



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Solution
Aircraft Systems SS 2016

Part 1

Datum: 30.06.2016

90 minutes total time. Part 1: 60 minutes

Note:

- Please work on this examination without notes or books.
- Please return this sheet. In this way you will maintain a full document.
- For the Multiple-Choice-Tasks each and every answer may be right or also no answer. **Mark the correct answers.** Every combination of correct answers is possible!
- If not stated otherwise, each question yields one point.
- *Answers are allowed in English and in German.*

Vocabulary

(6 Punkte)

1.) Please translate to German.

1.	cargo compartment	Frachtraum
2.	crew rest compartment	Ruheraum für die Besatzung
3.	ceiling panel	Deckenverkleidung
4.	cabin lighting	Kabinenbeleuchtung
5.	divider	Trennwand
6.	curtain	Vorhang
7.	carpet	Teppich
8.	seat pitch	Sitzsabstand
9.	emergency evacuation	Notevakuierung
10.	emergency exit	Notausgang
11.	escape slide	Notrutsche
12.	ejection seat	Schleudersitz

2.) Please translate to English.

1. Benzin	gasoline
2. Schwerkraftversorgung	gravity feed
3. Bodenaggregat	ground power unit (GPU)
4. Wärmetauscher	heat exchanger
5. Hochauftriebssystem	high lift system
6. Hochdruckwasserabscheider	high pressure water separator
7. Höhenleitwerk	horizontal tailplane
8. Eisschutz	ice protection
9. Wechselrichter	(static) inverter
10. Kerosin	Kerosene
11. Fahrwerksschacht	landing gear bay
12. Toilette	lavatory

Aircraft Systems General

3.) Which requirement/specification defines Cabin Systems (Chapter 44)?

- A Defined by FAR Part 25
- B Defined by ATA iSpec 2200**
- C Defined by ATA 100

4.) What are not aircraft systems?

- A Avionics
- B Airframe**
- C Engines**

5.) What portion do aircraft systems hold roughly among the Operating Empty Mass, among maintenance costs, among development costs, among purchase costs of an aircraft?

- A 0.11
- B 0.22
- C 0.33**
- D 0.44

6.) Which number stands for the air conditioning system?

ATA 21 (number: 21)

7.) Aircraft are not absolutely safe. The probability of an event which is characterized by the loss of the aircraft with multiple death has a probability of less than 10^{-9} . The probability increases with flight time. On which flight time is the given probability of 10^{-9} based?

It is based on one flight hour (FH).

8.) What is redundancy?

Redundancy is the existence of more means for accomplishing a given function than would simply be necessary.

9.) Which aircraft systems (among those listed) deliver secondary power?

A autopilot

B hydraulic power

C pneumatic power

D APU

10.) What is a Common Cause Failure (CCF)?

A common cause failure (CCF) is a failure where two or more items fail as a result from a single shared cause.

11.) What is a Minimum Equipment List?

The master minimum equipment list (MMEL) is a list which identifies items which may be unserviceable at the commencement of a flight. The list is established for a particular aircraft type by the organisation responsible for the type design and is approved during certification of the aircraft. The MMEL may be associated with special operating conditions, limitations or procedures. A minimum equipment list (MEL) is a list prepared by an operator more restrictive than the MMEL established for the aircraft type.

12.) What are the technical solutions to provide an electrical system on board an aircraft with alternating current with constant frequency?

A battery supply

B variable-speed constant-frequency, VSCF

C Constant Speed Drive, CSD and generator called together Integrated Drive Generator, IDG

13.) A Small aircraft use 14 V or 28 V direct current.

B Large aircraft use generators that produce alternating current, AC with 230 V and 50 Hz.

14.) We observe different forms of icing of aircraft:

clear ice



mixed ice



rime ice



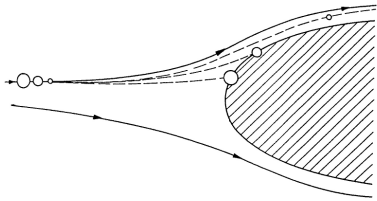
A Clear ice forms between $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$

B Clear ice forms between $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$... $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

C Clear ice forms between $0\text{ }^{\circ}\text{C}$... $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ when there is fog or a high level of humidity in the air.

- 15.) Supercooled water has a temperatur below ...
Please finish the sentence with a number and a unit!
 ... 0 °C.

- 16.) Not all droplets flying towards an airfoil will hit its surface. See picture.



If the droplets hit the surface depends on ...

- A ... the spanwise length Δy of the wing or tail surface.
 B ... the speed of the aircraft.
 C ... the size of the droplet.
- 17.) There are two ice protection principles: antiicing and deicing. Please explain!
Deicing is the periodic shedding, either by mechanical or thermal means, of small ice buildups by destroying the bond between the ice and the protected surface.
Antiicing is the prevention of ice buildup on the protected surface, either by evaporating the impinging water or by allowing it to run back and freeze on noncritical areas.

