



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**Lösung zur Klausur
Flugzeugsysteme WS 06/07**

Datum: 22.01.2007

Luftfahrtausdrücke

1.) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache.

- | | | |
|-----|--------------|--------------------|
| 1. | airframe | Flugzeugzelle |
| 2. | airborne | fliegend |
| 3. | probability | Wahrscheinlichkeit |
| 4. | hazard | Gefahr |
| 5. | fault tree | Fehlerbaum |
| 6. | thermocouple | Thermoelement |
| 7. | rectifier | Gleichrichter |
| 8. | armrest | Armlehne |
| 9. | slide | Rutsche |
| 10. | galley | Küche |
| 11. | to rinse | spülen |
| 12. | vapor | Dampf |

2.) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache. Schreiben Sie deutlich, denn falsche oder unleserliche Schreibweise ergibt Punktabzug!

- | | | |
|-----|-------------------|------------------------|
| 1. | Thermoelement | thermocouple |
| 2. | löschen | to extinguish |
| 3. | Hochauftrieb | high lift |
| 4. | belüften | to vent |
| 5. | Strahl | jet |
| 6. | enttanken | defuel |
| 7. | Überdruckventil | pressure relieve valve |
| 8. | Verdichter | compressor |
| 9. | Hilfssystem | backup system |
| 10. | Windschutzscheibe | windshield |
| 11. | Fracht | cargo |
| 12. | Trinkwasser | potable water |

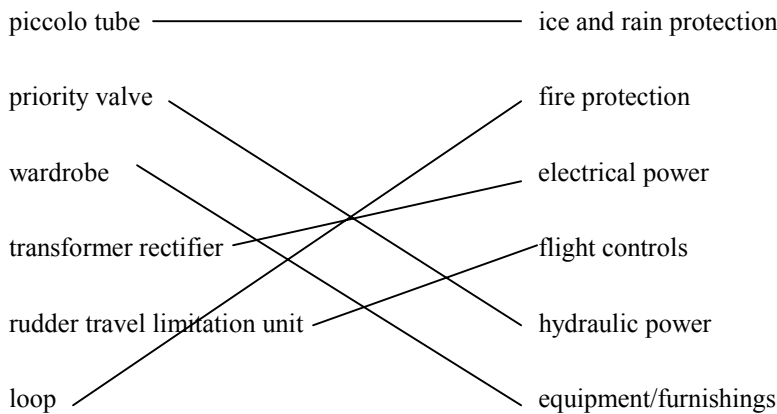
Flugzeugsysteme allgemein

- 3.) Welches Flugzeugsystem (englische Bezeichnung und Nummer des ATA-Kapitels) hat folgende ATA-Definition?

Those units and components which provide a means of preventing or disposing of formation of ice and rain on various parts of the aircraft. Includes alcohol pump, valves, tanks, propeller/rotor anti-icing system, wing heaters, water line heaters, pitot heaters, scoop heaters, windshield wipers and the electrical and heated air portion of windshield ice control ...

ATA 30 Ice and Rain Protection

- 4.) Ordnen Sie durch Verbindungslinien die Teile (links) dem entsprechenden Flugzeugsystem (rechts) zu!



- 5.) Was versteht man gemäß der Definition der Air Transport Association of America (ATA) unter "cabin systems"?

Cabin Systems (ATA 44): Those units and components which furnish means of entertaining the passengers and providing communication within the air and between the aircraft cabin and ground stations. Includes voice, data, music and video transmissions. Does not include SATCOM, HF, VHF, UHF and all transmitting/receiving equipment, antennas etc. which are covered in Chapter 46.

Kurz: Nach ATA umfasst "cabin systems" die optionale Kabinenelektronik.

- 6.) Was versteht man nach dem Sprachgebrauch in Deutschland unter "Kabinensystemen" oder "cabin systems"?

Alle Flugzeugsysteme, die einen Einfluss auf die Kabine haben und somit auf den Passagier. Beispiele sind: Klimaanlage, Ausrüstung, Sauerstoffsystem, Wasser-/Abwassersystem.

