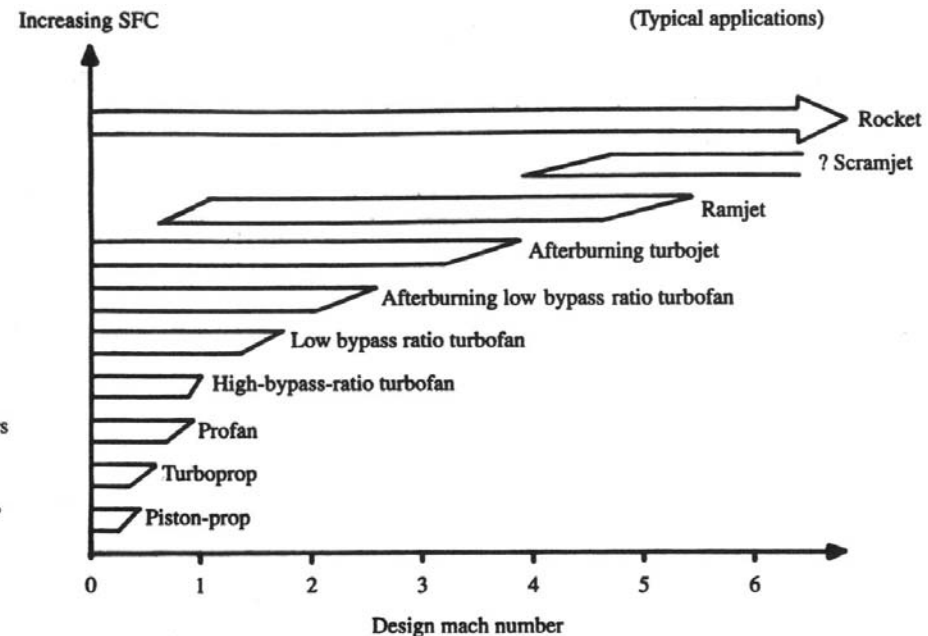
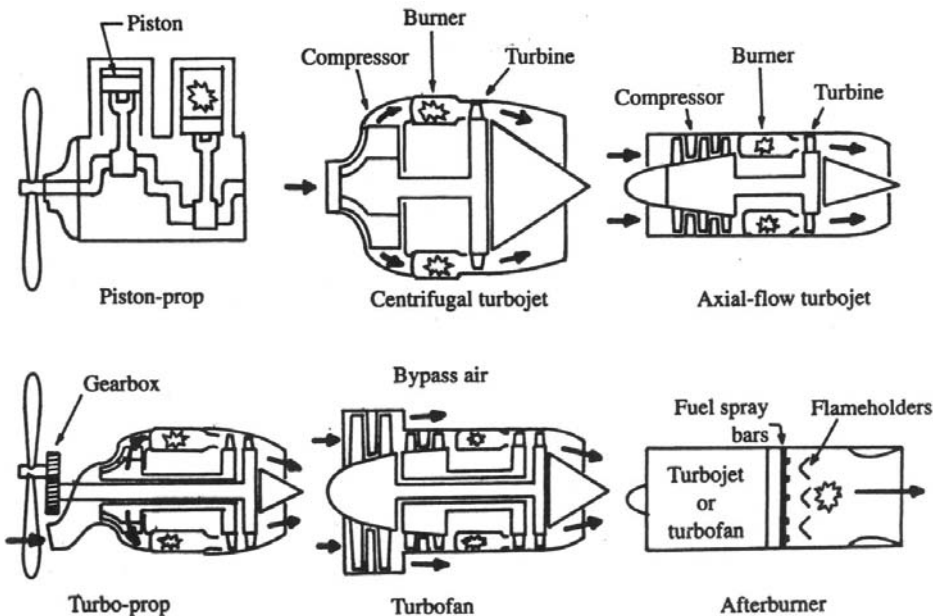


Integração do Sistema Propulsivo e do Sistema de Combustível

- É necessário integrar o motor e sistemas acessórios na configuração e estrutura da aeronave;
- Para isso as dimensões e geometria do motor e sistemas acessórios têm que ser conhecidos e definidos;
- O sistema de combustível também tem que ser definido de acordo com o espaço e geometria disponíveis.

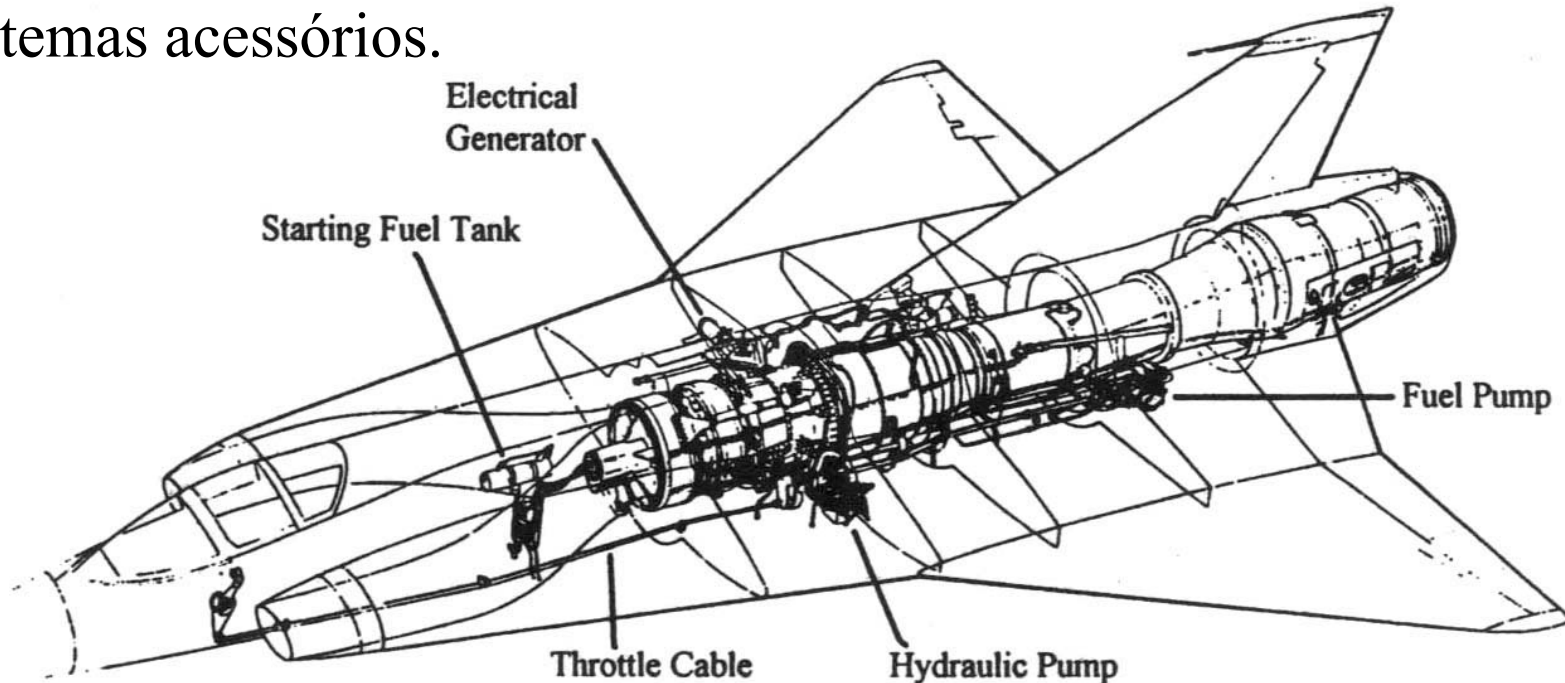
Seleção do tipo de motor

- Regime de voo;
- Condições de operação;
- Custos de aquisição e manutenção;