- 18.) Aircraft brakes:

- A Very seldom we see multi-disc brakes.
 B The brake disk(s) take the braking energy: $E = \frac{1}{2} m_{aircraft} v^2 = m_{brake} c \Delta T$.
 C During a rejected take-off the brakes will heat much and start to glow.

- 19.) There are three different flight control system principles:

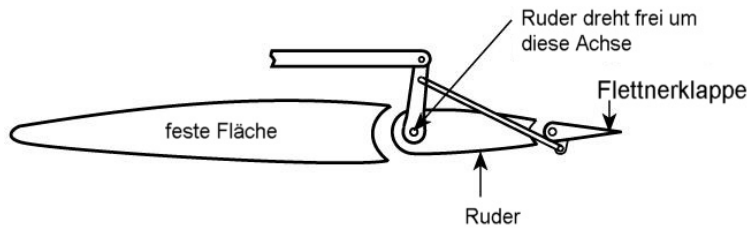
- A Reversible flight control system
 B Irreversible flight control system with artificial feel
 C Irreversible flight control system with FBW and EFCS (example: Airbus)

Link A, B, C to 1, 2, 3:

- 1 The control surfaces are kept force free with a trim tab or a spring.
- 2 The control surfaces are kept in position with actuators. There is no trimming any more.
- 3 The control surfaces are kept in position with actuators. To trim means to set the control force to zero with the artificial feel unit.

A corresponds to 1
 B corresponds to 3
 C corresponds to 2

20.) You see the input to a control surface (rudder) via a servo tab:



What moves the rudder?

A Levers and push rods.

B The actuator connected to the control surface (not shown here).

21.) Allocate the name of the high lift systems (1, 2, 3) to the pictures (A, B, C)!

- A 3
- B 5
- C 1
- D 2
- E 4
- F 6

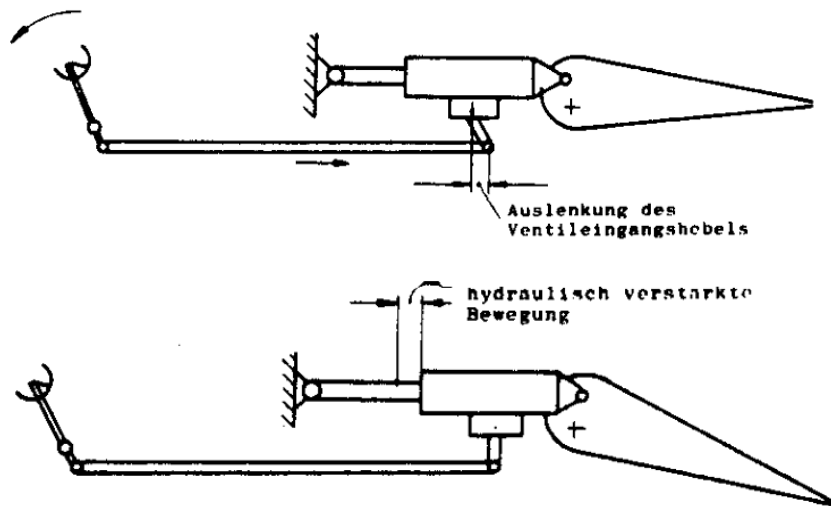
- 1 slotted flap
- 2 double slotted flap
- 3 plain flap
- 4 triple slotted flap
- 5 split flap
- 6 Fowler flap

22.) What are the advantages of a Fly-By-Wire flight control system?

- weight savings
(This means a reduction in fuel consumption and fuel costs.)
- lower maintenance costs
- greater precision in flying
- flight envelope protection
(As a result, the pilot always can get the maximum performance out of the aircraft without running the risk of exceeding safety margins.)
- possibility to develop a family of aircraft with the highest degree of operational commonality
(This means nearly identical cockpit designs and handling characteristics. This makes crew training and conversion shorter, simpler and less expensive for airlines.)

(<http://www.airbus.com/innovation/proven-concepts/in-design/fly-by-wire>)

23.) Please explain how a Moving Body Actuator functions!



Das vom Piloten übertragene Eingangssignal verstellt den Eingangshebel eines Steuerventils oder Servoventils (servo valve). Das Ventil öffnet und es erfolgt entsprechend ein Zufluss von Hydraulikflüssigkeit in eine der beiden Zylinderkammern (Bild, oben). Da das Ventil auf dem Zylinder sitzt, bewegt es sich mit dem Zylinder. Erfolgt keine weitere Steuereingabe, fährt der Aktuator so lange weiter, bis sich das Gehäuse des Aktuators und das Ruder in die Position bewegt hat, die vom Piloten vorgegeben wurde. Der Ventileingangshebel steht dann wieder senkrecht über seinem Drehpunkt. Damit wird auch der Hydraulikdruck in dieser Neutralstellung wieder abgesperrt. Die Steuerfläche verbleibt in ihrer Position stehen (Bild, unten).