- 7.) Welche Aufgabe hat ein *shut-off valve*?

shut-off valve = Absprerrventil. Das Ventil ist entweder offen oder geschlossen.

- 8.) Welches System generiert die automatische Ansage im Cockpit "*don't sink, don't sink, ...*"?

Das Ground Proximity Warning System (GPWS).

- 9.) Bis zu welcher Flughöhe wird weder Sauerstoff noch eine Druckkabine benötigt?
10000ft
- 10.) Wie ist die Kabinenhöhe definiert?
Dem jeweiligen Druck in der Kabine entspricht nach den Bedingungen der Standardatmosphäre eine bestimmte Höhe. Dies ist die Kabinenhöhe. In einer Druckkabine ist die Kabinenhöhe in der Regel geringer als die Flughöhe, weil der Druck in der Kabine höher ist als der Umgebungsdruck.
- 11.) Was sind die Hauptaufgaben des Flugzeugsystems ATA 21?
Temperaturregelung, Druckregelung, Frischluftversorgung, evtl. auch: Regelung der Luftfeuchtigkeit.
- 12.) Was versteht man unter einem "open three-wheel air cycle system with high pressure water separator"?
Ein Kühlaggregat in dem Luft mit hohem Druck und hoher Temperatur gekühlt wird. Bei diesem Aggregat wird von der Turbine nicht nur der Verdichter angetrieben, sondern auch der Ventilator. Außerdem wird dabei das in der Luft enthaltene Wasser vor der Turbine abgeschieden, wodurch Luftaustrittstemperaturen unter 0°C ermöglicht werden.
- 13.) Was versteht man unter Hochdruckwasserabscheidung in einem Pack der Klimaanlage?
A high-pressure water separator (Hochdruckwasserabscheider) is installed before the turbine of an air cycle machine in an air conditioning pack. Separating the water before the turbine requires at least one more heat exchanger: a condenser or a condenser and a reheater. The advantage of the high-pressure water separator is that the air may be cooled down to temperatures of -50 °C. This results in higher temperature differences at the heat exchangers and a higher efficiency of the system.
- 14.) Welchen Anteil am Kraftstoffverbrauch für den gesamten Flug hat die Klimaanlage?
Der Gesamtanteil des Klimaaggregats am Kraftstoffverbrauch des gesamten Flugzeugs beträgt derzeit etwa knapp 5 %. Mit Zapfluftsystemen wird dieser Verbrauch nicht wesentlich zu verbessern sein. Aus diesem Grunde konzentrieren sich gegenwärtige Technologieprogramme in Europa und USA auf zapfluftlose Klimatisierungssysteme, bei denen bis zu 20% Brennstoffeinsparung erwartet werden. Das ist dann 1 % am Kraftstoffverbrauch des gesamten Flugzeugs.
- 15.) Wann/warum macht ein Flugzeug einen Notabstieg (emergency descent)?
Bei einem Abfall des Kabinendrucks. Um Flughöhen zu erreichen in denen ein ausreichender Sauerstoffpartialdruck herrscht.
- 16.) Welche Parameter müssen in etwa gleich sein, damit zwei Generatoren synchronisiert werden können?
Spannung, Frequenz, Phasenlage

17.) Was hat dieses Bild mit Flugzeuggeneratoren zu tun?



Die Leistung der Generatoren wird als Scheinleistung in kVA angegeben. Der Generator darf nur bis zu der angegebenen Scheinleistung belastet werden. Die Größe der Blindleistung und der Wirkleistung hängt vom Verbraucher ab (Induktivität oder Kapazität).

18.) Was ist ein Integraltank?

Beim Integraltank ist die kraftstoffdichte Flugzeugstruktur gleichzeitig auch der Kraftstoffbehälter.

19.) Welchen Nenndruck hat das Hydrauliksystem des Airbus A380?

5000 psi also etwa 345 bar.

20.) Wann wird eine Flugsteuerung "fully powered" genannt?

Eine Flugsteuerung wird "fully powered" genannt, wenn alle Steuerflächen ausschließlich mit Sekundärenergie versorgt werden (also in der Regel mittels Hydraulik). Der Pilot hat über seine eigene Krafteinwirkung keine Möglichkeit die Steuerflächen zu bewegen.

