, dacă ruptura e mare, se va cusea părțile rupte și peste cusătură se va lipi un petec.
8. Să nu se încălzească sau să se vopsească piesele de duraluminu, se spală numai și se ungu cu seu.
9. Ferurile vor fi spălate cu petrol și unse cu un amestec de ulei și petrol în părți egale.
10. Vasilina consistentă va fi utilizată numai pentru a unge butucul roților, scripeții, cablurile, ghi-durile, axele voleților, etc.
11. Piesele de lemn se curăță ca și pânza, iar după uscarea, se lăcuiesc cu un lac gros.

## 2. REPARAȚIUNI.

### GENERALITAȚI.

Avioanele utilizate în serviciu, au nevoie de două feluri de reparațiuni: una având drept scop reparația sau înlocuirea pieselor stricate prin lovituri exterioare, rupturi interioare, etc... și alta, având drept scop o înlocuire de piese uzate, încetul cu încetul, pe timpul funcționării, constatate atunci când se fac revizuirile periodice. Așa dar reparațiunile vor fi: *accidentale sau periodice*.

Fie accidentale, fie periodice, reparațiunile se mai împart în două categorii, după felul lor, adică: reparațiuni cari nu necesită înlocuiri de piese și reparațiuni cari necesită înlocuiri de piese. Ori cum, înlocuirea antrenând demontarea complectă a sistemului, înseamnă că timpul va fi mai îndelungat și mâna de lucru mai scumpă.

### Reparațiuni accidentale

*Aripile* pot suferi stricăciuni la structura lor, rupându-se un longeron sau o nervură, sau spărgându-se îmbrăcămintea. Dacă în adevăr un longeron este rupt, atunci el este reparabil, numai în cazul când ruptura este într'o secțiune fără mare importanță, altfel el trebuie înlocuit. Dacă este reparabil, atunci se înădește, așa cum am văzut la construcția longeroanelor, întărindu-se nada cu căptușeli exterioare, fixate cu brățări de strângere sau buloane, ori nituri, în cazul construcției metalice.

În cazul când ruptura nu se poate repara, întreaga structură a aripei sau a semi-aripei trebuie demontată, iar piesa ruptă înlocuită cu una nouă.

Deasemenea, una sau mai multe nervuri pot fi reparate, înădindu-se porțiunea de talpă sau zăbrelele stricate. Sau pot fi înlocuite cu altele noi, în care caz este iarăși nevoie de demontarea sistemului, cel puțin dela o extremitatea până la nervura stricată.

Singurele piese ce se pot ușor înlocui, cari de altfel sunt rar reparabile, sunt: traversele, diagonalele, montanții, hobanele și ferurile (în special acele simple).

Îmbrăcămintea este ușor reparabilă, mai ales dacă este de pânză.

Dacă însă nevoia a impus demontarea structurii, atunci se procedează la o reîmbrăcămintă completă.

*Fuzelajul* suferă cele mai frecvente stricăciuni la partea posterioară, unde este fixată bechia, apoi la partea comună cu celula, în regiunea amenajamentelor.

Singurele piese reparabile, când stricăciunile sunt ușoare, sunt numai longeroanele, cealalte se înlocuesc. În cazul când fuzelajul este o cocă de lemn, reparația nu este permisă decât pentru spărturi sau deformațiuni mici, cari nu sunt prea aproape de aripă, altfel trebuie înlocuit. Dacă reparația este posibilă, atunci

se întărește interiorul în regiunea reparată cu căptușeli, solid fixate de părțile sănătoase.

Fuzelajele-cocă metalice sunt mult mai ușor reparabile, metalul permițând o comodă înădire și întărire prin nituire.

*Ampenajele* sunt reparate după aceleași reguli ca și aripa. În majoritatea cazurilor însă înlocuirea completă a lor este mai avantajoasă.

Comenzile deasemenea trebuiesc înlocuite, iar nicidecum înădite, decât excepțional și provizoriu.

*Aterisorul* este reparabil parțial, adică parte din trenul de aterisaj de pildă fiind bun, se menține, iar restul stricat se înlocuește.

*Suportul-motor* deasemenea, de cele mai multe ori este înlocuit.

### Revizuri periodice

Revizuirile periodice se fac, controlând în detaliu toate elementele constitutive ale unui avion. Aceste revizii periodice se fac, după ce avionul are un număr de ore de zbor stabilit în prealabil.

