



STUDIENDEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Lösung zur Klausur
Flugzeugsysteme WS 2005/2006

Datum: 25.01.2006

Luftfahrtausdrücke

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

1. manifold	Verteiler, Rohrverzweigung
2. to flare	ausschweben
3. equipment	Ausrüstung
4. auxiliary	helfend; Hilfs-
5. envelope	Einhüllende
6. ram air	Stauluft
7. bypass	Nebenstrom
8. interface	Schnittstelle
9. display	Anzeige
10. fuse	Sicherung
11. emergency	Notfall
12. to extinguish	löschen

2.) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache.

1. gieren	to yaw
2. Querruder	aileron
3. belüften	to ventilate
4. Rohr	duct, pipe, tube
5. Zugang	access
6. Schwerkraft	gravity
7. betanken	to fuel
8. enttanken	to defuel
9. Griff	handle
10. Anzeige	display
11. Sicherheit	safety
12. Verteiler	manifold

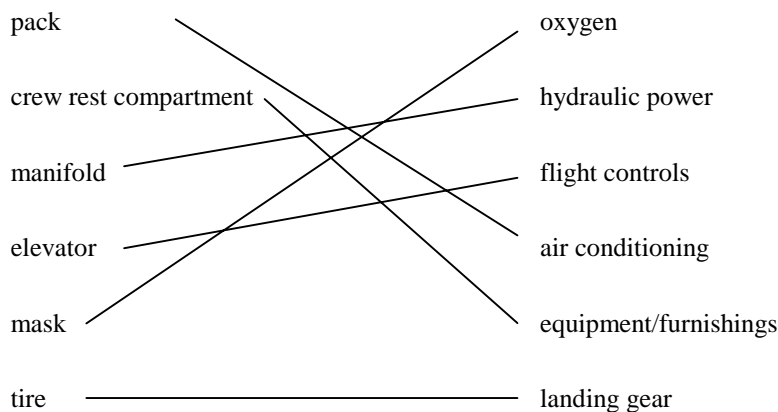
Flugzeugsysteme allgemein

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

Those units and components (ducts and valves) which deliver large volumes of compressed air from a power source to connecting points for such other systems as air conditioning, pressurization, deicing, etc.

pneumatics (ATA 36)

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

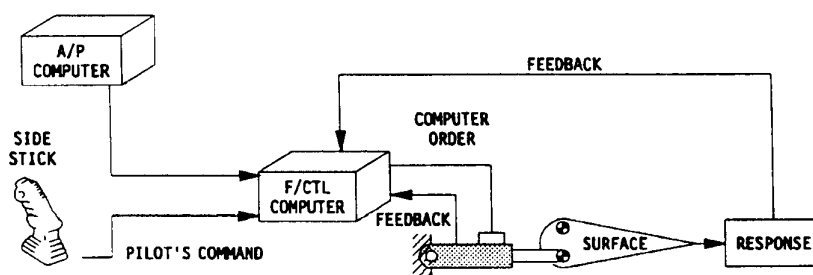


- 5.) Was versteht man unter "environmental control system"?

"The environmental control system (ECS) is an engineering system, that maintains the immediate environment of an organism within defined limits of temperature, pressure, and gaseous composition suitable for continuance of comfort and efficiency."

- 6.) Erklären Sie das Grundprinzip der FBW Flugsteuerung!

FBW = Fly by Wire = Flugsteuerung mit elektrischer Signalübertragung. Im manuellen Flug kommandiert der Pilot einen flugmechanischen Parameter (z.B. das Lastvielfache; Eingabe z.B. über den Side Stick). Das Kommando wird an die Flugsteuerungsrechner weiter gegeben. Diese kommandieren und regeln einen Steuerflächenausschlag (innere Regelschleife). Das Flugzeug reagiert auf den Steuerflächenausschlag. Sensoren messen die flugmechanischen Parameter. Das Kommando an die Steuerfläche wird so geregelt (äußere Regelschleife), dass sich der vom Piloten kommandierte flugmechanische Parameter einstellt.