21.) Was ist Kavitation?

Kavitation ist die Bildung und Auflösung von Hohlräumen in Flüssigkeiten durch Druckschwankungen. Die Hohlräume entstehen durch Unterdruck. Sie fallen unter Einwirkung des äußeren Drucks per Blasenimplosion zusammen. Die Implosion kann Schäden an der Oberfläche von Komponenten verursachen. Kavitation gilt es daher zu vermeiden.

22.) Wie funktioniert ein "bootstrap reservoir"?

Lecture Notes: "In a bootstrap reservoir, high pressure (HP) fluid acts on a small plunger that is coupled with a large plunger that in turn acts on the low pressure (LP) fluid in the reservoir."

In einem "bootstrap reservoir" wird das Reservoir hydraulisch mit Druck beaufschlagt. Der Vordruck für das Hydrauliksystem wird also aus dem Hydrauliksystem selbst erzeugt.

likssystem selbst genommen ("Bootstrap-Prinzip"). Wird das Flugzeug in Betrieb genommen, so arbeitet das Hydrauliksystem kurzzeitig ohne Vordruck im Reservoir.

23.) Wie wird ein Hydraulikfilter durchströmt?

- a) von oben nach unten
- b) von links nach rechts
- c) von innen nach außen
- d) nur wenn das Bypassventil geöffnet ist

Keine der möglichen Antworten ist richtig. (Richtig wäre: "von außen nach innen". Diese Antwortmöglichkeit ist aber nicht gegeben.)

24.) Was ist der Unterschied zwischen einer "unidirektionalen PTU" und einer "bidirektionalen PTU"?

Eine unidirektionale PTU (Power Transfer Unit) transferiert Leistung nur von System 1 zu System 2, nicht aber von System 2 zu System 1.

Eine bidirektionale PTU (Power Transfer Unit) transferiert Leistung vom einen System zum anderen und auch andersherum. Also von System 1 zu System 2 und auch von System 2 zu System 1.

25.) Was ist das Grundprinzip bei der Bildung von Rauheis (rime ice)?

Kleine unterkühlte (-15 bis -20°C) flüssige Wassertropfen treffen auf die Flugzeugoberfläche und gefrieren sofort. Sie bilden einen rauen, weißen Eisansatz.

26.) Nach welchem Prinzip funktioniert ein "evaporative antiicing system"?

Ein sogenanntes "evaporative antiicing system" liefert genügend Wärme um die auf die geheizte Oberfläche treffenden Wassertropfen sofort zu verdampfen.

27.) Nennen Sie drei Vorteile eines Dreipunktfahrwerkes mit Bugrad gegenüber einer anderen Bauart!

Bessere Sicht aus dem Cockpit.
Bessere Steuerbarkeit beim Rollen.
Optimaler Anstellwinkel beim Startlauf.

28.) Beim Nachtflug beobachtet ein Pilot ein rotes Licht eines anderen Flugzeuges konstant in "2-Uhr-Position". Welche Konsequenz hat das?

Ein anderes Luftfahrzeug nähert sich von rechts und es besteht Kollisionsgefahr.

29.) Bis zu welcher Kabinenhöhe kann ein Pilot theoretisch mit Hilfe einer Sauerstoffmaske aufsteigen?