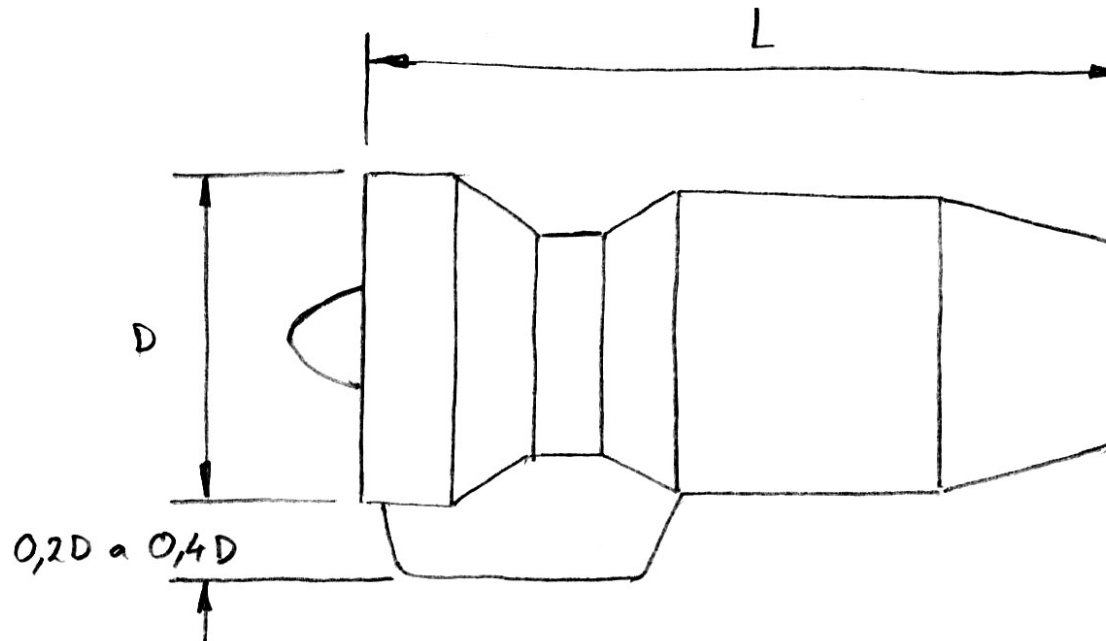
Propulsão a jacto (1)

- Entrada de ar e tubeira de escape;
- Ar de arrefecimento;
- Instalação e remoção do motor;
- Estrutura de suporte;
- Sistemas acessórios.



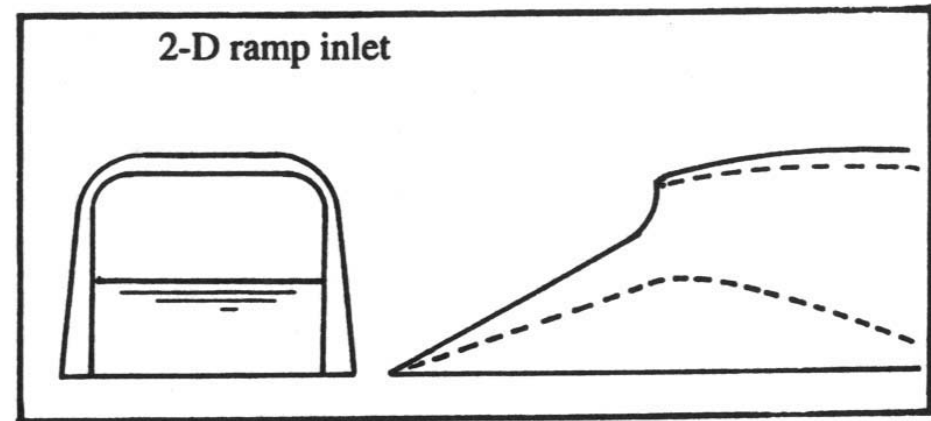
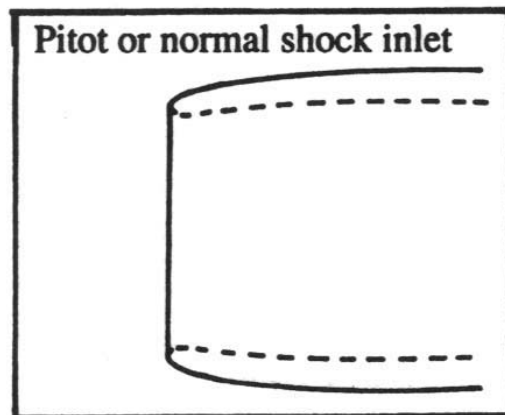
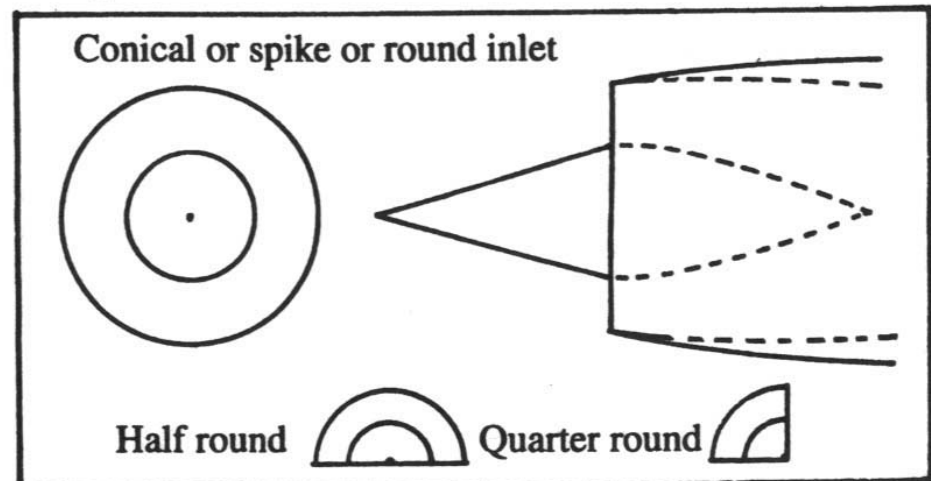
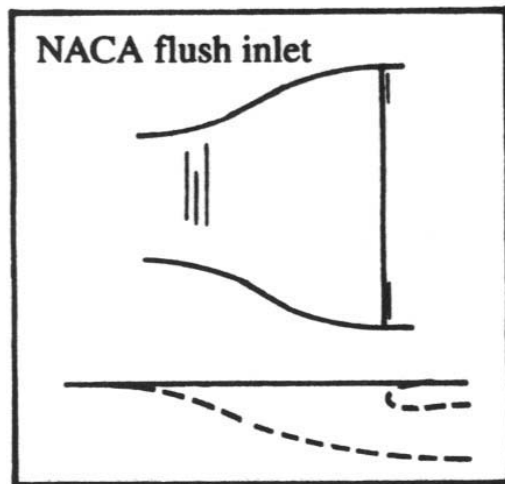
Propulsão a jacto (2)

- Dimensões típicas (motor elástico):
 - Comprimento – $L = L_{\text{real}}(\text{SF})^{0,4}$;
 - Diâmetro – $D = D_{\text{real}}(\text{SF})^{0,5}$;
 - Peso – $W = W_{\text{real}}(\text{SF})^{1,1}$;
 - Factor de escala – $\text{SF} = T_{\text{req}}/T_{\text{real}}$.



Propulsão a jacto (3)

- Tipos de entrada de ar.



