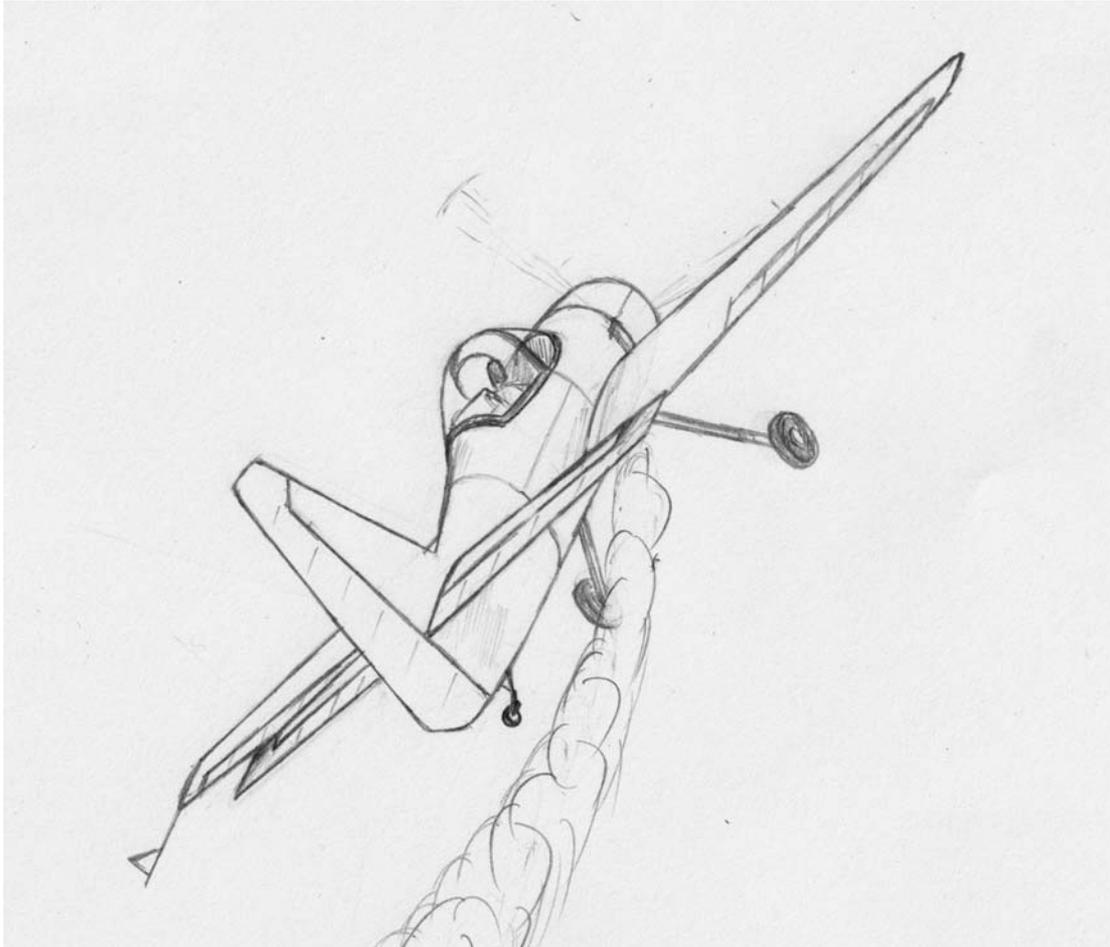


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

PROJECTO DE AERONAVES - 2026

1999/2000



AVIÃO ACROBÁTICO DE COMPETIÇÃO

A2000

Descrição do Projecto

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REQUISITOS.....	3
2.1. Missão	3
2.1.1. Missão de acrobacia de competição (ACRO).....	3
2.1.2. Missão de deslocação (VOO EM ROTA)	3
2.2. Desempenho	4
2.3. Motorização	4
2.4. Trem de Aterragem.....	4
2.5. Habitáculo	4
2.6. Peso e Centragem	4
2.7. Materiais	5
2.8. Comandos e Sistemas	5
2.9. Normas	5
3. TAREFAS	5
3.1. Configuração	5
3.1.1. Asa.....	5
3.1.2. Empenagens.....	6
3.1.3. Trem de Aterragem.....	6
3.1.4. Habitáculo.....	6
3.1.5. Motor	6
3.1.6. Fuselagem.....	6
3.2. Peso e Centragem	6
3.3. Polar de Arrasto	6
3.4. Desempenho	6
3.5. Estabilidade e Controlo	7
3.6. Calendário de Tarefas.....	7
3.7. Apresentação	7
3.8. Relatório	7
3.9. Grupos de Trabalho	8
4. AVALIAÇÃO	8
5. BIBLIOGRAFIA	8

1. INTRODUÇÃO

Pretende-se projectar um avião acrobático de competição monolugar com boas prestações especialmente em termos de manobrabilidade. O avião deve ser competitivo perante os melhores da sua classe. Deve considerar-se a simplicidade de construção e de manutenção para manter os custos de aquisição e de operação baixos.

