

POLITECNICO DI TORINO

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE ANNO 2008 – 27 NOVEMBRE
VECCHIO ORDINAMENTO
Ramo Aeronautico – Prova unica

TEMA 2

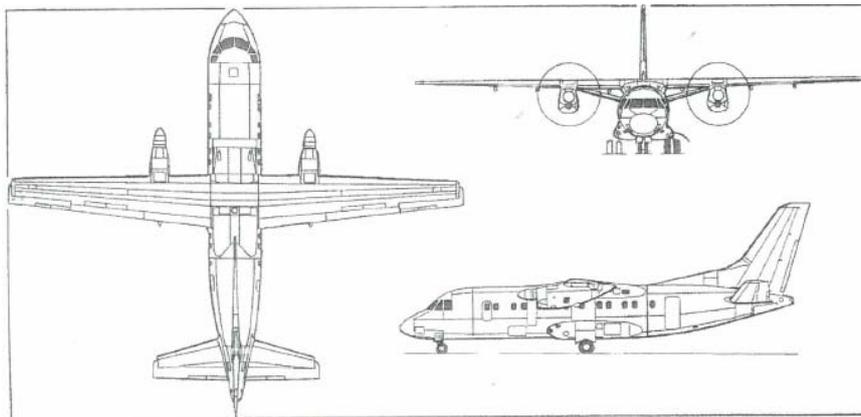
Si consideri un velivolo a corto raggio con caratteristiche simili all'**An-140** di cui si forniscono alcuni dati in allegato.

Immaginando di dover effettuare un dimensionamento preliminare della struttura alare il candidato:

- 1) Al fine di determinare i carichi agenti sulla struttura alare discuta le indicazioni normative e le loro implicazioni nei riguardi della sicurezza.
- 2) In riferimento alla condizione dell'involuppo di volo corrispondente a $VC=450\text{km/h}$ ed $N_{MAX}=2.5$, determini i diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione lungo l'apertura alare, considerando il combustibile distribuito equamente in ogni semiala.
- 3) Supponendo che la struttura alare sia costituita da un cassone a sezione rettangolare in lega leggera composto da due longheroni e due pannelli irrigiditi:
 - Discuta le caratteristiche delle leghe di alluminio 2024 e 7075.
 - Dimensioni la sezione più sollecitata determinando lo stato di tensione di tutti gli elementi presenti.
 - Determini la rigidità flessionale (EI) e torsionale (GJ) della sezione posta a $\frac{3}{4}$ della semiapertura alare.
 - Calcoli lo spostamento verticale e la rotazione della sezione posta a $\frac{3}{4}$ della semiapertura alare.
 - Indichi una procedura per la valutazione del numero di centine lungo l'apertura alare.
 - Verifichi la stima iniziale del peso dell'ala (assumere come peso strutturale dell'ala l'80% del suo peso totale) ed indichi quali aggiornamenti sono necessari nel dimensionamento.
- 4) Discuta le problematiche relative al progetto aeroelastico di una struttura alare e determini con un modello semplificato la velocità di divergenza torsionale dell'ala considerata.

Il candidato assuma valori ragionevoli per le grandezze eventualmente mancanti e non derivabili mediante formule di prima approssimazione.

Caratteristiche An-140



<p>Dati Velivolo: $M_{Fuel}/MTOM$: 0,215 $M_{wing}/MTOM$: 0,125 MTOM (peso Massimo al decollo): 21500 kg Maximum pay-load: MPL: 6000kg</p> <p>Ala Area (m²): 51 Corda alare radice (m): 2,57 Corda alare tip (m): 1,59 Span (m): 24,505 Distanza tra i motori (m): 8,2 Aspect Ratio: 11,77 Taper Ratio: 0,62 Average (t/c) %: 15</p>	<p>Motore 2 turboprops, 1,900 kW ognuno peso: 460 kg Lunghezza: 2 m Altezza: 0,83 m Larghezza: 0,66 m Consumo specifico: $1,94 \cdot 10^{-4}$ kg/s/kg Baricentro: 0,45m davanti al bordo di attacco alare e ribassato di 0,3m.</p> <p>Fusoliera Length (m): 28,90 Height (m): 3,56 Width (m): 3,56</p>	<p>Dati Aerodinamici: CL_{max}: 1,5 CL_{max} (decollo): 2,5 CL_{max} (atterraggio): 2,09 Coeff angolare di portanza: 5.4 CD_0: 0.013 CD_0(decollo): 0,038 CD_0(atterraggio): 0,15 CM_0: -0,032 Oswald: 0,9</p>	<p>Prestazioni: Massima velocità di crociera: 537km/h Velocità di decollo: 202km/h Massima quota certificata: 7600m Distanza di decollo: 880m Distanza atterraggio: 530m</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Stima del peso dell'ala:

$$M_w = 0.021265 (MTOM \times NULT)^{0.4843} \times SREF^{0.7819} \times ARW^{0.993} \times (1 + TRW)^{0.4} \times (1 - R / MTOM)^{0.4} / (TCW)^{0.4}$$

con R :

$$R = \left\{ M_w + M_F + \left[(2 \times M_{eng} \times B_{IE}) / 0.4B \right] \right\}$$

M_w : massa stimata ala espressa in kg

$MTOM$: massimo peso al decollo espresso in kg

$NULT$: fattore di carico di progetto a robustezza.

$SREF$: Superficie alare espressa in m²

ARW : allungamento alare

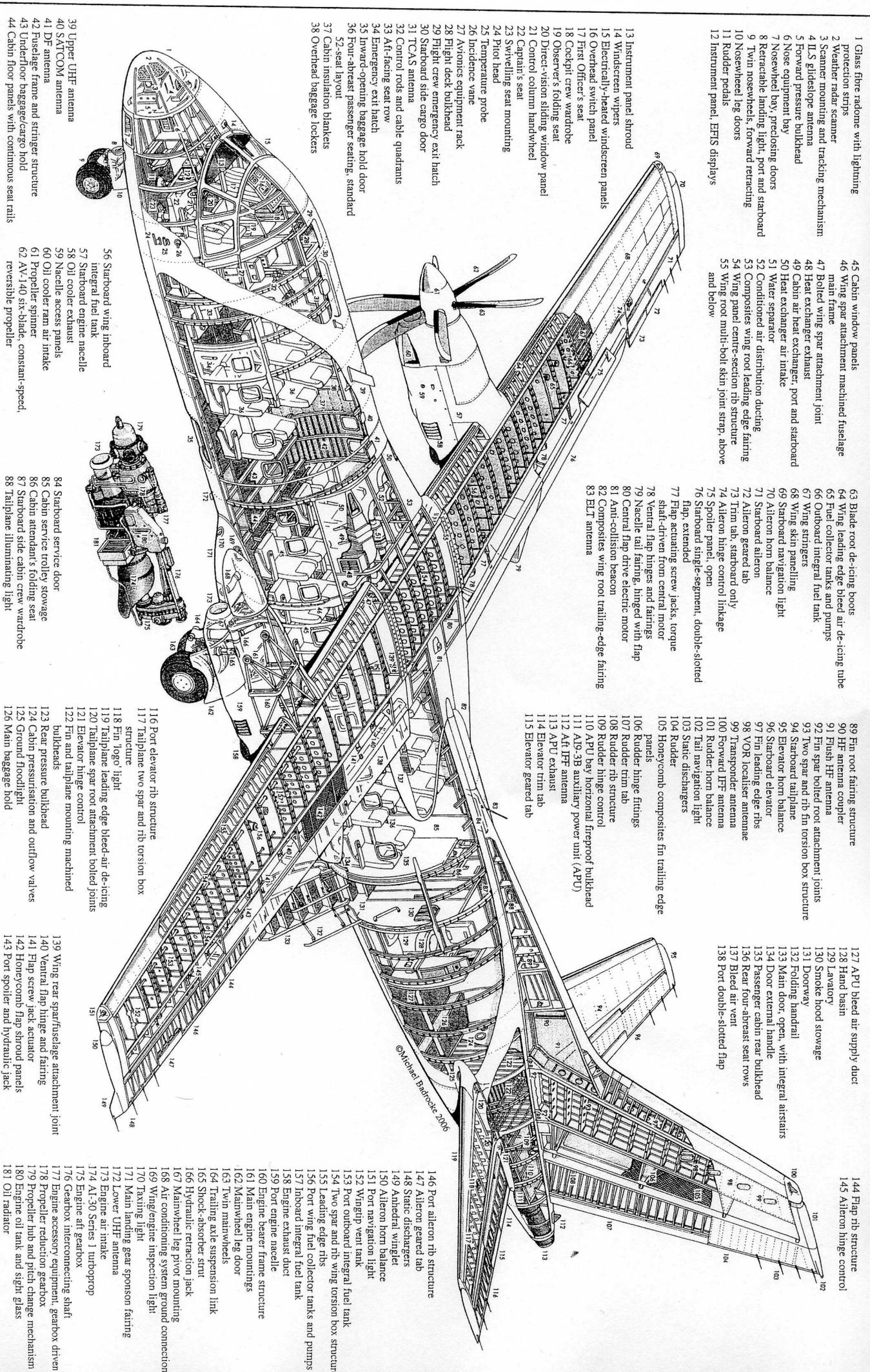
TRW : rapporto di rastremazione alare

TCW : rapporto medio tra spessore e corda alare.

M_F : peso del combustibile necessario alla missione in kg

B_{IE} : distanza tra i motori espressa in m.

B : apertura alare espressa in m.