Propulsão a jacto (4)

- Função da entrada de ar:
 - Conduzir ar com o caudal necessário até à entrada do motor;
 - Desacelerar o ar para um Mach de 0,4 a 0,5;
- Entradas de ar subsónicas:
 - NACA – têm uma recuperação de pressão de cerca de 90% e são usadas, principalmente para ar de arrefecimento e em unidades de potência auxiliar;
 - Pitot – têm uma recuperação de pressão de 100%;
- Entradas de ar supersónicas:

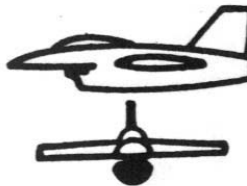
Tipo de entrada de ar	Recuperação de pressão	Peso	Resistência	Complexidade	Mach
Cone	+	+	-	-	> 2
Rampa	-	-	+	+	< 2

Propulsão a jacto (5)

- Localização da entrada de ar – motores embutidos:



Nose



Chin



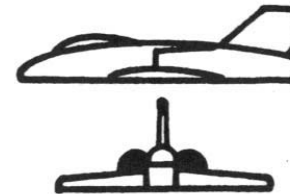
Side



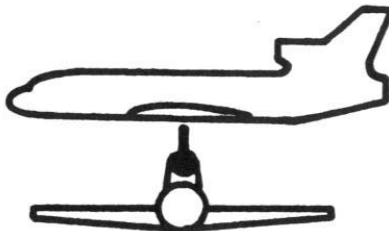
Armpit



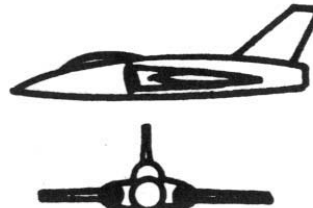
Over-fuselage



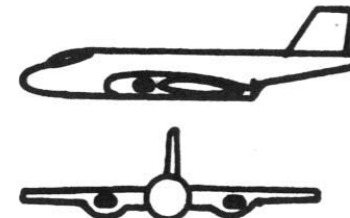
Over-wing



Over-fuselage
(tail root)



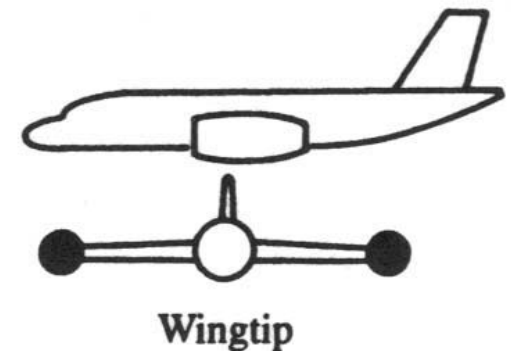
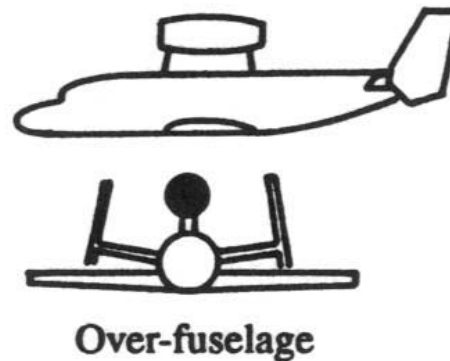
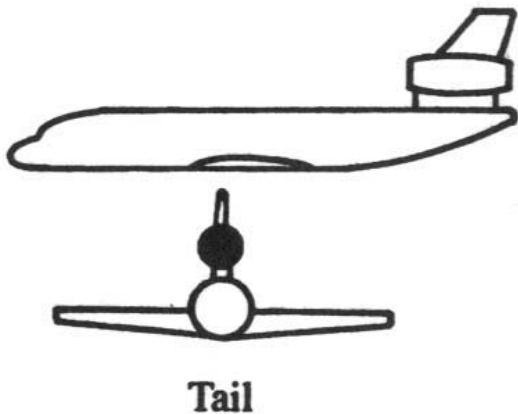
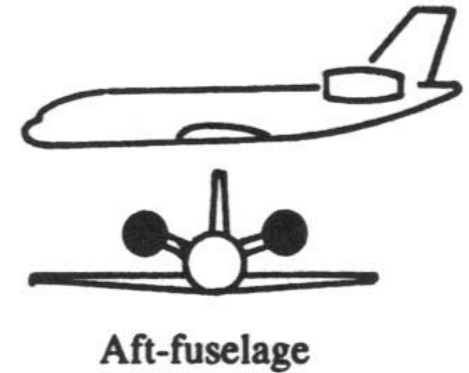
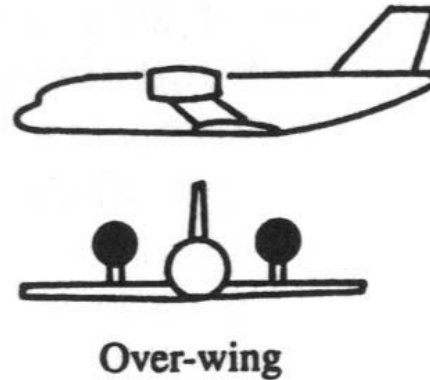
Wing root



Wing leading edge

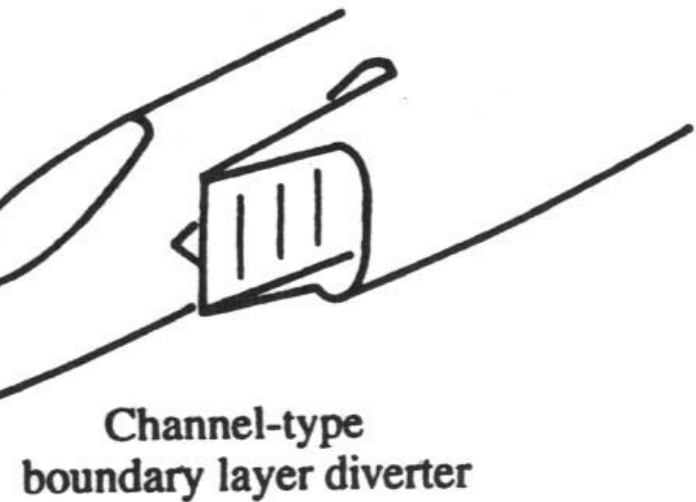
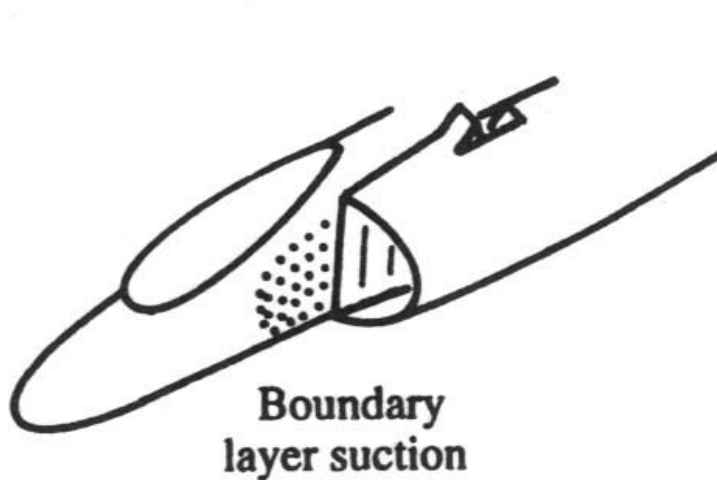
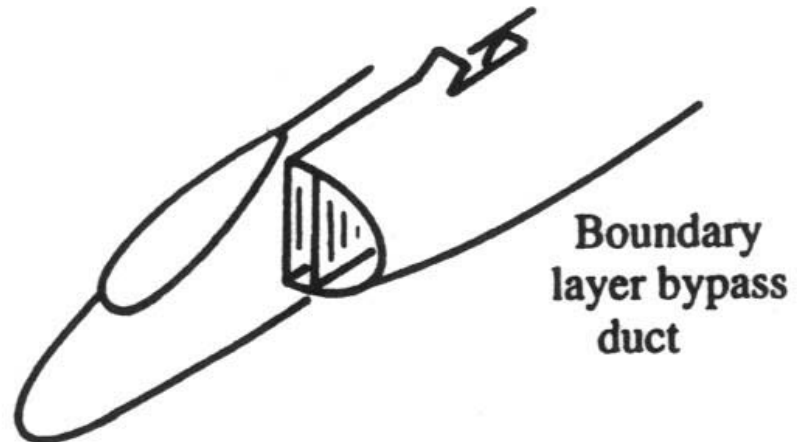
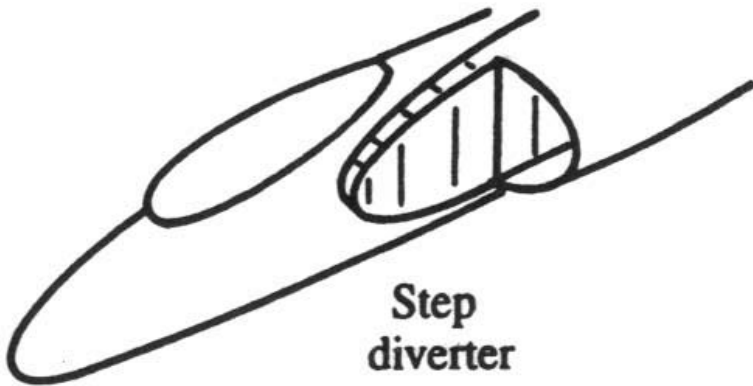
Propulsão a jacto (6)