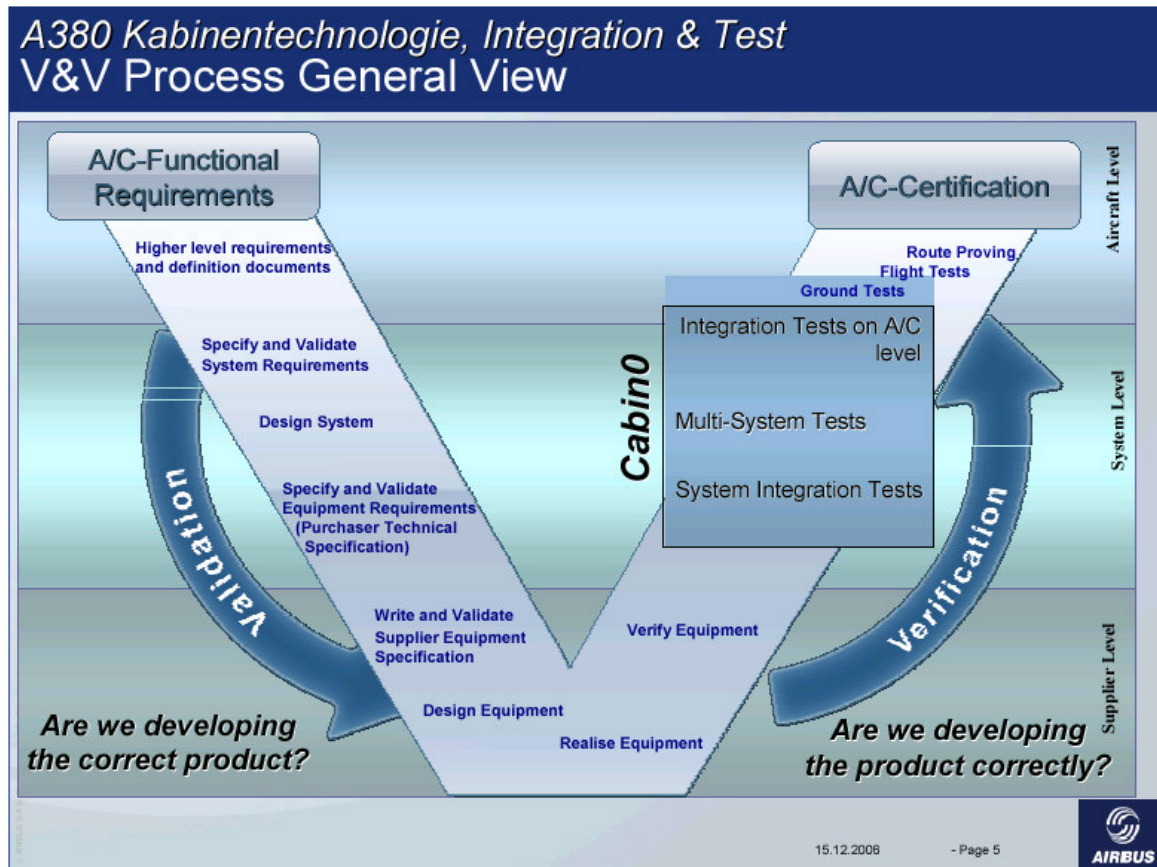
Der Pilot kann ohne Druckkabine bis ca. 11300 m oder 37000 ft aufsteigen. In dieser Höhe kann der Sauerstoffpartialdruck wie in Meereshöhe vorherrscht nur noch mit 100% Sauerstoffanteil (reinem Sauerstoff) erreicht werden. Bei noch größeren Flughöhen sinkt der Sauerstoffpartialdruck zwangsläufig unter denjenigen in Meereshöhe ab (mehr als 100% Sauerstoffanteil kann man nicht geben). Würde der Druck in Maske auf demjenigen in 37000 ft gehalten auch wenn das Flugzeug höher fliegt, so müsste der Pilot (beschwerlich) unter Gegendruck ausatmen.

30.) Welchen Hauptnachteil hat ein LOX-System und welchen Hauptvorteil ein OBOG-System?

Ein LOX-System bevorratet Sauerstoff in flüssiger Form bei niedrigen Temperaturen. Eine Isolierung kann eine Erwärmung des flüssigen Sauerstoffs nur teilweise vermeiden. Der Sauerstoff wird also teilweise gasförmig, der Druck steigt, Sauerstoff muss aus dem Behälter abgelassen werden. Eine Langzeitlagerung ist kaum möglich.

On Board Oxygen Generation (OBOG) Systeme können eine Versorgung kontinuierlich sicherstellen, weil sie den Sauerstoff aus der Luft generieren und nicht auf mitgenommenen Sauerstoff in limitierter Menge angewiesen sind.