24.) What is a Power Transfer Unit?

"The power transfer unit (PTU) is a device which uses some of the hydraulic power in one hydraulic system to supplement the hydraulic power in a second system without interchange of fluid between the systems" (ARP 1280).

Die Motor/Pumpenkombination bekannt als Power Transfer Unit (PTU) ist ein Bauteil, das einen Teil der Hydraulikleistung von einem System ohne den Austausch der Hydraulikflüssigkeit auf ein zweites System überträgt.

25.) Why is it important to know the density of the fuel on board?

Kraftstoff enthält seine Energie in der Masse. Gemessen wird die Höhe des Kraftstoffs im Tank. Das führt erst einmal auf das Volumen des Kraftstoffes. Nur wenn zusätzlich auch die Dichte (als Funktion der Temperatur) des Kraftstoffes bekannt ist kann die Masse berechnet werden.

$$m = \rho \cdot V \quad E = m \cdot H \quad E = \rho \cdot V \cdot H$$

26.) What is or can be the task of a fuel system?

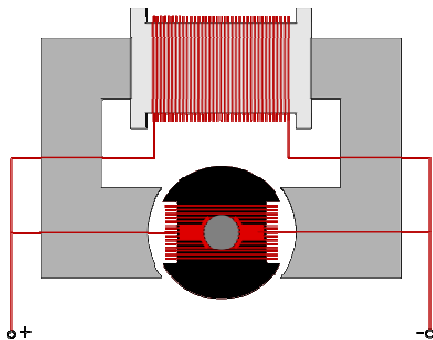
- A fuel storage
- B fuel distribution
- C fuel jettison
- D fuel consumption
- E indicating fuel parameters

27.) Why is it important to avoid the accumulation of water in the fuel system?

Mikroorganismen (Bakterien oder Pilze) können sich in Flugzeugkraftstofftanks ansammeln. Diese Organismen leben und vermehren sich im angesammelten Wasser im Kraftstofftank und ernähren sich von den Kohlenwasserstoffen. Die Anhäufung der Mikroorganismen kann den Kraftstofffluss sowie die Füllstandsangabe stören und zur elektrolytischen Korrosion führen. Die Organismen bilden einen dunklen Schleim, der sich bevorzugt an den tiefsten Stellen des Kraftstofftanks sowie in unmittelbarer Nähe zu den Wasserablassventilen ansammelt. Regelmäßiges Ablassen des Wassers, sowie das Hinzugeben von Zusatzstoffen zum Kraftstoff kann das Ansammeln von Mikroorganismen verhindern.

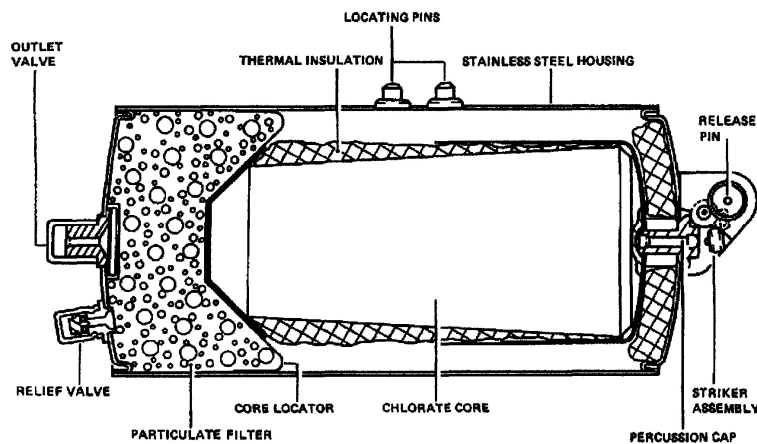
28.) What are (correctly operating) examples of the Bootstrap Principle?

- A The generator as shown below.
- B The Bootstrap Reservoir as part of the hydraulic system.



Wolfgang S. at the German language Wikipedia CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>) via Wikimedia Commons

29.) Please explain the chemical oxygen generator shown!