- Localização da entrada de ar – motores suspensos:



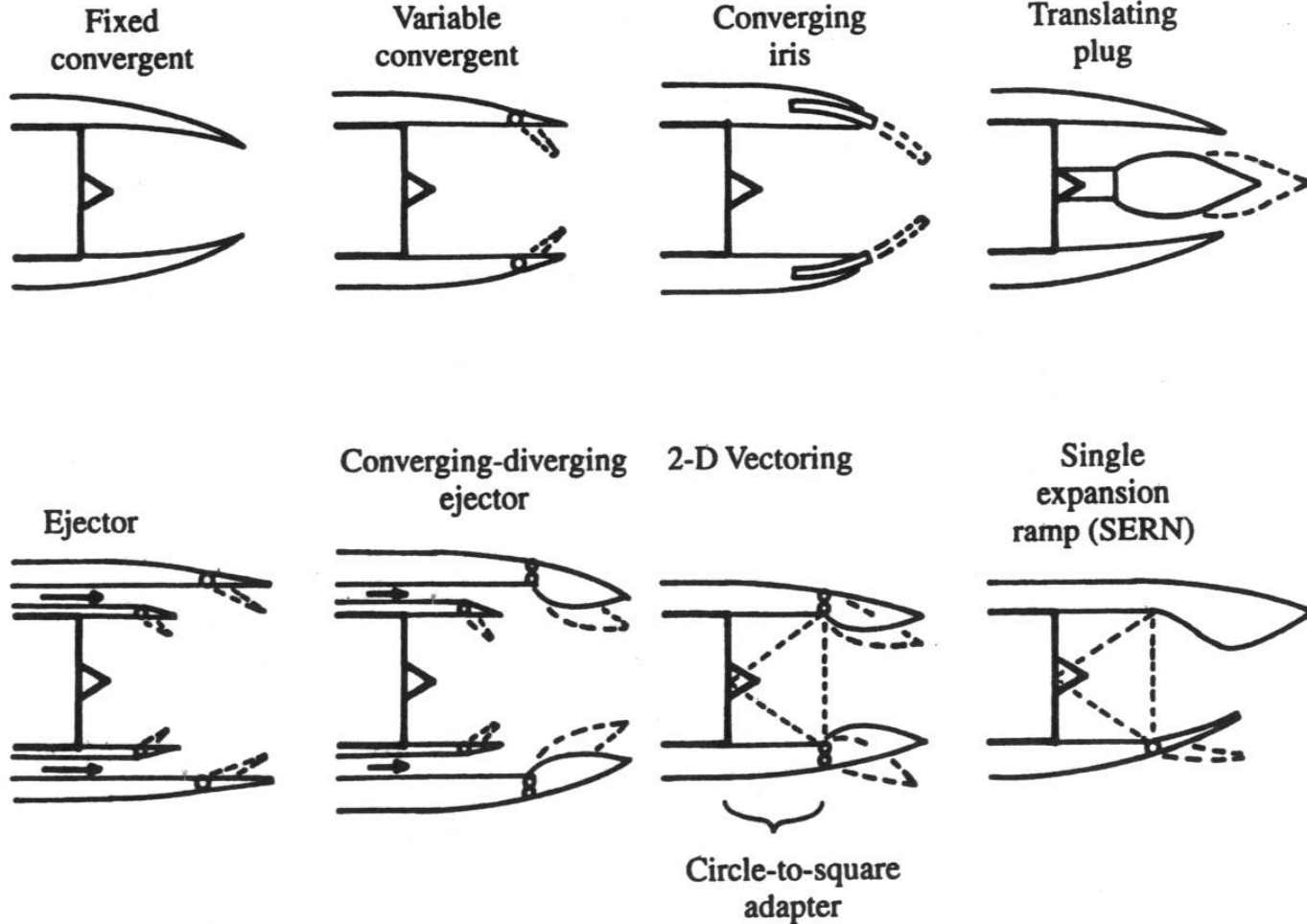
Propulsão a jacto (7)

- Separadores de camada limite:



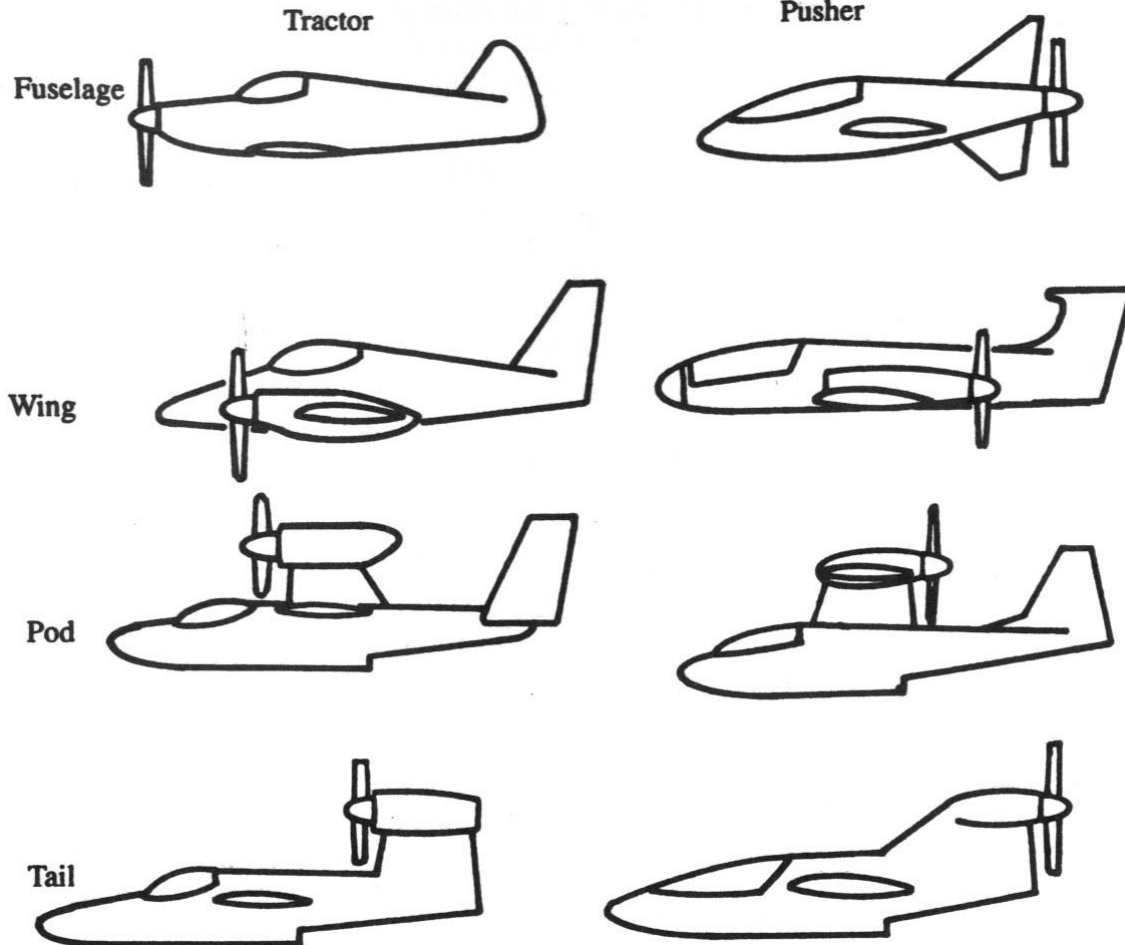
Propulsão a jacto (8)