Esta descrição do projecto apresenta os requisitos a que o avião deverá responder, em termos de configuração, desempenho, materiais e normas de projecto. Também são descritas as tarefas necessárias realizar durante o semestre bem como o plano de trabalhos a cumprir. Este projecto requer dedicação e trabalho contínuo para que os prazos sejam cumpridos e resulte um bom avião.

2. REQUISITOS

Os requisitos para este avião são vários e durante o decorrer do projecto devem ser respeitados. Não poderá haver qualquer modificação nos requisitos sem consulta do docente nem acordo de todos os grupos envolvidos no projecto.

2.1. Missão

O A2000 deverá ser projectado para realizar 2 tarefas principais:

2.1.1. Missão de acrobacia de competição (ACRO)

Esta missão consiste em cerca de 30 minutos de manobras e acrobacia com factores de carga elevados, sem bagagem.

Fase	Duração [min]	Distância [km]	Potência [%]	Mistura*	Passo*	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]
Aquecimento e rolagem	15	-	50	rica	fino	0	0
Descolagem	-	0.2	100	rica	fino	0	15
Subida	-	-	100	rica	fino	15	600
Acrobacia e manobras	30	-	75	rica	grosso	600	600
Circuito	5	-	75	rica	grosso	600	600
Aproximação	-	-	ralenti	rica	fino	600	15
Aterragem	-	0.5	ralenti	rica	fino	15	0
Rolagem	5	-	50	rica	fino	0	0
Reservas	10	-	75	rica	grosso	600	600

* Se aplicável.

2.1.2. Missão de deslocação (VOO EM ROTA)

Esta missão representa uma travessia típica com voo de cruzeiro com peso máximo à descolagem.

Fase	Duração [min]	Distância [km]	Potência [%]	Mistura*	Passo*	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]
Aquecimento e rolagem	15	-	50	rica	fino	0	0

Descolagem	-	0.3	100	rica	fino	0	15
Subida	-	-	100	rica	fino	15	2500
Cruzeiro	-	800.0	75	rica	grosso	2500	2500
Descida em rota	-	-	ralenti	rica	grosso	2500	600
Circuito	5	-	75	rica	grosso	600	600
Aproximação	-	-	ralenti	rica	fino	500	15
Aterragem	-	0.5	ralenti	rica	fino	15	0
Rolagem	5		50	rica	fino	0	0
Reservas	45	-	100	rica	grosso	600	600

* Se aplicável.

2.2. Desempenho

O avião deverá demonstrar as seguintes prestações principais (ISA – *International Standard Atmosphere*):

Velocidade máxima a 2500 m	333 km/h (180 nós)
Razão de subida máxima ao nível do mar	17 m/s (3350 pés/min)
Tempo de subida até 2500 m	4 min
Taxa de rolamento máxima ao nível do mar	350 graus/s
Taxa de volta sustida máxima ao nível do mar	50 graus/s

2.3. Motorização

Deverá ser escolhido um motor alternativo, tendo em conta o custo de aquisição e operação, bem como a potência específica e o consumo específico. O motor deverá Ter total capacidade acrobática para períodos prolongados. O hélice poderá ser de passo ajustável ou velocidade constante, escolha que deverá ser ponderada cuidadosamente.

2.4. Trem de Aterragem

O trem de aterragem do A2000 deverá ser fixo e capaz de suportar impactos no solo de 3,0 g. Este deverá ser construído em aço, alumínio ou compósito. A escolha dos pneus deverá ter em conta a necessidade de operação em pistas pouco preparadas.

2.5. Habitáculo

O habitáculo deverá alojar um piloto com estatura entre 1,60 m e 1,90 m. A visibilidade deverá ser boa em 220°, pelo menos. Os instrumentos de voo, navegação e comunicação, motor e indicação ser os indispensáveis. O avião não necessita de possuir capacidade superior a VFR (*Visual Flight Rating*).

2.6. Peso e Centragem

O passeio do CG (centro de gravidade) deverá ser tal que não imponha qualquer limite de operação. O peso máximo à descolagem do avião deverá ser mantido o mais baixo possível. Deverá ser considerado um espaço para levar 30 kg de bagagem no máximo.

2.7. Materiais

Os materiais principais da estrutura ficarão à escolha dos projectistas tendo em atenção que o principal objectivo é manter simplicidade na manutenção e reparação, bem como peso e custos baixos, mas mantendo uma capacidade de acelerações normais de pelo menos +10 g e -10 g.

2.8. Comandos e Sistemas

Os comandos do avião deverão ser mecânicos de accionamento manual directo. Dever-se-á, na medida do possível, dispensar os flapes para proporcionar um aumento de C_L na descolagem ou aterragem.