Obiectul revizuirilor periodice este să se stabilească:

- gradul de uzură al avioanelor,
- elementele ce trebuiesc înlocuite,
- elementele ce trebuiesc reparate,
- elementele ce trebuiesc întărite,
- elementele ce trebuiesc îmbunătățite.

Rezultatele sunt cu îngrijire consemnate, pentru un acelaș tip de avion, într'un registru statistic, pentru a servi viitoarelor modificări ale tipului de avion.

Odată cele stabilite mai sus, avionul intră în reparație, procedându-se atunci ca pentru orice reparație obicinuită.

## 3. IMBUNĂTĂȚIRI.

## PENTRU MĂRIREA PERFORMANȚELOR.

Prin îmbunătățiri se înțeleg toate modificările aduse ulterior avionului, în scopul de a-i mări unele performanțe sau a-i întări unele elemente, socotite prea slabe.

Prin performanțe se înțeleg o serie de calități, pe care un avion trebuie să le îndeplinească, iar pentru a le spori, se procedează după cum urmează:

*Viteză maximă orizontală cât mai mare.*

— Se mărește puterea și randamentul moto-propulsorului, (acordându-l cu viteze mari orizontale).

— Se micșorează rezistențele pasive (ușurând silueta).

— Se rotunjesc extremitățile aripilor și ampenajelor.

— Se micșorează suprafețele ampenajelor și lungimea fuzelajului, reducându-se astfel efectul frecărilor.

— Se reglează aripile cu un unghiu de atac convenabil vitezelor mari (unghiu de atac mai mic).

— Se carenează toate elementele exterioare.

*Viteză minimă orizontală cât mai mică.*

— Se micșorează greutatea planorului.

— Se mărește suprafața purtătoare.

— Se adaogă mijloace hipersustentatoare.

*Viteză ascensională mare.*

— Se mărește puterea și randamentul moto-propulsorului (acordându-l cu viteze de urcare).

— Se micșorează greutatea totală a avionului.

— Se reglează celula cu un unghiu de atac convenabil urcării (unghiului de atac mare).

*Rază de acțiune mare.*

Dacă este vorba de „durată de sbor“ atunci:

— Se adaptează un motor cu consumație cât mai mică.

— Se ia combustibil cât mai mult, deci se reduce restul de greutate, pentru a se compensa cu combustibilul, amenajându-se rezervoare speciale.

— Se sboară într'un regim redus (nu maxim) permis de sustentația avionului în aer, spre a consuma cât mai puțin combustibil și a obosi motorul iarăși cât mai puțin.

Dacă este vorba de „distanță parcursă“, atunci — pe lângă cele de mai sus, — se îmbunătățește avionul și în scopul realizării unei viteze maxime orizontale cât mai mare.

*Plafon cât mai mare.*

Condițiunile sunt aceleași ca pentru „viteze ascensionale cât mai mari“, plus o cantitate de combustibil cât mai mare.

*Greutate utilă cât mai mare.*

— Se micșorează greutatea planorului și grupului motopropulsor.

— Se alege un profil cu o portanță foarte mare, sau se modifică curbura profilului existent.

— Se mărește puterea grupului moto-propulsor.

— Se caută randamentul optim al propulsorului.

*Rulare mică la decolare.*

— Se mărește puterea grupului moto-propulsor.

— Se mărește portanța, printr'un mijloc oarecare (hipersustentație).

— Se micșorează coeficientul de frecare al roților pe osie și al roților pe teren (teren bun sau chiar betonat).

— Se adaugă o roată în locul bechiei, înlăturându-se frânarea ei.

— Se micșorează greutatea totală a avionului.

— Se mărește uneori și rezistența la înaintare (frânare aerodinamică).

— Se schimbă poziția stabilizatorului (când este reglabil), convenabil aterisării.

— Se frânează energic cu bechia.

— Se frânează și cu roatele trenului, dacă sunt prevăzute cu frâne.

### *Calități de maniabilitate și stabilitate.*

— Se pot modifica mărimea și forma ampenajelor după caz.

— Se fac reglabile poziții stabilizatorului, derivei și chiar a aripioarelor.

— Se modifică incidența aripilor, în sensul obținerii unei stabilități sau maniabilități optime, pentru anumite condițiuni bine definite (un anumit regim de zbor de pildă).