- 7.) Was bedeutet VMC? Was bedeutet IMC?
VMC = Visual Meteorological Conditions (Sichtflugbedingungen, erforderlich für einen Flug nach Sichtflugregeln, VFR = Visual Flight Rules)
IMC = Instrument Meteorological Conditions (Instrumentenflugbedingungen; Flug nach Sichtflugregeln nicht zulässig, stattdessen: IFR = Instrument Flight Rules)
- 8.) Mit Hilfe welcher Methoden wird die Navigation über die Ozeane durchgeführt?
Trägheitsnavigation (heute zusätzlich auch GPS)
- 9.) Berechnen Sie: $R(t) + F(t) =$
Lösung: $R(t) + F(t) = 1$
- 10.) Was versteht man unter *schlafender Fehler (dormant failure)*?
Ein schlafender Fehler ist ein Fehler in einem inaktiven Subsystem, das aufgrund einer Redundanz zur Zeit nicht aktiv sein muss. Der Fehler in diesem Subsystem fällt nicht auf, weil das Subsystem nicht arbeitet. Das übergeordnete System funktioniert, weil das parallele redundante Subsystem ohne Fehler arbeitet. Schlafende Fehler sind problematisch, weil das übergeordnete System bei Fehler des aktiven Subsystems unvermittelt und überraschend ausfällt. Schlafende Fehler sind weiterhin problematisch, weil Sie nur durch spezielle Überprüfungen entdeckt werden.
- 11.) Was ist der Unterschied zwischen *Zuverlässigkeit (reliability)* und *Verfügbarkeit (availability)*?
"The reliability is the probability of survival."
D. h. Zuverlässigkeit beschreibt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein System eine bestimmte Zeit arbeitet ohne auszufallen.

"The (instantaneous) availability is the probability that the system will be available at time t ."
D. h. die Verfügbarkeit ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das System zu einem bestimmten Zeitpunkt (das ist i. d. R. der Moment der Inbetriebnahme) funktioniert.
- 12.) Was sind *trade-off studies*?
trade-off studies = Vergleichsstudien. Es werden verschiedene Produkte oder Lösungsvarianten miteinander verglichen.
- 13.) Welche Aufgabe hat ein *check valve*?
check valve = Rückschlagventil. Das Ventil lässt die Strömung nur in einer Richtung durch.
- 14.) Welche Bedeutung hat es, wenn vor dem Start eine Ansage aus dem Cockpit zu hören ist: „be seated“?
Das ist der Hinweis an die Kabinenbesatzung, dass der Start bevorsteht und die Kabinenbesatzung die Klappsitze an den Türen einnehmen soll.
- 15.) Welche Form haben die Behälter für das Feuerlöschmittel?
Die Behälter sind kugelförmig.

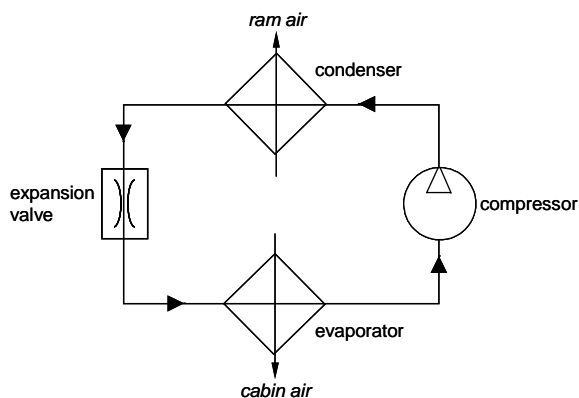
- 16.) Es wird über lange Zeit ein Kurvenflug nach rechts durchgeführt. Das Seitenruder steht auf neutral. Das Flugzeug hat eine negative Spiralstabilität. In welche Richtung muss das Querruder betätigt werden?

Negative Spiralstabilität bedeutet, dass das Flugzeug die Tendenz hat den Kurvenflug mit zunehmendem Hängewinkel durchzuführen. Wenn der Pilot in einer Rechtskurve dieser instabilen Tendenz entgegenwirken will, dann muss das Steuerhorn nach links ausgeschlagen werden (d. h. rechtes Querruder schlägt nach unten aus, linkes Querruder schlägt nach oben aus).

- 17.) Welche Steigrate sollte die Kabinenhöhe nicht überschreiten?

Die Kabinenhöhe soll eine Steigrate von 500 ft/min nicht übersteigen.

- 18.) Skizzieren Sie ein *vapor cycle system*?



- 19.) Was passiert, wenn ein Flugzeug bei $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ durch Wolken fliegt? Begründung!

Nichts. Bei $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist das Wasser zu Eiskristallen gefroren. Es kommt daher zu keiner Vereisung am Flugzeug.