Deverá considerar-se a existência de um sistema eléctrico para operação dos instrumentos e luzes da aeronave. Deverá, também, ser considerado um sistema de ventilação do habitáculo.

2.9. Normas

As normas de projecto a utilizar serão as JAR-23, que são aplicáveis a aviões ligeiros acrobáticos.

3. TAREFAS

Existem várias tarefas no projecto que devem ser realizadas segundo o calendário abaixo. Todos estes aspectos dependem uns dos outros, pelo que tem que haver uma inter-relação e actualização entre eles.

A maior parte dos cálculos podem ser realizados com o programa de computador Advanced Aircraft Analysis (AAA) da DarCorporation desenhado para projecto preliminar. Os desenhos poderão ser realizados no AutoCAD da Autodesk ou no Aero-CAD da DarCorporation, sendo o segundo mais flexível em desenhos 3D.

3.1. Configuração

A configuração do avião deverá ser escolhida de forma a permitir que os requisitos sejam completamente satisfeitos. Abaixo são apresentados alguns dos aspectos que deverão ser considerados.

3.1.1. Asa

Especificar a forma e dimensões da asa, a sua posição na fuselagem e escolher o perfil. Escolher o tipo de flapes, dimensioná-los e especificar as deflexões. Dimensionar os ailerons e especificar as deflexões. Escolher os materiais que serão usados na sua construção e identificar os sistemas que nela vão ser incorporados.

3.1.2. Empenagens

Especificar a forma, as dimensões e a posição das empenagens. Dimensionar as superfícies de controlo. Definir os materiais que vão ser usados.

3.1.3. Trem de Aterragem

Escolher os materiais que vão ser usados bem como as rodas e pneus. Verificar o movimento de retracção, a fixação e o espaço necessário.

3.1.4. Habitáculo

Escolher a disposição do piloto e verificar a ergonomia e a visibilidade.

3.1.5. Motor

Escolher um motor adequado, especificar o hélice necessário e escolher a posição do motor.

3.1.6. Fuselagem

Adequar a fuselagem às necessidades dos outros componentes tendo em conta os aspectos aerodinâmicos. Escolher os materiais que a vão constituir e identificar os sistemas que nela vão ser incorporados.

3.2. Peso e Centragem

Definição do peso dos vários componentes e sistemas do avião usando um método adequado ao tipo de aeronave. Determinação do CG de todos os itens. Determinação dos limites do CG do avião de forma a existir estabilidade e controlo em todas as situações de voo.

3.3. Polar de Arrasto

Determinar as contribuições de todos os componentes relevantes para os coeficientes de sustentação, C_L , e arrasto, C_D , do avião. Obter as curvas $C_L \times \alpha$ e $C_D \times C_L$ para o avião limpo, com trem em baixo e com flapes para descolagem e para aterragem.

3.4. Desempenho

Verificar o desempenho do avião nas missões para as quais ele irá ser projectado e definir mais precisamente estas missões em termos de velocidades, consumos, pesos, regimes do motor, distâncias e tempos. Determinar também as prestações do avião: descolagem e aterragem, razão de subida, velocidades, tetos de voo, etc..

3.5. Estabilidade e Controlo

Determinar a variação do coeficiente de momento de arfagem do avião, $C_M \times \alpha$, os coeficientes de estabilidade e controlo das empenagens e dos ailerons, a posição dos pontos neutros e de manobra, os limites dianteiros do CG e as forças no manche e nos pedais com e sem flapes. Verificar as velocidades de vento cruzado e as taxas de rolamento e volta.

3.6. Calendário de Tarefas

O quadro abaixo apresenta o calendário de tarefas do projecto que deverá, na medida do possível, ser cumprido.

Mês	Fevereiro			Março				Abril					Maio				Junho			Julho		
Tarefa \ Semana	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Aulas Teóricas																						
Configuração																						
Peso e Centragem																						
Polar de Arrasto																						
Desempenho																						
Estabilidade e Controlo																						
Apresentação																						
Entrega do Relatório																						

Legenda:

- Aulas teóricas
- Trabalho a desenvolver durante o semestre
- Semanas sem aulas

3.7. Apresentação

No final do semestre irá realizar-se uma apresentação onde cada grupo deverá apresentar aos outros o seu projecto. Na apresentação (2 de Junho – 16 semana), quando o projecto estiver praticamente concluído, cada grupo deverá mostrar aos outros que o seu avião cumpre os requisitos, descrevendo os passos que levaram ao resultado final. Também se dará um nome à aeronave escolhida. O melhor avião será escolhido posteriormente pelo docente e será mais detalhado em *Projecto I*.

3.8. Relatório

Cada grupo deverá redigir um relatório onde incluirá todos os passos relevantes no projecto do avião, incluindo configuração, decisões tomadas, cálculos, resultados, etc..