- Tuberias:



Propulsão a hélice (1)

- Localização do hélice:



Propulsão a hélice (2)

- Hélice “puxa”:
 - Motor à frente:
 - Tende a encurtar a parte dianteira da fuselagem;
 - Empenagens mais pequenas e melhor estabilidade;
 - Ar de arrefecimento mais facilmente obtido;
 - O hélice está em escoamento não perturbado.
- Hélice “empurra”:
 - Redução da resistência de fricção porque o avião voa em ar não perturbado;
 - A área molhada da fuselagem pode ser reduzida com o motor na fuselagem. O escoamento para o hélice permite ângulos de fuga mais pronunciados, encurtando a fuselagem, sem separação do escoamento;

Propulsão a hélice (3)

- Hélice “empurra” (cont.):
 - A combinação canard-empurra é boa porque o canard requer um braço mais pequeno do que a EH – redução da área molhada;
 - Redução de ruído:
 - Exaustão do motor fica atrás;
 - Escoamento do hélice não afecta a fuselagem;
 - Trem de aterragem mais longo para protecção do hélice;
 - O Hélice pode ser danificado mais facilmente por objectos que saltam da pista devido ao trem de aterragem;
 - Arrefecimento do motor menos eficiente.

Propulsão a hélice (4)

- Hélice nas asas:
 - Reduz a resistência parasita da fuselagem – esta fica fora do escoamento do hélice;
 - Reduz o peso estrutural da asa;
 - Possível danificação da fuselagem quando existe ruptura de uma pá;
 - Hélice “empurra” nas asas provoca vibrações devido à diferença de pressão entre o intradorso e o extradorso da asa;
- Hélices suspensas:
 - Usados em hidroaviões ou anfíbios;
 - A linha de tracção está muito acima do CG e pode criar problemas de controlo com o aumento da potência (momento de picada elevado). Corrige-se com área de EH elevada.

Propulsão a hélice (5)

- Estimativa da dimensão do motor:
 - Pode estimar-se a dimensão do motor estatisticamente, caso este ainda não seja conhecido.

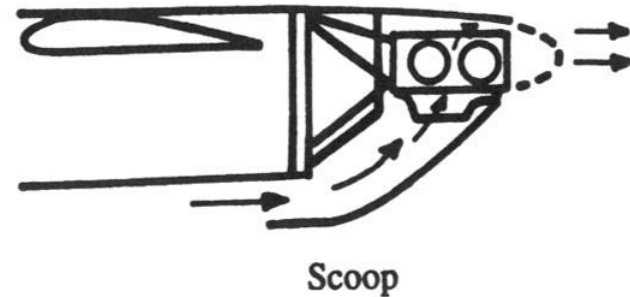
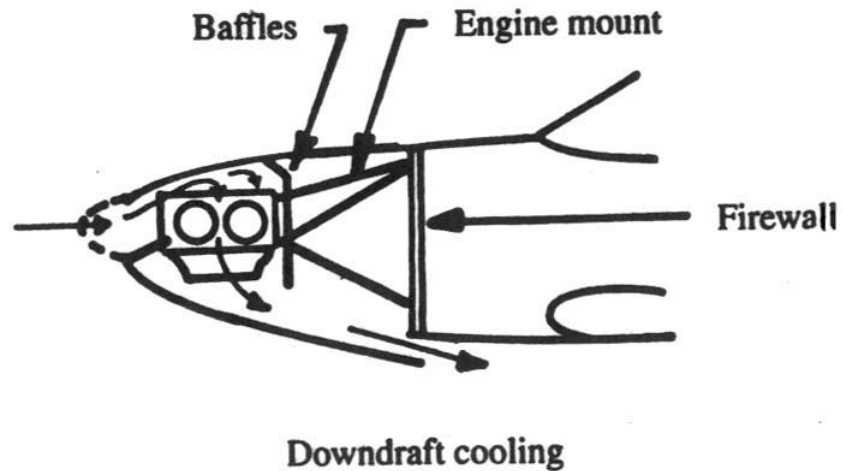
$X_{\text{escala}} = X_{\text{real}} SF^b$ $SF = P_{\text{escala}}/P_{\text{real}}$				
	Motores alternativos			
X	Opostos	Em Linha	Radial	Turbo-hélice
Peso	0,780	0,780	0,809	0,803
Comprimento	0,424	0,424	0,310	0,373
Diâmetro	-	-	0,130	0,120

Propulsão a hélice (6)

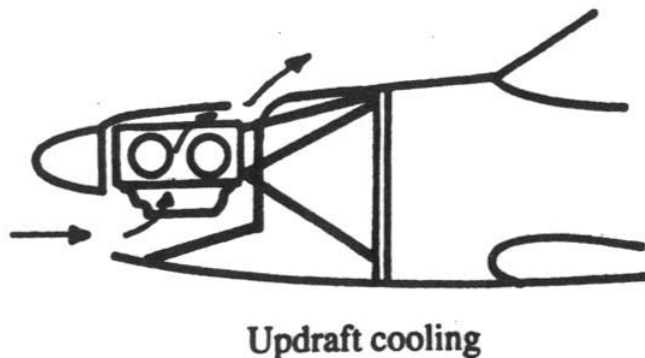
- Instalação do motor alternativo:
 - Inicialmente pode dizer-se que a área para arrefecimento é cerca de 30% a 50% da área frontal do motor;
 - A área de saída do ar de arrefecimento é cerca de 40% a 65% da área frontal do motor;
 - A distância do motor à parede de fogo é cerca de metade do comprimento do motor.

Propulsão a hélice (7)