- 1 Glass fibre radome with lightning protection strips
- 2 Weather radar scanner
- 3 Scanner mounting and tracking mechanism
- 4 ILS glide-slope antenna
- 5 Forward pressure bulkhead
- 6 Nose equipment bay
- 7 Nosewheel bay, pre-closing doors
- 8 Retractable landing light, port and starboard
- 9 Twin nosewheels, forward retracting
- 10 Nosewheel leg doors
- 11 Rudder pedals
- 12 Instrument panel, EFTS displays
- 13 Instrument panel shroud
- 14 Windscreen wipers
- 15 Electrically-heated windscreen panels
- 16 Overhead switch panel
- 17 First Officer's seat
- 18 Cockpit crew wardrobe
- 19 Observer's folding seat
- 20 Direct-vision sliding window panel
- 21 Control column handwheel
- 22 Captain's seat
- 23 Swivelling seat mounting
- 24 Pilot head
- 25 Temperature probe
- 26 Incidence vane
- 27 Avionics equipment rack
- 28 Flight deck bulkhead
- 29 Flight crew emergency exit hatch
- 30 Starboard side cargo door
- 31 TCAS antenna
- 32 Control rods and cable quadrants
- 33 Air-facing seat row
- 34 Emergency exit hatch
- 35 Inward-opening baggage hold door
- 36 Four-abreast passenger seating, standard
- 37 Cabin insulation blankets
- 38 Overhead baggage lockers
- 39 Upper UHF antenna
- 40 SATCOM antenna
- 41 DF antenna
- 42 Fuselage frame and stringer structure
- 43 Underfloor baggage/cargo hold
- 44 Cabin floor panels with continuous seal rails
- 45 Cabin window panels
- 46 Wing spar attachment machined fuselage main frame
- 47 Bolted wing spar attachment joint
- 48 Heat exchanger exhaust
- 49 Cabin air heat exchanger, port and starboard
- 50 Heat exchanger air intake
- 51 Water separator
- 52 Conditioned air distribution ducting
- 53 Composites wing root leading edge fairing
- 54 Wing panel centre-section rib structure
- 55 Wing root multi-bolt skin joint strap, above and below
- 56 Starboard wing inboard integral fuel tank
- 57 Starboard engine nacelle
- 58 OII cooler exhaust
- 59 Nacelle access panels
- 60 OII cooler ram air intake
- 61 Propeller spinner
- 62 AV-140 six-blade constant-speed, reversible propeller
- 63 Blade root de-icing boots
- 64 Wing leading edge bleed air de-icing tube
- 65 Fuel collector tanks and pumps
- 66 Outboard integral fuel tank
- 67 Wing stringers
- 68 Wing skin paneling
- 69 Starboard navigation light
- 70 Aileron horn balance
- 71 Starboard aileron
- 72 Aileron geared tab
- 73 Trim tab, starboard only
- 74 Aileron hinge control linkage
- 75 Spoiler panel, open
- 76 Starboard single-segment, double-slotted flap, actuated
- 77 Flap actuating screw jacks, torque shaft-driven from central motor
- 78 Ventral flap hinges and fairings
- 79 Nacelle tail fairing, hinged with flap
- 80 Central flap drive electric motor
- 81 Anti-collision beacon
- 82 Composites wing root trailing-edge fairing
- 83 ELT antenna
- 84 Starboard service door
- 85 Cabin service trolley stowage
- 86 Cabin attendant's folding seat
- 87 Starboard side cabin crew wardrobe