31.) Wie wird in der Flugzeugsystementwicklung nach dem V&V-Prozess vorgegangen?



V&V = Verifikation und Validation.

Das V-Diagramm zeigt horizontal die fortschreitende Zeit und vertikal die Entwicklungstiefe.

Linker Ast: Anhand der Anforderungen (requirements) werden Systeme, Subsysteme und Komponenten widerspruchsfrei spezifiziert. Es wird gefragt: "Entwickeln wir das Richtige Produkt?"

Rechter Ast: Im weiteren Verlauf der Entwicklung werden Komponenten, Subsysteme und dann Systeme gebaut und gegenüber der Spezifikation getestet. Es wird gefragt: "Entwickeln wir das Produkt richtig?"

(Quelle: Vortrag vom 14.12.2006)

32.) Liefern Sie bitte einige Stichwort zu "cabin0"! Was? Warum? Vorteile?

Was?

Testkabine des A380

Warum?

Testen der Kabinensysteme unter realen Bedingungen (Neigung, Zusammenspiel...)

Vorteile?

Ausgereiftes Produkt schon ab entry into service.

(Quelle: Vortrag vom 14.12.2006)

33.) Nennen Sie die Vorteile eines Turboprop-Antriebes für einen Militärtransporter!

Why a Turboprop?

1.) Advantage in fuel efficiency for a given payload/range target

2.) Particular operational capabilities:

a) Steep Descent

b) Ground Manoeuvrability

3.) Thrust responsiveness during low-level flight missions:

a) Airdrop missions

b) Field Performance

(Quelle: Vortrag vom 19.09.2006)

Flugzeugsysteme des Airbus A321

34.) Ein Airbus A321 steht auf einem Vorfeld ohne Bodenversorgung. Nennen Sie grob die wichtigsten Schritte bis zum Start der Triebwerke!

APU mit Batterien starten.

Triebwerke mit Druckluft von der APU starten.

35.) Nennen Sie drei Funktionen die vom Flight Management and Guidance System (FMGS) ausgeführt werden!

Autopilot

Flightdirector

Flight management which includes navigation, performance and processing of displays.

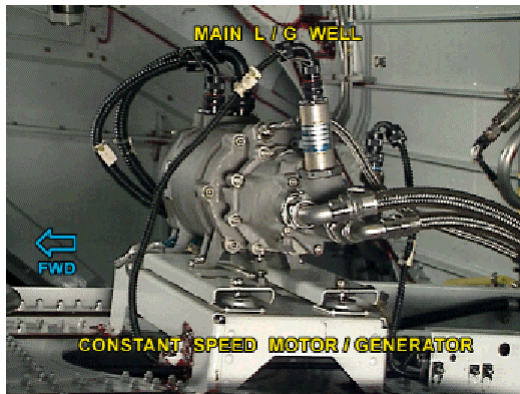
36.) Welches Gerät ist hier gezeigt?



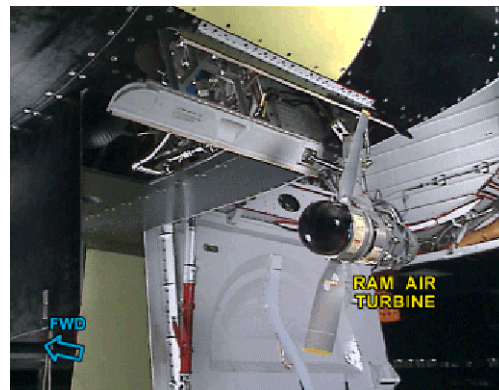
MCDU => Multipurpose Control and Display Unit

37.) Zu welchem Flugzeugsystem gehören die unten gezeigten Teile?

a)



b)



- a) Constant Speed Motor/Generator, Elektrisches System (ATA 24) [und BLAUES Hydrauliksystem (ATA 29)]
- b) RAT Ram Air Turbine, BLAUES Hydrauliksystem (ATA 29).

38.) Welche Aufgabe haben die oben als a) und b) gezeigten Teile?