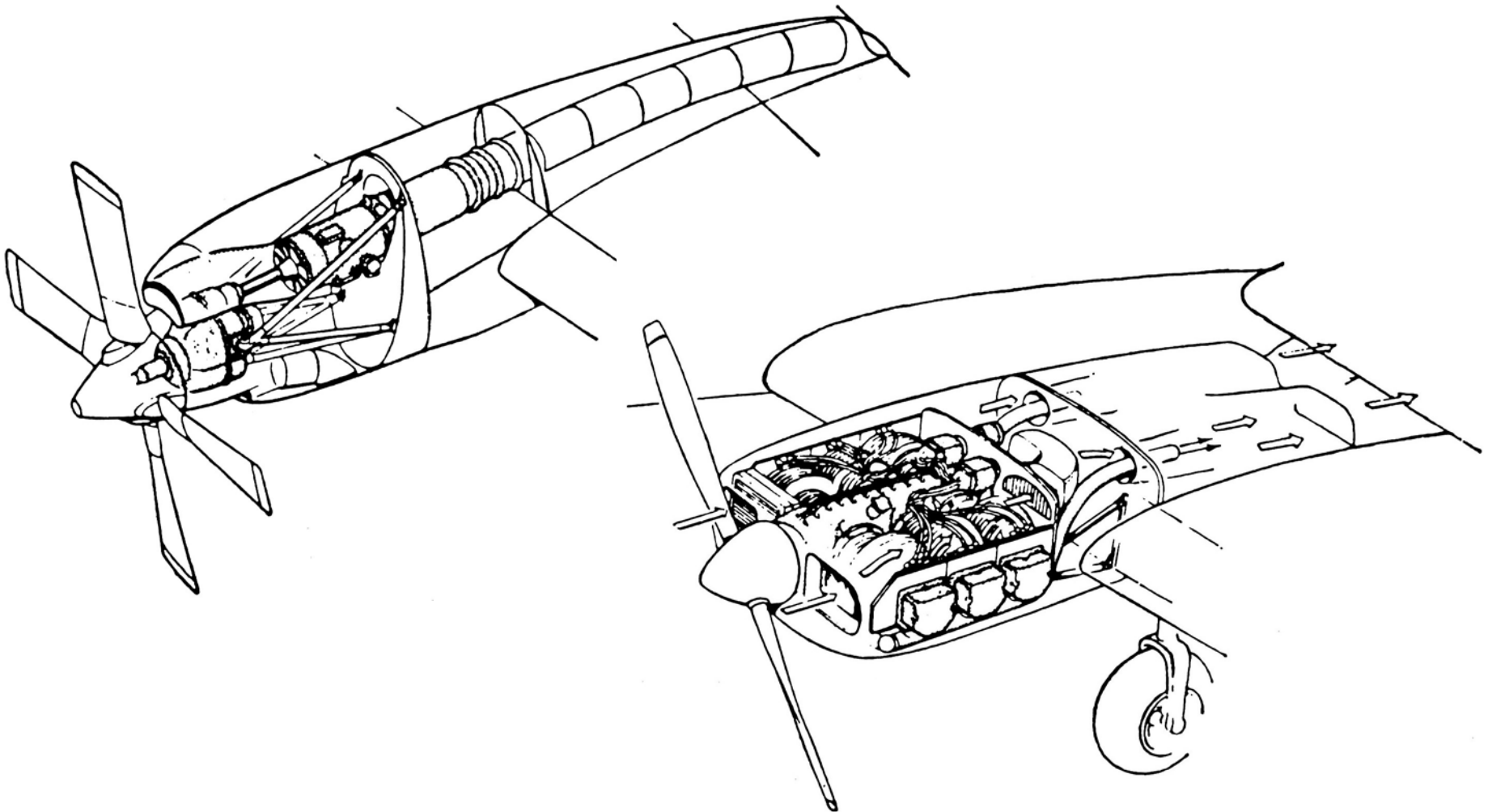
- Instalação do motor alternativo (cont.):



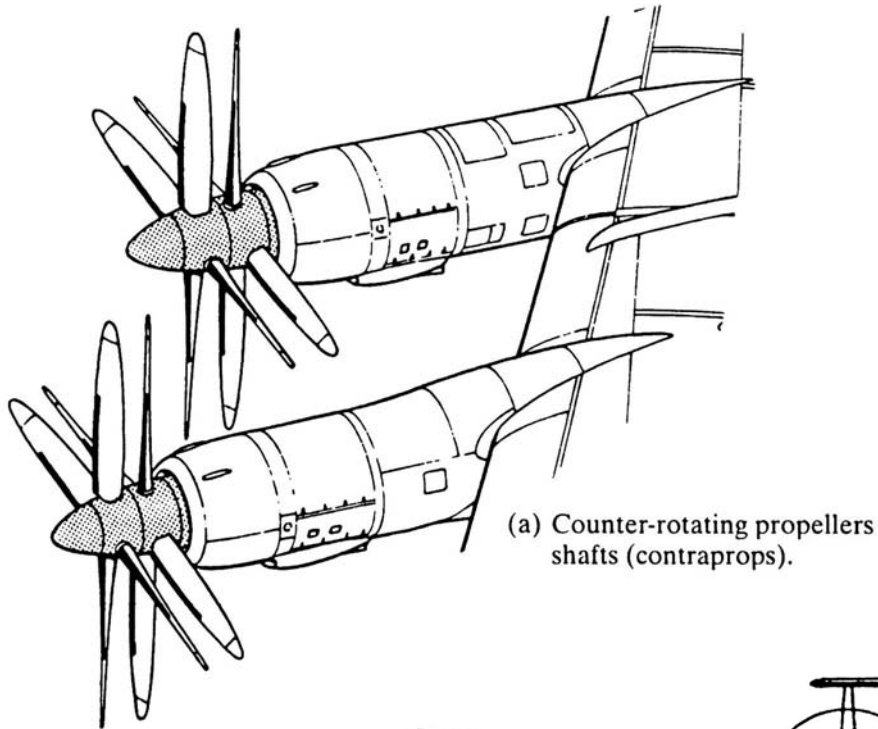
Pusher propeller
Updraft cooling



Propulsão a hélice (8)

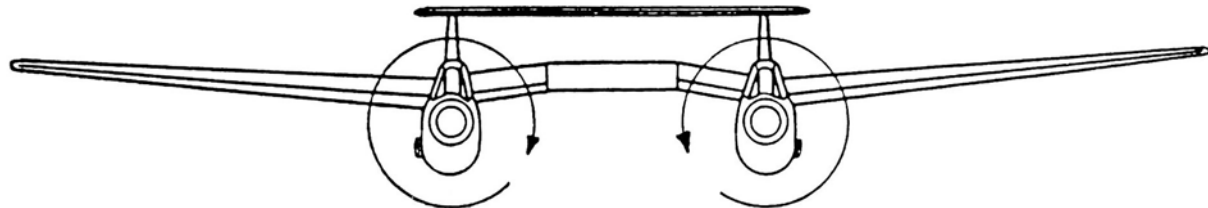
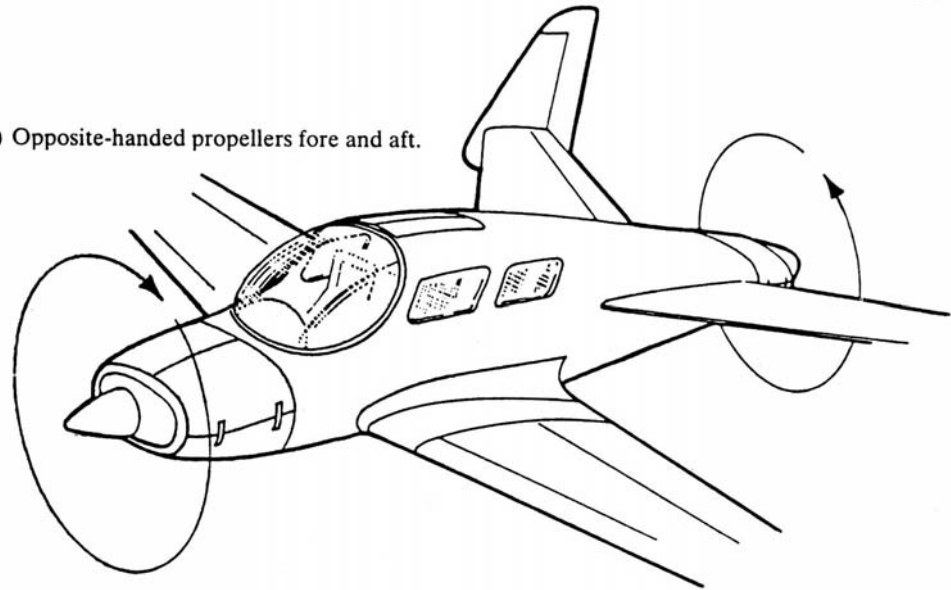


Propulsão a hélice (9)



(a) Counter-rotating propellers shafts (contraprops).

(c) Opposite-handed propellers fore and aft.



(b) Opposite-handed propellers.

Propulsão a hélice (10)

- A “channelwing” de Custer:
 - Custer dizia que conseguia obter 82 N de sustentação estática por KW.



Sistema de combustível (1)

- Função do sistema de combustível:
 - Fornecer combustível ao motor;
 - Alijar combustível;
 - Controlar a posição do CG.
- O sistema de combustível engloba os seguintes elementos:
 - Tanques;
 - Linhas de combustível;
 - Bombas e válvulas;
 - Ventilação;
 - Controlos.