Deverão ser também incluídos todos os esboços e desenhos necessários para a realização do projecto e as três vistas do avião.

O relatório deverá ser entregue até ao dia 12 de Junho de 2000.

3.9. Grupos de Trabalho

Serão formados grupos de 2 alunos que desenvolverão um avião para os requisitos apresentados. Os elementos de cada grupo deverão distribuir entre si as tarefas necessárias realizar e deverão tomar decisões em conjunto e proporcionar uns aos outros a informação necessária, para que todo o projecto seja coerente. Este projecto requer bastante trabalho para ser terminado dentro do prazo.

4. AVALIAÇÃO

A avaliação será feita baseada no trabalho demonstrado ao longo do semestre, na apresentação e no relatório final, onde será colocado grande ênfase nas decisões tomadas com vista ao cumprimento dos requisitos para o A2000.

1. Relatório		80
2. Cooperação		10
3. Apresentação		10
TOTAL		12-06-2000 100
1. Exame de Época Normal (entrega de relatório)	01-07-2000	90
2. Exame de Recurso (entrega de relatório final)	06-09-2000	90

5. BIBLIOGRAFIA

Abaixo estão listados alguns livros que podem ser consultados para a realização deste projecto. Muita informação pode ser encontrada também na internet.

01. Abbot & Doenhoff, Theory of Wing Sections, Dover Publications Inc, 1959
02. Barnaby Wainfan, Airfoil Selection – Understanding and Choosing Arfoils for Light Aircraft, 1988
03. Barnes W. McCormick, Aerodynamics Aeronautics and Flight Mechanics – 2nd edition, John Wiley & Sons Inc, 1995
04. Bernard Etkin, Lloyd Duff Reid, Dynamics of Flight Stability and Control – 3rd edition, John Wiley & Sons Inc., 1996
05. Bill Clarke, The Cessna 172 – 2nd edition, Tab Books, 1993
06. Cláudio Barros, Introdução ao Projecto de Aeronaves – Volume 1 & 2, CEA/UFMG, 1979
- 07. Daniel P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, AIAA Education Series, 1989**
08. Darrol Stinton, Flying Qualities and Flight Testing of the Airplane, AIAA Education Series, 1996
- 09. Darrol Stinton, The Design of the Aeroplane, Blackwell Science, 1983**

10. David A. Lombardo, Aircraft Systems –Understanding Your Airplane, Tab Books, 1988
- 11. Egbert Torenbeek, Synthesis of Subsonic Airplane Design, Delft University Press, 1982**
12. Geoff Jones, Building and Flying Your Own Plane, Patrick Stephens Limited, 1992
13. Ian Moir & Allan Seabridge, Aircraft Systems, Longman Scientific & Technical, 1992
14. Jane’s All the World Aircraft, 1995
- 15. Jan Roskam, Airplane Design – Volumes I to VIII, The University of Kansas, 1990**
- 16. JAR-23, Joint Aviation Requirements for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes, 1994**
17. JAR-VLA, Joint Aviation Requirements for Very Light Aeroplanes, 1990
18. Ladislao Pazmany, Landing Gear Design for Light Aircraft – Volumes I & II, Pazmany Aircraft Corporation, 1986
- 19. Ladislao Pazmany, Light Airplane Design, Pazmany Aircraft Corporation**
20. L. R. Jenkinson, P. Simpkin, D. Rhodes, Civil Jet Aircraft Design, Arnold, 1999
21. John Cutler, Understanding Aircraft Structures, Blackwell Science, 1999
22. Martín Cuesta Alvarez, Vuelo con Motor Alternativo, Paraninfo, 1981
23. Robert C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill, 1989
24. S. Hoerner, Fluid Dynamic Drag, Hoerner Fluid Dynamics, 1965
25. S. Hoerner, Fluid Dynamic Lift, Hoerner Fluid Dynamics
26. Stelio Frati, L’Aliante, Editore Ulrico Hoepli, Milano, 1946
27. Ted L. Lomax, Structural Loads Analysis for Commercial Transport Aircraft – Theory and Practice, AIAA Education Series, 1996
28. The Metals Black Book – Volume 1 – Ferrous Metals, Casti Publishing Inc, 1995
29. The Metals Red Book – Volume 2 – Nonferrous Metals, Casti Publishing Inc, 1995
30. T. H. G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students – 2nd edition, Edward Arnold, 1990
31. Tony Bingelis, Firewall Forward – Engine Installation Methods, EAA Aviation Foundation, 1992
32. Tony Bingelis, Sportplane Construction Techniques – A Builder’s Handbook, EAA Aviation Foundation, 1992
33. Tony Bingelis, The Sportplane Builder – Aircraft Construction Methods, EAA Aviation Foundation, 1992