- a) Notstromerzeugung (RAT => hydraulische Leistung, CSM/G => elektrische Leistung)
- b) Erzeugen von Hydraulikdruck wenn IDGs und APU ausgefallen sind oder wenn die elektrische Pumpe im BLAUEN System ausgefallen ist.

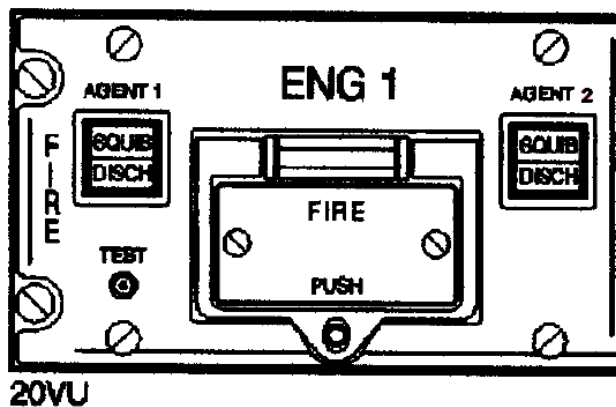
39.) Nennen Sie 5 verschiedene äußere Beleuchtungssysteme!

- Positionslicht
- Antikollisionslicht
- Landescheinwerfer
- Rollscheinwerfer
- Abrollscheinwerfer
- Flügel- und Triebwerkseinlaufbeleuchtung

40.) Bei welcher Kabinehöhe fallen die Sauerstoffmasken automatisch aus ihren Behältern?

14000ft

41.) Welche Aufgabe hat das gezeigte Panel? Wo befindet es sich? Welche Aufgabe haben die gezeigten vier Knöpfe?



Es handelt sich bei dem gezeigten Panel um das Feuerwarn- und Löschpaneel des ersten (linken) Triebwerks und es befindet sich im sogenannten "overhead panel". Es hat die Aufgabe ein Triebwerksbrand anzuzeigen sowie das betreffende Triebwerk zu isolieren also die Treibstoffzufuhr usw. zu trennen und die Feuerlöscher auszulösen.

Fire Push Button	Zeigt Feuer an und Isoliert das Triebwerk 1 und schaltet die Zündladungen der Löschbehälter scharf
Agent1/Agent2	Löst Feuerlöscher 1 bzw. Feuerlöscher 2 aus
TEST	Testet die Feuerwarn- und -löschanlage

42.) Wie wird ein Brand in der Flugzeugkabine gelöscht?

Mit Hilfe der tragbaren Feuerlöscher, die sich an Bord befinden.

43.) Was passiert jeweils bei: α_{prot} , α_{floor} , α_{max} , α_{control} , α_{stall} ?

α_{prot} : Anstellwinkel ab dem die Flugsteuerung vom Normal-Law in den Angle of Attack Protection Law wechselt.

α_{floor} : Es wird automatisch der maximale Schub eingestellt.

α_{max} : Größter von der Flugsteuerung zugelassener Anstellwinkel.

α_{control} : Hat keine Bedeutung in der Flugsteuerung der A321.

α_{stall} : Anstellwinkel bei dem die Strömung abreist.

44.) Beschreiben Sie das Steuergesetz für das Rollen:

- a) maximale Rollrate beträgt : $15^\circ/\text{s}$
- b) neutrale Stabilität der Spiralbewegung bis : 33°
- c) bei größeren Werten als aus b) ist die Stabilität der Spiralbewegung : positiv
- d) der größtmögliche Hängewinkel beträgt : 67°

45.) Wodurch wird ein asymmetrischer Landeklappenausschlag vermieden?

Durch die Asymmetry Position Pickoff Units (APPU) und die Wing Tip Brakes (WTB).

46.) Der Flap Lever befindet sich auf dem Center Pedestal. Wo befindet sich der Slat Lever?

Es gibt keinen Slat Lever, die Slats werden automatisch entsprechend zu den Landeklappen (flaps) gefahren.

47.) Wozu dient der Magnetic Level Indicator?