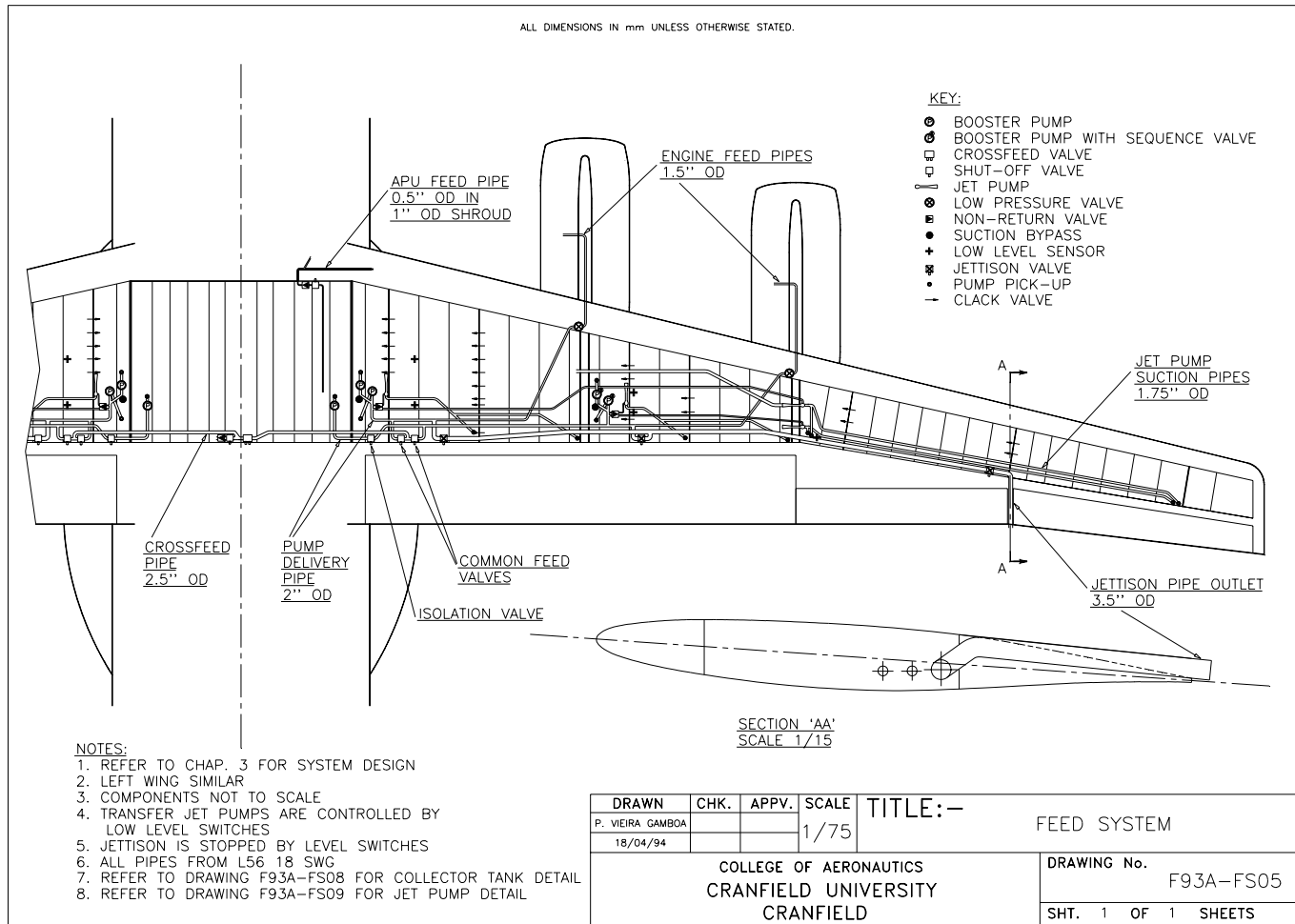
Sistema de combustível (2)

- Tanques de combustível:
 - Discretos – aviação geral e “homebuilt”;
 - Saco – em borracha anti-fugas; percas de 10% do volume;
 - Integral – usa a estrutura como limite e é isolado com espuma vedante; percas de 2% a 3% do volume.
- Abastecimento em voo:
 - Tipo “boom”;
 - Tipo “probe and drogue”.



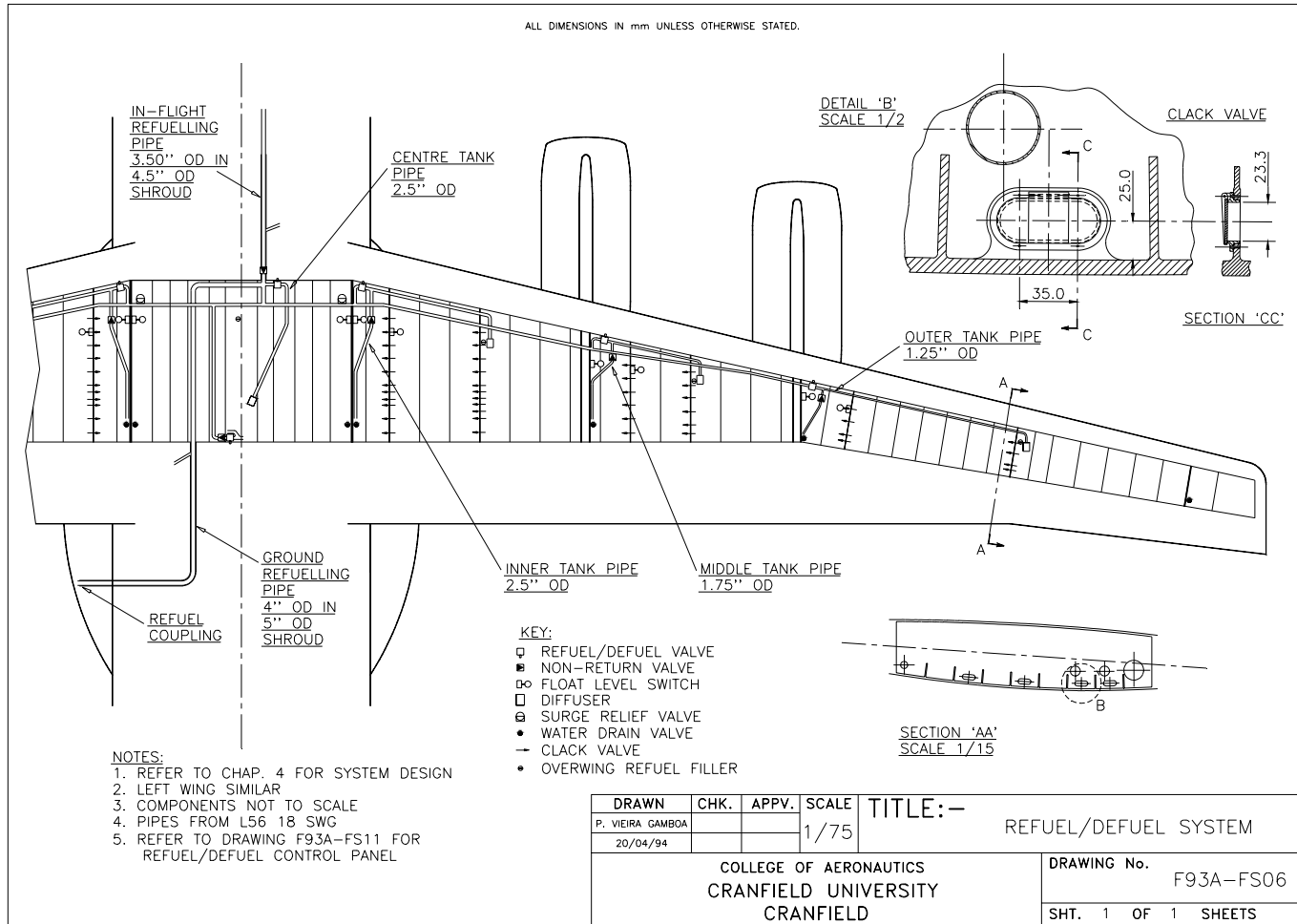
Sistema de combustível (3)

- Subsistema de alimentação:



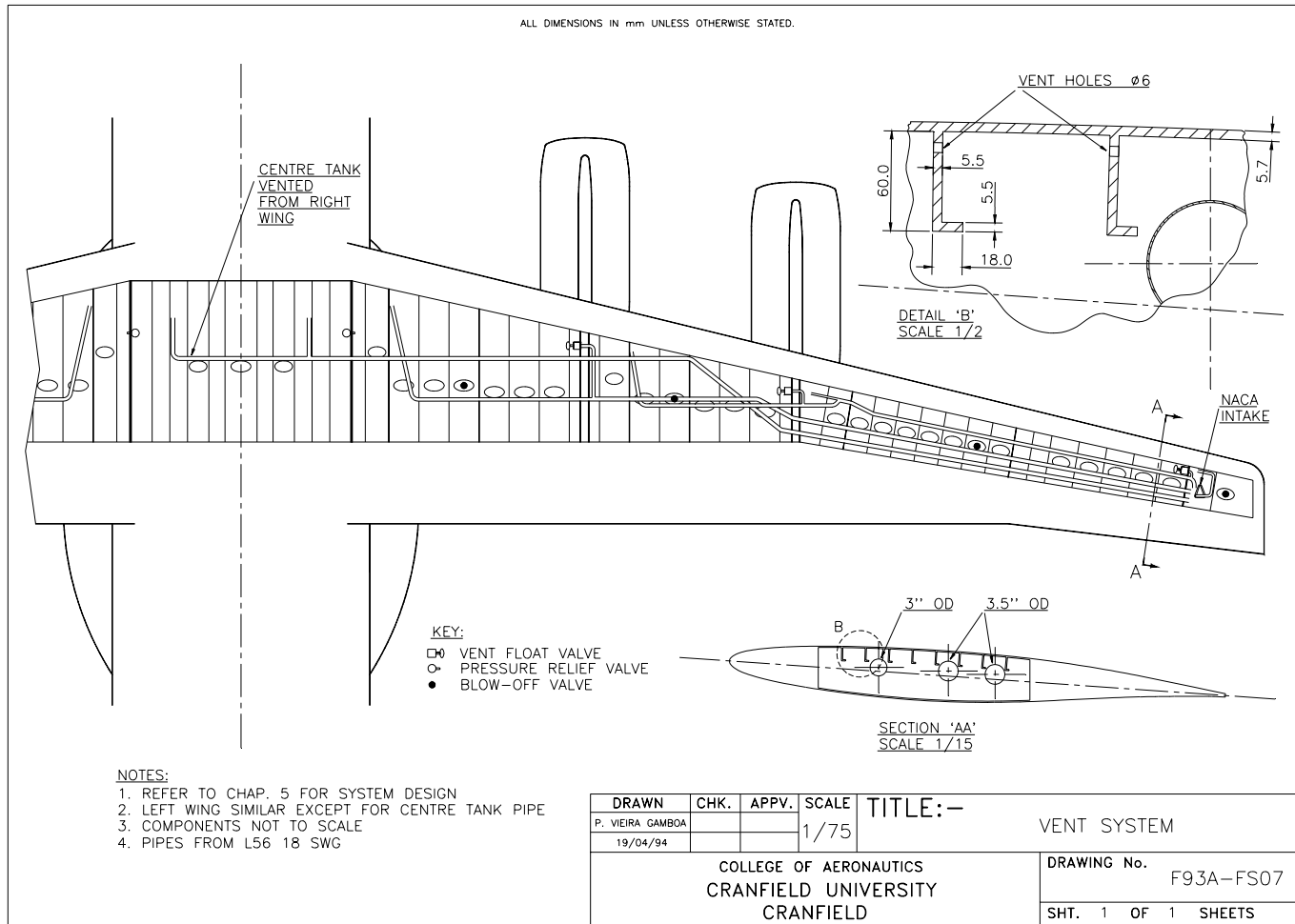
Sistema de combustível (4)

- Subsistema de abastecimento:



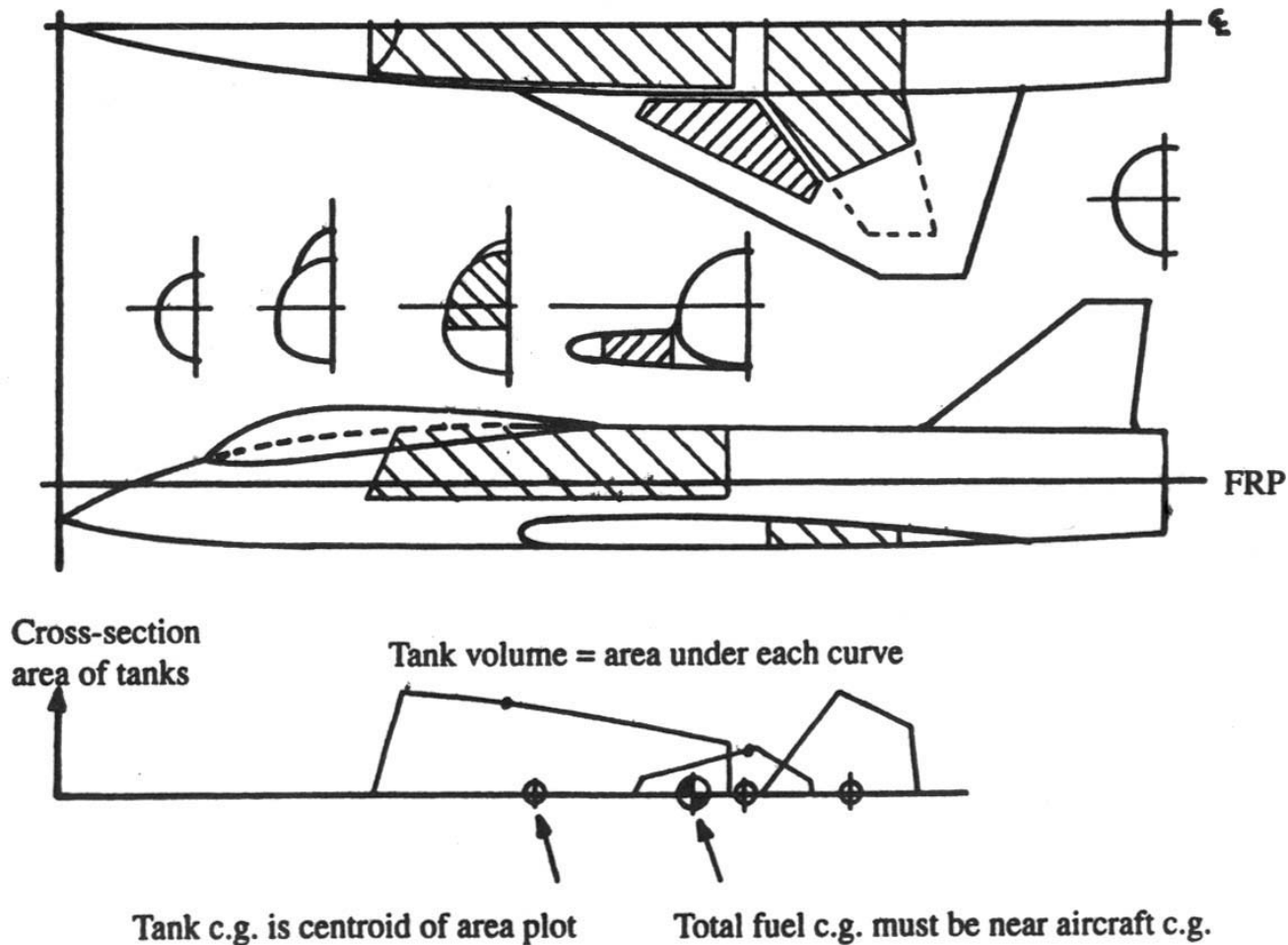
Sistema de combustível (5)

- Subsistema de ventilação:



Sistema de combustível (6)

- Disposição dos tanques para ajuste do CG:



Instalação do sistema propulsivo