— Se prevede posibilitatea schimbării centrului de greutate (dealungul axului longitudinal), fie împingând înainte sau înapoi grupul moto-propulsor, sau chiar în zbor, prin transmiterea combustibilului dintr'un rezervor în altul, sau chiar a unei încărcături leste, fie modificând direcția axului de tracțiune al elicei, prin ușoare înclinări date grupului moto-propulsor.

— Se adoptă mijloace de hiperstabilitate.

### PENTRU A ÎNTĂRI UNELE ELEMENTE.

— Din practica zborurilor și din continua observație a piloților și mecanicilor, se constată că anumite piese ale avionului, destinate să suporte diferite eforturi, sunt prea slabe (fie că sunt prea puțin dimensionate, fie că regiunea în care sunt plasate, vibrează mai mult, fie că materialul din care a fost construite nu este cel mai nimerit), atunci se procedează la întărirea lor sau la înlocuirea lor.

Se recomandă în primul rând înlocuirea pieselor (în special feruri), cu altele mai rezistente, a căror formă și concepție poate fi chiar complectamente diferită de cele originale, atunci când rezultatele primelor au fost defavorabile. Se interzice însă întărirea pieselor socotite slabe, prin suprapunerea sau alăturarea altora, tot așa de slabe. De pildă se ajunge la concluzia, că un bulon nu rezistă suficient de bine eforturilor ce se nasc în două feruri, pe care le unește; dacă se alătură un al doilea bulon, identic primului, dar astfel dispus încât ambele buloane să nu lucreze simultan, să nu se creadă că rezistența lor s'a dublat, ci a rămas aproape aceeași, căci ele nelucrând simultan, efortul acționează numai asupra unui bulon, îl consumă, apoi trece asupra celuilalt.

Sunt deasemenea cazuri când o piesă este socotită prea puțin dimensionată și atunci se înlocuește cu alta mai mult dimensionată. Se constată însă că a doua rezistă în condițiuni și mai rele ca prima. Atunci îmbunătățirea trebuie să se îndrepte, în primul rând, asupra poziției și locului piesei și apoi asupra dimensiunilor, căci dacă piesa este lăsată într'un focar vibrator, înlocuind-o cu alta mai grea, îi mărim vibrațiile și deci pericolul de ruptură. În asemenea cazuri se modifică complectamente concepția piesei, se schimbă poziția, se interpune straturi elastice sau se schimbă materialul de construcție, cu altul capabil să evite rezonanța cu mediul înconjurător.

În sfârșit, se poate întâmpla ca întărind prea mult o piesă, să dăunăm rezistența celorlalte, cu care formează un ansamblu. Rezultă deci că orice întărire a unei piese, necesită o examinare detaliată și a celorlalte, cu care se assemblează.

Toate aceste îmbunătățiri trebuie însă să se facă în urma unor numeroase și raționale observațiuni practice.

#### *Observațiuni.*

Deseori se aduc multe îmbunătățiri avioanelor și în privința:

1. — comenzile (traecte, cabluri, demultiplicați, etc.).
2. — amenajamentelor interioare (instrumente de bord comenzi, etc.).
3. — vizibilitate, armare, etc..



# TABLA DE MATERII

## AERODINAMICA AVIONULUI

Pagina

— Generalități . . . . .	3
--------------------------	---

### I.

#### Studiul rezistenței aerului

— Problema generală . . . . .	4
-------------------------------	---

#### 1. REZISTENȚA AERULUI PE UN PLAN ORTOGONAL.

— Generalități . . . . .	5
— Câteva date asupra tunelelor aerodinamice . . . . .	6
— Stabilirea formulei rezistenței aerului . . . . .	7
— Rezistența aerului asupra câtorva corpuri cu forme particulare . . . . .	13
— Spectru aerodinamic . . . . .	15
— Secțiune dreaptă (ortogonală) maximă . . . . .	18
— Presiuni și depresiuni . . . . .	18
— Aplicațiunea Nr. 1 . . . . .	19

#### 2. REZISTENȚA AERULUI PE UN PLAN INCLINAT.

— Generalități . . . . .	19
— Determinarea portanței și rezistenței la înaintare . . . . .	21
— Spectrul aerodinamic . . . . .	23
— Presiuni și depresiuni . . . . .	24
— Aplicațiunea Nr. 2 . . . . .	25