Es handelt sich um ein zweites System zur direkten Ablesung und Berechnung des Kraftstoffvolumens ohne Nutzung weiterer Bordsysteme. Der Kraftstoffstand wird an jedem "magnetic level indicator" über einen Schwimmer und einen Magneten auf einen Stab übertragen, der dann je nach Kraftstoffstand mehr oder weniger unterhalb des Flügels aus der Struktur hervorschaut. Der A321 hat insgesamt 15 "magnetic level indicator" deren einzelne angezeigte Werte alle in die Berechnung des Kraftstoffvolumens einbezogen werden.

48.) In welcher Einheit wird die Kraftstoffmenge an Bord angegeben? Welchen Vorteil hat dies gegenüber anderen Einheiten?

Kraftstoffmenge wird in kg angezeigt. Vorteil: Der Energieinhalt im Tank ist proportional der Masse (= Volumen * Dichte). Die temperaturabhängige Dichte ist bei einer Anzeige in kg bereits berücksichtigt.

49.) In welchen Hydrauliksystemen befindet sich eine triebwerks-getriebene Pumpe?

Im GRÜNEN und im GELBEN Hydrauliksystem.

50.) An welcher Serviceklappe kann Hydraulikflüssigkeit aufgefüllt werden?

Für alle Systeme im Hydraulik Service Panel des GRÜNEN Systems, das sich auf der linken Seite hinter dem Hauptfahrwerk befindet.

51.) Wie viel Schrägscheiben befinden sich an Bord einer A321? Erstellen Sie eine Auflistung!

EDP	2
IDG	2
CSM/G	0
PTU	1
RAT	1
<u>E-Pumpen</u>	<u>2</u>
Gesamt	8

52.) Was versteht man unter "Independent Instruments"?

"Independent Instruments" sind all die Instrumente die keinem ATA Kapitel direkt zugeordnet sind und so unter ATA 31 beschrieben werden.

53.) Was bedeuten diese Abkürzungen:

EIS	: Electronic Instrument System
EFIS	: Electronic Flight Instrument System
ECAM	: Electronic Centralized Aircraft Monitoring
PFD	: Primary Flight Display
ND	: Navigation Display
SD	: System Display
E/WD	: Engine and Warning Display

54.) Was ist der Unterschied zwischen einem "Radio Management Panel" und einem "Audio Selector Panel"?

Vereinfacht dargestellt: Mit dem "Radio Management Panel" kann man z.B. Funkfrequenzen einstellen. Mit dem "Audio Selector Panel" kann man auswählen welches Funkgerät man wie laut hören möchte.

55.) Wie kann sich der Pilot oder Mechaniker eine bestimmte Seite auf dem System Display anzeigen lassen?

Durch Drücken des entsprechenden Knopfes auf dem ECAM control panel.

56.) Das GRÜNE und das GELBE Hydrauliksystem sind drucklos. Wie kann das Flugzeug noch gebremst werden?

Mit Druck aus dem Bremsakku im GELBEN System.

57.) Der Pilot schalte A/Skid & N/W STRG auf OFF. Welcher Computer wurde damit ausgeschaltet?

BSCU => Brake and Steering Control Unit

58.) Was wird auf dem Triple Indicator angezeigt?