- 88 Tailplane illuminating light
- 89 Fin root fairing structure
- 90 HF antenna coupler
- 91 Flush HF antenna
- 92 Fin spar bolted root attachment joints
- 93 Two spar and rib fin torsion box structure
- 94 Starboard tailplane
- 95 Elevator horn balance
- 96 Starboard elevator
- 97 Fin leading edge ribs
- 98 VOR localiser antenna
- 99 Transponder antenna
- 100 Forward IFF antenna
- 101 Rudder horn balance
- 102 Tail navigation light
- 103 Static dischargers
- 104 Rudder
- 105 Honeycomb composites fin trailing edge panels
- 106 Rudder hinge fittings
- 107 Rudder trim tab
- 108 Rudder rib structure
- 109 Rudder hinge control
- 110 APU bay horizontal fireproof bulkhead
- 111 AT-3B auxiliary power unit (APU)
- 112 Aft IFF antenna
- 113 APU exhaust
- 114 Elevator trim tab
- 115 Elevator geared tab
- 116 Port elevator rib structure
- 117 Tailplane two spar and rib torsion box structure
- 118 Fin 'log' light
- 119 Tailplane leading edge bleed-air de-icing
- 120 Tailplane spar root attachment bolted joints
- 121 Elevator hinge control
- 122 Fin and tailplane mounting machined bulkheads
- 123 Rear pressure bulkhead
- 124 Cabin pressurisation and outflow valves
- 125 Ground floodlight
- 126 Main baggage hold
- 127 APU bleed air supply duct
- 128 Hand basin
- 129 Lavatory
- 130 Smoke hood stowage
- 131 Doorway
- 132 Folding handrail
- 133 Main door, open, with integral airstairs
- 134 Door external handle
- 135 Passenger cabin rear bulkhead
- 136 Rear four-abreast seat rows
- 137 Bleed air vent
- 138 Port double-slotted flap
- 139 Wing rear spar/fuselage attachment joint
- 140 Ventral flap hinge and fairing
- 141 Flap screw jack actuator
- 142 Honeycomb flap shroud panels
- 143 Port spoiler and hydraulic jack
- 144 Port aileron rib structure
- 145 Aileron hinge control
- 146 Port aileron rib structure
- 147 Aileron geared tab
- 148 Static dischargers
- 149 Annular winglet
- 150 Aileron horn balance
- 151 Port navigation light
- 152 Wingtip vent tank
- 153 Port outboard integral fuel tank
- 154 Two spar and rib wing torsion box structure
- 155 Leading edge ribs
- 156 Port wing fuel collector tanks and pumps
- 157 Inboard integral fuel tank
- 158 Engine exhaust duct
- 159 Port engine nacelle
- 160 Engine bearer frame structure
- 161 Main engine mountings
- 162 Mainwheel leg door
- 163 Twin mainwheels
- 164 Training axle suspension link
- 165 Shock-absorber strut
- 166 Hydraulic retraction jack
- 167 Mainwheel leg pivot mounting
- 168 Air conditioning system ground connection
- 169 Wing/engine inspection light
- 170 Taxiing light
- 171 Main landing gear spouson fairing
- 172 Lower UHF antenna
- 173 Engine air intake
- 174 AT-30 Sens 1 turboprop
- 175 Engine air gearbox
- 176 Gearbox interconnecting shaft
- 177 Engine accessory equipment, gearbox driven
- 178 Propeller reduction gearbox
- 179 Propeller hub and pitch change mechanism
- 180 Engine oil tank and sight glass
- 181 OII radiator