#### 3. REZISTENȚA AERULUI PE SUPRAFETE CURBE.

— Generalități . . . . .	25
--------------------------	----



## 4. PROFILE DE ARIPI.

— Generalități . . . . .	27
— Determinarea rezistenței aerului . . . . .	29
— Polara obișnuită sau propriu zisă . . . . .	31
— Importanța alungirii unui profil . . . . .	32
— Influența alungirii asupra polarei . . . . .	33
— Determinarea precisă a punctului de aplicație al rezistenței aerului . . . . .	34
— Polara completă . . . . .	36
— Spectru aerodinamic . . . . .	36
— Presiuni și depresiuni . . . . .	37
— Forma aripilor de avion . . . . .	38
— Multiplane . . . . .	39
— Celula biplană . . . . .	40
— Polara celulei biplane . . . . .	42
— Hipersustentația . . . . .	43

## 5. STUDIUL PROPULSIUNEI.

— Generalități . . . . .	44
— Elicea . . . . .	45
— Caracteristicile aerodinamice ale unei elice . . . . .	47
— Elici cu pas variabil . . . . .	48

6. STUDIUL REZISTENȚEI AERULUI  
PE UN AVION.

— Organele componente ale unui avion . . . . .	49
— Organe active . . . . .	50
— Organe pasive . . . . .	52
— Interacțiunea organelor . . . . .	53
— Polara unui avion complet . . . . .	55
— Câteva date asupra avioanelor actuale . . . . .	59

## II.

## Părțile componente ale unui avion

— Generalități . . . . .	60
— Nomenclatura . . . . .	61
— Forma și structura . . . . .	61

## 1. CLASIFICAREA AVIOANELOR.

— Generalități . . . . .	70
— Avioane monoplan . . . . .	70
— Avioane biplane . . . . .	73
— Avioane multimotoare . . . . .	74
— Avioane cu două sau mai multe fuzelaje . . . . .	77
— Avioane speciale . . . . .	78

## III.

## Evoluțiunile avionului

— Problema generală a evoluțiunilor și clasificarea lor . . . . .	32
---	----

## 1. EVOLUȚIUNILE NORMALE.

— Sborul orizontal rectilin . . . . .	85
— Aplicația Nr. 3 . . . . .	88
— Sborul în urcare rectilină . . . . .	89
— Sborul în coborîre rectilină . . . . .	90
— Virajul . . . . .	92
— Spirala . . . . .	94
— Decolarea . . . . .	95
— Aterisarea . . . . .	97
— Influența vântului . . . . .	101

2. EVOLUȚIUNILE NORMALE ALE  
HIDROAVIONULUI.

— Decolarea . . . . .	101
— Aterisarea . . . . .	104

## 3. EVOLUȚIUNI EXCEPȚIONALE.

— Generalități . . . . .	105
— Evoluțiuni simetrice . . . . .	106
— Evoluțiuni disimetrice . . . . .	112
— Evoluțiuni excepționale mixte . . . . .	114

## 4. EVOLUȚIUNI NEPERMISE.

— Generalități . . . . .	114
— Vria . . . . .	115
— Observațiuni generale asupra acrobațiilor . . . . .	118
— Sborul fără motor . . . . .	119

## 5. MANIABILITATEA ȘI STABILITATEA.

— Generalități . . . . .	120
— Maniabilitatea . . . . .	121
— Stabilitatea . . . . .	122
— Observațiuni generale . . . . .	126

## 6. CENTRAJUL.

— Definițiuni . . . . .	128
— Repartiția greutăților . . . . .	129
— Repartiția suprafețelor . . . . .	130
— Așezarea grupului motopropulsor . . . . .	130

## IV.

**Performanțe**

## 1. DEFINIȚIUNI.

— Definițiuni . . . . .	133
-------------------------	-----

2. REDUCEREA PERFORMANȚELOR PE  
CALE EXPERIMENTALĂ.

— Atmosfera în general . . . . .	134
— Atmosfera standard . . . . .	135
— Determinarea performanțelor . . . . .	136
— Determinarea performanțelor în urcare . . . . .	138
— Măsurarea distanțelor de rulare (alunecare) la decolare și aterisare (amerisare) . . . . .	140

## 3. RECORDURI.

— Clasificarea recordurilor . . . . .	140
---------------------------------------	-----

## V.

**Eforturile suferite de un avion pe timpul  
sborului**

— Generalități . . . . .	142
--------------------------	-----

## 1. DETERMINAREA EFORTURILOR.

— Evoluțiuni dând eforturi simetrice . . . . .	143
— Evoluțiuni dând eforturi disimetrice . . . . .	144
— Evoluțiuni pe teren . . . . .	144