- 20.) Warum ist eine Schmelzsicherung in die Felgen großer Flugzeuge eingebaut?

Wenn ein Flugzeug bei maximaler Abflugmasse aus maximaler Geschwindigkeit beim Startlauf abgebremst wird, gelangt sehr viel Energie in die Radbremsen. Die Bremsen werden sehr heiß. Die Wärme überträgt sich auf den Reifen. Der Reifendruck erhöht sich. Um ein Platzen des Reifens zu verhindern, wird Gas aus dem Reifen über die Schmelzsicherung abgelassen.

- 21.) Warum ist eine Schmelzsicherung am Ende des Auslassrohres des Feuerlöschbehälters in der Toilette angebracht?

Bei einem Brand im Abfallbehälter in der Toilette wird die Schmelzsicherung am Ende des Auslassrohres des Feuerlöschbehälters aufgeschmolzen. Das Löschgas strömt aus in den Abfallbehälter und löscht den Brand.

- 22.) Was ist die Aufgabe einer Schmelzsicherung in einem elektrischen Stromkreis?

Bei einem Kurzschluss fließt Strom mit hoher Stromstärke. durch die hohe Stromstärke schmilzt der Draht, die die Schmelzsicherung ausmacht. Der Stromkreis wird dadurch unterbrochen und der (unerwünschte) Kurzschlussstrom beendet.

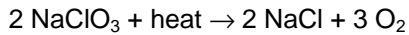
- 23.) Welchen Nachteil hat es, wenn die B787 ohne Zapfluftversorgung ausgelegt wird?
Die Druckluft muss elektrisch erzeugt werden. Dazu sind elektrisch angetriebene Kompressoren und größere Generatoren im Flugzeug erforderlich. Diese Geräte verursachen Kosten im Betrieb des Flugzeugs durch den Anschaffungspreis (Abschreibung), Gewicht (Kraftstoffkosten), Wartung (Wartungskosten) und Energieentnahme der Generatoren vom Triebwerk (Kraftstoffkosten). Vor- und Nachteile einer derartigen Technologie müssen gegeneinander abgewogen werden (trade study).
- 24.) Der Vakuumpgenerator ist ausgefallen. Kann das Toilettensystem am Boden noch genutzt werden? Begründung!
Nein, weil kein Vakuum mehr zur Verfügung steht.
- 25.) Welche zwei Eisarten unterscheidet man bei Vereisung an der Flügelvorderkante?
Man unterscheidet Klareis (clear ice) und Rauheis (rime ice).
- 26.) Was versteht man unter *ice bridging*?
"Ice bridging is the formation of an arch of ice over the boot, which is not removed by boot inflation." Bei ersten pneumatischen Enteisungssystemen bestand die Gefahr, dass sich die aufblasbaren Gummimembranen lediglich unter einem sich bildenden Eisstunnel aufblasen, ohne in der Lage zu sein diesen abzusprengen. Dieses Phänomen wurde mit *ice bridging* bezeichnet. Die Gefahr des *ice bridging* besteht bei modernen pneumatischen Enteisungssystemen nicht mehr.
- 27.) Welche Methoden kennen Sie für *rain protection* der Cockpitscheiben?
Einsatz von Scheibenwischern (windshield wipers), von außen angewandter heißer Luftstrom (external hot air blast), Anwendung einer Flüssigkeit, die die Oberflächenspannung des Wassers vergrößert (rain repellent).
- 28.) Was ist Drehstrom?
Drehstrom ist Dreiphasen-Wechselstrom.
- 29.) Zwischen welchen Leitungen wird im Drehstromnetz eines Flugzeug eine Spannung von 115 V gemessen?
Zwischen dem Nullleiter (N) und einer Phase (L)
- 30.) Wir unterscheiden folgende Formen elektrischer Leistung: Wirkleistung, Blindleistung und Scheinleistung. Es gibt die Einheiten var, VA und W. Ordnen Sie die Einheiten den Leistungsformen zu! In welcher Einheit ist die Größe eines Generators angegeben?
Wirkleistung: W
Blindleistung: var
Scheinleistung: VA
Die Größe eines Generators wird in VA bzw. kVA angegeben.
- 31.) Wir fliegen in einem Flugzeug ohne Druckkabine. Ab welcher Druckhöhe muss reiner Sauerstoff geatmet werden?
"100% (pure) oxygen is required at an altitude of about 37000 ft." Die Sauerstoffregler sind so gebaut, dass sie bereits ab 32000 ft reinen Sauerstoff zur Verfügung stellen.