Der chemische Sauerstoffgenerator enthält einen Natriumchlorat Kern, der in der Mitte des Sauerstoffgenerators angeordnet ist. Er wird von einer Isolierung (thermal insulation) und einem Stahlgehäuse (stainless steel housing) umschlossen. Trotzdem erreicht der Generator außen eine Temperatur von bis zu 260 °C, so dass angrenzende Flugzeugkomponenten vor der Generatorwärme geschützt werden müssen. Die chemische Reaktion ist selbst erhaltend und kann mechanisch (so wie hier gezeigt - und wie bei den meisten Flugzeugen - durch Ziehen einer Schnur) oder elektrisch (Lockheed L 1011) mit einem entsprechenden Gerät (striker assembly) am Generator gestartet werden. Ein Auslassfilter (particulate filter) im Generator hält Partikel und gasförmige Fremdstoffe zurück. Die chemische Reaktion kann nicht mehr gestoppt werden, wenn sie einmal im Gang gesetzt wurde. Im Fall, dass der Auslass verstopft sein sollte, verhindert ein Überdruckventil

(relief valve) eine Explosion des Generators. Der Sauerstoff kühlt schnell ab und erreicht die Umgebungstemperatur bereits wenn der Sauerstoff in die Maske strömt. Zur Auslegung des chemischen Generators muss dessen Durchmesser und Länge festgelegt werden. Der Durchmesser des Sauerstoffgenerators bestimmt den Volumenstrom, die Länge des Sauerstoffgenerators bestimmt die Versorgungsdauer. Die Sauerstoffgeneratoren sind für eine Versorgungsdauer von ca. 15 Minuten konzipiert. Diese Zeit ergibt sich aus der Zeit für einen Notabstieg zusammen mit den Zulassungsforderungen. Der zu erzielende Volumenstrom aus dem Generator ist definiert durch die Anzahl der Masken, die gleichzeitig versorgt werden sollen (1, 2, 3 oder 4). Der Volumenstrom sinkt während der Versorgungsdauer ab.

Questions from the Evening Lecture Series

30.) Why does Airbus concentrate on research of passenger aircraft based on hybrid-electric propulsion (in contrast to pure electric propulsion)?

Beim rein elektrischen Fliegen (mit Batterien) können die erforderlichen Reichweiten nicht realisiert werden.

Hybrid Electric Propulsion • EIXN • Ref. PR1606196 • Issue 1 07 April 2016

With current battery technology fully electric propulsion is impossible in commercial aviation

A319: 800 nm / 140 PAX



Conventional Kerosene
➤ 30 kg Kerosene per PAX

Fully Electric
➤ 1000 kg Battery per PAX

Assumptions	
Energy Density of Kerosene	12000 Wh/kg
Energy Density of Battery	120 Wh/kg
Efficiency Factor of eMotor	3

Page 10 Airbus Confidential AIRBUS

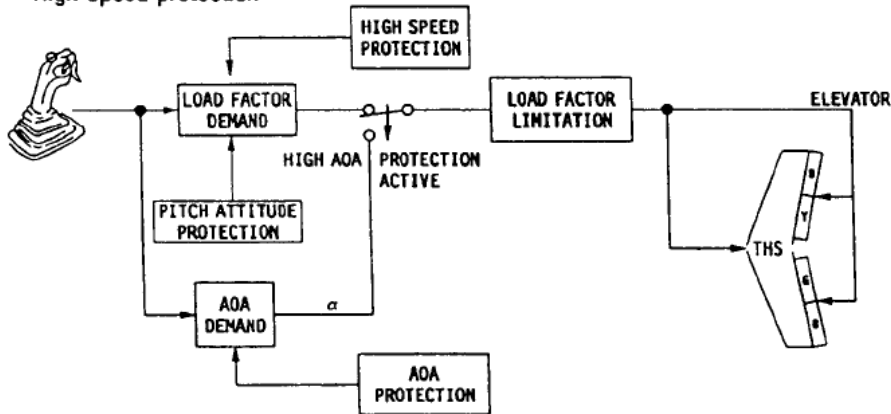
© AIRBUS Operations GmbH. All rights reserved. Confidential and proprietary document.

31.) The advantage of Fly-By-Wire is added safety by means of the so-called „Flight Envelope Protection“. What is it? What are the flight parameters involved?

PROTECTIONS

The normal law provides complete flight envelope protection as follows :

- Load factor limitation
- Pitch attitude protection
- High angle of attack (AOA) protection
- High speed protection



BANK ANGLE PROTECTION

Inside the normal flight envelope, positive spiral stability is introduced above 33° bank angle. If the stick is released with a bank angle greater than 33°, the bank angle reduces automatically to 33°. Up to 33° bank angle, the roll attitude is held constant with the stick at neutral. If full stick deflection is maintained, the bank angle is limited to 67° (indicated by green symbols "=" on PFD) within the normal flight envelop.

If angle of attack protection is operative, the bank angle is limited to 45°.

Durch die "Flight Envelope Protection" wird erreicht, dass bestimmte Flugparameter sichere Grenzwerte nicht überschreiten. Überwachte Parameter sind:

- Nickachse (pitch):
 - Lastvielfaches,
 - Nicklagewinkel,
 - Anstellwinkel,
 - Fluggeschwindigkeit.
- Rollachse (roll):
 - Hängewinkel.