## 2. INCERCAREA STATICĂ.

— Generalități . . . . .	146
— Cazuri generale de sbor pentru care se calculează un avion . . . . .	148

## CONSTRUCȚIA AVIONULUI

— Generalități . . . . .	151
--------------------------	-----

## I.

## Materii prime

— Condițiuni generale . . . . .	152
---------------------------------	-----

## 1. METALE ȘI ALIAJE.

— Generalități . . . . .	153
— Oțelurile . . . . .	153
— Aliaje ușoare . . . . .	155
— Aliaje ultra-ușoare . . . . .	156

## 2. LEMNUL.

— Generalități . . . . .	156
— Prepararea lemnului . . . . .	158
— Caracteristicile mecanice ale lemnului . . . . .	158
— Lemnul contraplacat . . . . .	161
— Protecția și stocajul lemnului . . . . .	162

## 3. CLEIUL.

— Cleiul . . . . .	163
--------------------	-----

## 4. PANZA ȘI AȚA.

— Pânza de in . . . . .	164
— Pânza de bumbac . . . . .	165
— Ața . . . . .	165

## 5. PROTECTORI.

— Anduiții . . . . .	166
— Lacurile . . . . .	167
— Văpselele . . . . .	167

## 6. CAUCIUCUL.

— Cauciucul . . . . .	168
-----------------------	-----

## II.

## Construcția elementelor componente ale unui avion

## 1. ARIPA CLASICĂ.

— Longeroane . . . . .	169
— Câteva observațiuni asupra construcției longeroanelor metalice . . . . .	179
— Traverse . . . . .	180
— Diagonale . . . . .	182
— Feruri . . . . .	183
— Nervuri . . . . .	183
— Imbrăcămintea aripilor . . . . .	189

## 2. ARIPA MODERNĂ.

— Aripa-cocă . . . . .	195
— Aripa-cheson . . . . .	197

## 3. ARMĂTURA EXTERIOARĂ.

— Mați . . . . .	198
— Hobane . . . . .	205

## 4. FUZELAJUL.

— Generalități . . . . .	207
— Fuzelaje de lemn . . . . .	208
— Fuzelaje de metal . . . . .	211
— Câteva considerațiuni asupra sudurei autogene . . . . .	212

## 5. FERURI.

— Definițiuni . . . . .	215
-------------------------	-----

## 6. ARIPIOARELE, AMPENAJELE ȘI COMENZILE LOR.

— Generalități . . . . .	219
— Aripioarele . . . . .	220

— Profundorul . . . . .	225
— Direcția . . . . .	226
— Observațiuni generale asupra comenzilor . . . . .	229

## 7. ATERISORUL.

— Generalități . . . . .	230
— Trenul de aterisare . . . . .	230
— Roți și pneumatice . . . . .	237
— Tren de aterisare cu șenile . . . . .	239
— Tren de aterisare cu skii . . . . .	240
— Bechia . . . . .	241

## 8. SUPORTUL MOTOR.

— Generalități . . . . .	241
— Adaptarea motorului . . . . .	243

## 9. ELICEA.

— Generalități . . . . .	252
— Elici de lemn . . . . .	252
— Elici de metal . . . . .	253
— Butucul elicei . . . . .	

## 10. AMENAJAMENTELE.

— Generalități . . . . .	255
--------------------------	-----

## III.

**Montajul, reglajul, demontajul și controlul  
unui avion**

— Generalități . . . . .	58
--------------------------	----

## 1. MONTAJUL.

— Ordinea operațiunilor . . . . .	259
-----------------------------------	-----

## 2. REGLAJUL.

— Ordinea operațiunilor . . . . .	261
-----------------------------------	-----

## 3. DEMONTAJUL.

— Generalități . . . . .	26
--------------------------	----

## 4. CONTROLUL EXTERIOR.

— Generalități . . . . .	266
— Controlul înainte de sbor . . . . .	267
— Controlul pe timpul sborului . . . . .	269
— Controlul după sbor . . . . .	269

## IV.

## Ingrijiri și reparațiuni

## 1. INGRIJIRI.

— Instrucțiuni generale . . . . .	270
-----------------------------------	-----

## 2. REPARAȚIUNI.

— Generalități . . . . .	272
--------------------------	-----

## 3. IMBUNĂȚĂȚIRI.

— Pentru mărirea performanțelor . . . . .	275
— Pentru a întări unele elemente . . . . .	277
<i>Tabla de materii</i> . . . . .	279