32.) Was ist ein *diluter-demand system*?

"The diluter-demand system is a demand system that has the ability to control the air-oxygen ratio automatically depending on altitude."

33.) Nach welchem Prinzip arbeitet ein chemischer Sauerstoffgenerator im Flugzeug?

"Chemical oxygen generation on aircraft is done with sodium chlorate. Sodium chlorate decomposes when heated ... into salt and oxygen."



34.) Es geht um Ergonomie und Gestaltung eines Fluggastsitzes. Was ist der Unterschied zwischen Alpha-Zonen und Beta-Zonen?

ALPHA Zonen	BETA Zonen
Schulter	Kopf
Beckenbogen	Nacken
Sitzhöcker	Unterschenkel
Oberschenkelunterseite	Fußsohlen
Unterarm	Hand

Alpha Zonen sollen vom Sitz unterstützt werden, Beta Zonen beschreiben zusätzliche Komfortzonen, die evtl. zusätzlich durch einen komfortablen Sitz unterstützt werden können. (Quelle: Vortrag vom 13.10.2005)

35.) Es geht um den Entwurf eines Fluggastsitzes. Durch welche Maßnahme kann man die Kniefreiheit bei gegebenem Sitzabstand (*seat pitch*) vergrößern?

Je dünner die Rückenlehne im Kniebereich gestaltet ist, desto mehr Kniefreiheit erhält der Passagier.

36.) Was ist bei der Integration der Triebwerke des A400M zu beachten? (Hinweis: Dies ist eine Frage außerhalb der Flugzeugsysteme)

Die Propeller auf der linken und rechten Seite des Flugzeugs müssen entgegengesetzten Drehsinn haben. Dies ist aus Gründen der Aerodynamik / Flugmechanik notwendig. Diese Forderung führt dazu, dass die Getriebe der PTL Triebwerke auf der linken und rechten Seite des Flugzeugs unterschiedlich sind. (Quelle: Vortrag vom 03.11.2005)

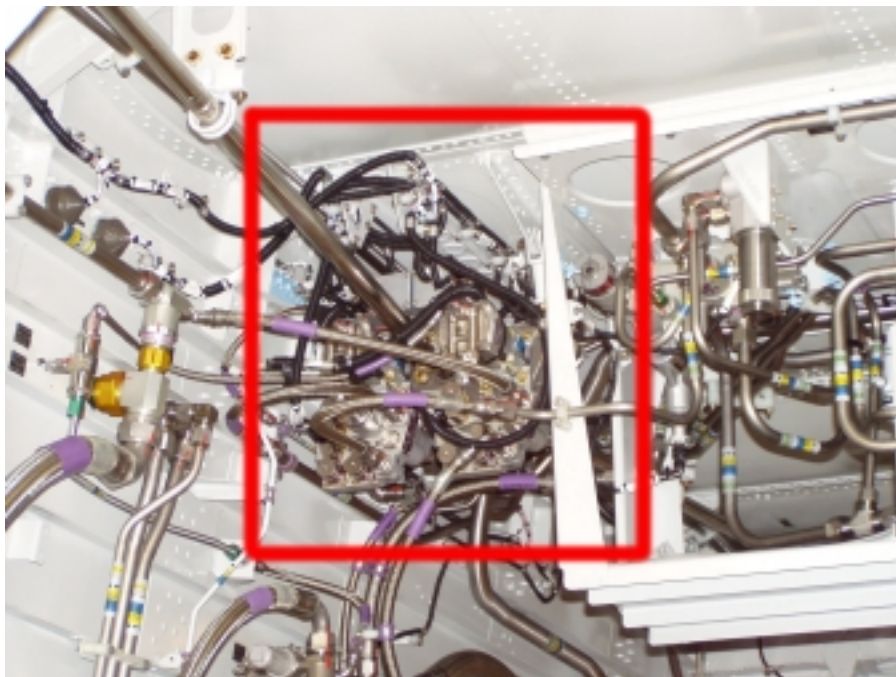
Flugzeugsysteme des Airbus A321

37.) Wie heißt das gezeigte Panel? Welche Aufgabe hat es? Wo befindet es sich?