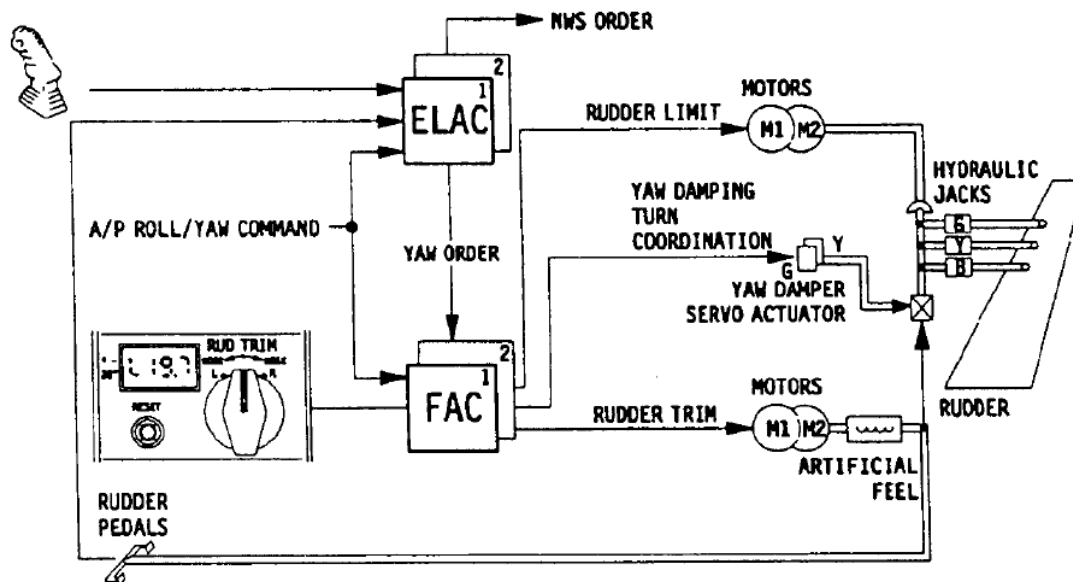
Druck im Bremsakku
Aktueller Bremsdruck links und rechts

59.) Welches Warnsystem versucht vor CFIT zu schützen?

GPWS => Ground Proximity Warning System

60.) (5 Punkte!)

Beschreiben Sie bitte recht genau die Seitenrudersteuerung des A321!



Wenn ein **Gierbefehl auf die Seitenruderpedale** gegeben wird, so wird dieser auf zwei Wegen weitergeleitet:

- über Seile über einen mechanischen "Summierer" an die Servoventile der Hydraulikaktuatoren (GRÜNER, GELBER und BLAUER Hydraulikaktuator am Seitenruder) und
- elektrisch an die ELACs (Elevator Aileron Computer) diese geben einen Nose-Wheel-Steuerbefehl aus und einen Gierbefehl der an die FACs (Flight Augmentation Computer) geht. Beide Computer, ELAC und FAC, sind aus Sicherheitsgründen zweimal vorhanden.

Die **FACs** geben ein Signal:

- an die Stellmotore der **Rudder Travel Limitation** zur Begrenzung des maximal möglichen Ruderausschlags (abhängig von der Fluggeschwindigkeit),
- an die Stellmotore die, die Federn vorspannen, mit deren Hilfe das **künstliche Gefühl** für den Piloten erzeugt wird,
- an die **Gierdämpferservoaktuatoren**. Aus den Steuerbewegungen des Gierdämpferservoaktuators und den Steuerbewegungen der Steuerseile addiert sich mechanisch im "Summierer" das Giersignal für die Seitenruderaktuatoren, woraufhin das Seitenruder ausschlägt.

Wird die **Seitenrudertrimmung** betätigt, so gelangen die elektronischen Signale in die FACs die daraufhin ein Signal an die Stellmotore des künstlichen Gefühls senden. Der Neutralpunkt der Pedale wird verstellt. Solange die Piloten nicht eine andere Stellung der Pedale mit ihren Füßen kommandieren bewegen sich die Pedale und kommandieren über den mechanischen Pfad einen neuen Seitenruderausschlag.

Wird ein Rollbefehl vom Side Stick an den ELAC gesendet so generiert dieser für einen **koordinierten Kurvenflug** einen Gierbefehl. Dieser gelangt über die FACs zu den Gierdämpferservoaktuatoren, die daraufhin die Servoventile der Seitenruderaktuatoren bewegen und das Ruder ausschlagen lassen.

Zur **Dämpfung der Dutch-Roll-Bewegung** errechnen die FACs laufend Seitenruderausschläge, die wie oben beschrieben über die Gierdämpferservoaktuatoren umgesetzt werden. Eingaben über die Gierdämpferservoaktuatoren wirken nicht auf die Pedale zurück.

Gierbefehle des Autopiloten werden ebenfalls über die Gierdämpferservoaktuatoren umgesetzt.

Rollbefehle des Autopiloten gelangen in ELACs und FACs und bewirken u.a. Seitenruderausschläge über die Gierdämpferservoaktuatoren.