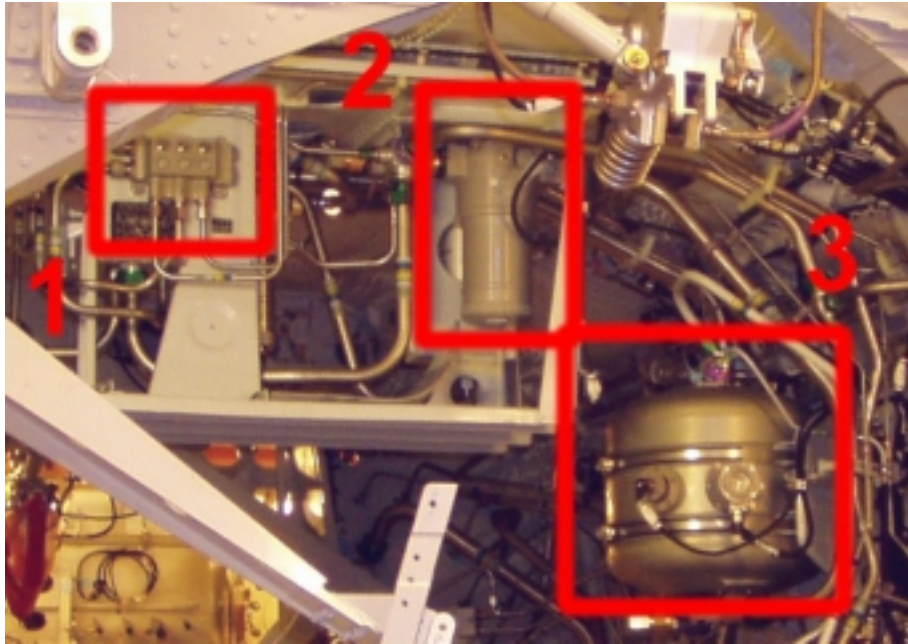
Gezeigt ist das Audio Control Panel (ACP). Die ACPs erlauben die Auswahl von Audiosignalen. Zwei ACPs sind auf dem Center Pedestal installiert, eines im Overhead Panel.

38.) Welches Teil ist hier gezeigt?



Gezeigt ist die Flap Power Control Unit (Flap PCU)

39.) Welche 3 Teile sind hier gezeigt?



- 1.) Leakage messurement manifold
 - 2.) Filter im Niederdruckteil des Hydrauliksystems (low pressure filter)
 - 3.) Reservoir
- Alle gezeigte Teile gehören zum GRÜNEN Hydrauliksystem.

40.) Welches Panel im Cockpit ist mit "ATC" gekennzeichnet?

Das Panel für den Transponder ist mit "ATC" gekennzeichnet.

41.) Welches Gerät ist in der Lage, hydraulische Leistung in hydraulische Leistung zu wandeln?

Die Power Transfer Unit (PTU) wandelt hydraulische Leistung eines Hydrauliksystems (GRÜN oder GELB) über eine Welle (mechanische Leistung) in hydraulische Leistung des jeweils anderen Hydrauliksystems um.

42.) Wie kann am Boden Druck im Pneumatiksystem aufgebaut werden? Nennen Sie 3 Möglichkeiten!

Wenn die Triebwerke laufen: Über Zapfluft von den Triebwerken.

Wenn die APU läuft: Über Druckluft der APU

Wenn ein Bodenwagen mit Druckluftversorgung zur Verfügung steht:

Über den entsprechenden Bodenanschluss.

43.) Was passiert, wenn der Side Stick auf maximalen Ausschlag nach hinten bewegt und dort gehalten wird? Bitte alle Aspekte nennen!

Die Reaktion des Flugzeugs ist abhängig von der Flugphase und der Flugeschwindigkeit:

Flugzeug am Boden: Maximaler Höhenruderausschlag.

Flug mit geringer Geschwindigkeit: Flug mit max. Auftriebsbeiwert und max. Anstellwinkel.

Flug mit höherer Geschwindigkeit: Flug mit max. Lastvielfachen.

- 44.) Der A321 wird gerade per Hand (ohne Autopilot) bei üblicher Reisefluggeschwindigkeit geflogen. Das Flugzeug fliegt horizontal. Die Pilotin reduziert die Geschwindigkeit jetzt um 40 kt. In welche Richtung muss der Side Stick bewegt werden, um die Höhe zu halten?

Der FBW-Airbus fliegt im manuellen Flug horizontal, wenn das Flugzeug entsprechend ausgerichtet wurde und der Side Stick dann in Neutralstellung belassen wird. Neutralstellung bedeutet: es wird ein Lastvielfaches $n_z = 1$ kommandiert. Wenn sich jetzt die Fluggeschwindigkeit ändert, sorgt die Flugregelung dafür, dass das Lastvielfache bei einem Wert von $n_z = 1$ gehalten wird und damit auch der horizontale Flug. Die Antwort ist also: der Side Stick muss nicht bewegt werden.

- 45.) Zu Aufgabe 44: In welche Richtung muss die Nicktrimmung gefahren werden? Überlegen und beantworten Sie sorgfältig!

Im Unterschied zu herkömmlichen Flugzeugen besitzt das FBW-System des Airbus keine Nicktrimmung. (Das Trimmrad hat lediglich die Aufgabe bei ungewöhnlicher Schwerpunktlage den THS vor dem Start geeignet zu positionieren.) Die Antwort ist also: Das Trimmrad wird nicht betätigt.

- 46.) Welcher Parameter wird mit dem Seitenruder kommandiert?

Im Airbus FBW wird mit den Seitenruderpedalen (die direkt auf das Seitenruder wirken) der Schiebewinkel kommandiert.

- 47.) Was passiert (theoretisch), wenn der links sitzende Pilot den Side Stick auf maximalen Ausschlag nach links bewegt und dort hält, gleichzeitig der rechts sitzende Pilot den Side Stick auf maximalen Ausschlag nach rechts bewegt und dort hält?

Die Signaleingaben werden algebraisch addiert. Der resultierende Wert ist in diesem Beispiel Null. Es passiert nichts.

- 48.) Sie fliegen mit Autopilot und wollen die Flughöhe ändern. Wo geben Sie dies ein?

Die Eingabe geschieht über die Flight Control Unit (FCU) (selected guidance).

- 49.) Was ist ein *piccolo tube*? Welche Aufgabe hat es? Wie wird diese Aufgabe erreicht bzw. was ist das besondere Merkmal?

Ein piccolo tube ist ein Rohr in den Slats 3, 4 und 5. Das Rohr hat Löcher, um die Zapfluft hinter der Vorderkante ausströmen zu lassen. Mit der heißen Zapfluft soll die Vorderkante eisfrei gehalten werden. Am Außenflügel im Slat 5 sind die Löcher im piccolo tube größer bzw. enger gesetzt, damit dort bei geringerem Differenzdruck noch der gleiche Volumenstrom austreten kann wie im Slat 3.

- 50.) Welchen Vorteil hat ein *magnetic level indicator* gegenüber einem *drip stick*?

Man macht sich mit dem magnetic level indicator nicht die Finger schmutzig.

- 51.) Über welches Interface hat der Wartungstechniker Zugang zum CFDS?

Über die Multipurpose Control And Display Unit (MCDU).

52.) Folgende Teile befinden sich im BLAUEN Hydrauliksystem der A321?

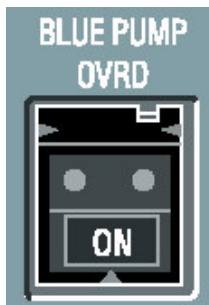
- X Hydraulikpumpe der RAT
- O Generator der RAT
- X Constant Speed Motor / Generator
- O PTU
- O EDP
- X Leakage Measurement Manifold
- O TRU

53.) Wie bekommen Sie am Boden Druck in das GRÜNE Hydrauliksystem. Triebwerke dürfen nicht angelassen werden. Ein Bodenwaagen mit Hydraulikversorgung steht nicht zur Verfügung. Eine externe elektrische Versorgung besteht nicht. Beschreiben Sie genau!

APU über Batterien anlassen, E-Pumpe im GELBEN Hydrauliksystem einschalten, PTU versorgt automatisch das GRÜNE Hydrauliksystem

54.) Wie bekommen Sie am Boden am einfachsten Druck in das BLAUE Hydrauliksystem. Triebwerke dürfen nicht angelassen werden. Ein Bodenwaagen mit Hydraulikversorgung steht nicht zur Verfügung. Eine externe elektrische Versorgung ist gegeben.

E-Pumpe des BLAUEN Hydrauliksystems über den Schalter



im Overhead Panel einschalten.

55.) Welche Firma sagt von sich: "non-stop innovation"? ;-)

Airbus (Erkenntnis aus Vortrag vom 17.11.2005)