



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**Lösung zur Klausur
Flugzeugsysteme WS 08/09
Teil 1: Flugzeugsysteme des Airbus A321**

Datum: 06.02.2009

- 1.) Was versteht man unter dem Begriff *Braking By Wire*?
Das Bremssignal wird elektrisch von den Bremspedalen abgenommen und an die BSCU (*Braking and Steering Control Unit*) weiter geleitet!
- 2.) Welches Ruder wird von alle drei Hydrauliksystemen versorgt?
Das Seitenruder wird vom grünen, gelben und blauem Hydrauliksystem versorgt!
- 3.) Was bedeuten die Abkürzungen:
FADEC : Full Authority Digital Engine Control
IRS : Inertial Reference System
ECAM : Electronic Centralized Aircraft Monitoring
TCAS : Traffic Collision Avoidance (Alert) System
PTU : Power Transfer Unit
- 4.) Welches Ventil wird bei betätigen des *Hot Air P/BSW (push button switch)* am *Air Conditioning Panel* geschlossen?
Hot air pressure regulation valve
- 5.) Durch welche Elemente wird die Austrittstemperatur des *Air Conditioning Packs* geregelt? Wie verhalten sich diese Elemente bei einer gewünschten Erhöhung der *Pack-Austrittstemperatur*?
Ram Air Flaps and Bypass Valve.
Ram Air Flap closes more - *Bypass Valve* opens more

- 6.) Welche Öffnungen stellen eine Verbindung zwischen der Umgebung und dem Druckrumpf dar?
- X *Emergency Exit,*
 - O *Main Landing Gear Door,*
 - X *Forward Cargo Door,*
 - O *APU Access Doors,*
 - X *Pax/Crew Door,*
 - X *Avionic Door,*
 - X *Bulk Cargo Door.*
- 7.) Sie fliegen mit Autopilot. Von der Flugverkehrskontrolle wird Ihnen eine andere Flugfläche (*Flight Level, FL*) zugewiesen. Wo geben Sie diese ein?
Die Flughöhe wird über die Flight Control Unit (FCU) eingegeben.
- 8.) Welche Aktionen durch Betätigen eines Schalters im Cockpit sind im Fluge nicht mehr reversibel?
- Ausfahren der RAT
 - Abkoppeln (*disconnect*) des IDGs
 - Entladung einer *Fire Extinguisher Bottle*
 - Abfallen der Sauerstoffmasken in der Kabine
- 9.) Durch welche Parameter wird der Drehstrom in Bordnetzen von Passagierflugzeugen beschrieben?
- Frequenz: 400 Hz
 - Spannung: 115 V (Sternschaltung) bzw. 200 V (Dreieckschaltung)
- 10.) Wie viele (Halon gefüllte) Feuerlöschflaschen (fire extinguisher bottles) sind angebracht ...
- | | | |
|---|---|---|
| ... in der KABINE | : | 0 |
| ... an jedem TRIEBWERK | : | 2 |
| ... an der APU | : | 1 |
| ... im Abfallbehälter in jeder TOILETTE | : | 1 |

Pressemitteilung:

Triebwerke beim Airbus fielen gleichzeitig aus

New York (dpa) - Bei dem am Donnerstag auf dem Hudson River in New York notgelandeten Airbus A320 haben nach ersten Untersuchungen beide Triebwerke gleichzeitig versagt. Das geht aus ersten Auswertungen des Flugschreibers und des Stimmenrekorders der Maschine hervor. Wie eine Sprecherin der US-Sicherheitsbehörde NTSB mitteilte, sind beide Geräte in ausgezeichnetem Zustand. Die bisherigen Erkenntnisse bestätigten die Schilderungen, dass das Flugzeug von einem Vogelschwarm getroffen wurde.

Veröffentlicht am 19.01.2009 um 09:47 Uhr; Quelle: <http://www.focus.de/>

11.) Versetzen Sie sich in die Lage beider Piloten des Airbus A320 vom Hudson River (siehe Pressemitteilung oben). Bei einem Versagen beider Triebwerke, einem sogenannten *All Engine Flame Out* befindet sich das Flugzeug in einer Notkonfiguration (*Emergency Configuration*). GEN 1 und GEN 2 und somit auch AC BUS 1 and AC BUS 2 sind verloren. Die Fluggeschwindigkeit beträgt zum Zeitpunkt des Triebwerksausfalls über 100 kt. Im nächsten Moment wird die *Ram Air Turbine* (RAT) automatisch ausgefahren.

11.1) Welche Busse (AC und DC!) und Hydrauliksysteme werden nun von der RAT versorgt?

DC ESS BUS via ESS TR
 DS SHED ESS BUS via ESS TR
 AC ESS
 AC ESS SHED

11.2) Was hat der *Constant Speed Motor Generator* (CSMG) damit zu tun?

Der CSMG wandelt hydraulische Energie (von der RAT) in elektrische Energie um.

11.3) Warum kann der Pilot die RAT vom Cockpit aus nicht sehen?

Die RAT befindet sich im linken *Belly Fairing* vor dem Hauptfahrwerkschacht.

11.4) Wo ist im Cockpit das erfolgreiche Ausfahren der RAT ersichtlich?

ECAM

Kurz vor der Notwasserung sinkt die Geschwindigkeit unter 100 kt. Die RAT liefert nicht mehr genügend Energie.

11.5) Wie können Sie sich diesen Sachverhalt erklären?

Die RAT ist eine sogenannte Staudruckturbine. Die Turbine bzw. die Luftschaube der RAT wird also vom Fahrtwind angetrieben. Fluggeschwindigkeit und produzierte Leistung der RAT sind somit direkt proportional. Beim A321 ist die kritische Fluggeschwindigkeit 100 kt. Darunter kann die RAT nicht mehr genügend Energie produzieren um elektrische und hydraulische Notfallsystem zu versorgen.

11.6) Welches Ventil im Hydrauliksystem wird nun aktiv?

Das Vorrangventil.
 Es kappt die Verbindung zu allen größeren (nicht so wichtigen) hydraulischen Verbrauchern.

11.7) Wie ist nun die Aufteilung der Energieströme? Welcher BUS (AC und DC!) und welches Hydrauliksystem (inklusive Verbraucher) werden von welcher Energiequelle versorgt? (Detailliert! 2 Punkte!)

Das Vorrangventil im blauen Hydrauliksystem kappt die Verbindung zu allen größeren hydraulischen Verbrauchern. Dazu gehören die inneren Slats (1 bis 4) und auch der CSMG! Das blaue Hydrauliksystem versorgt nun ausschließlich die primären Flugsteuerungsorgane (Seiten-, Höhen-, und Querruder, Spoiler 3 sowie die außen liegende Landeklappe (outer flap) und der außen liegende Vorflügel (slat 5) die einem „wing tip

brake" dienen.

Der CSMG liefert nun keine elektrische Energie. Auch hier ist somit eine sogenannte Lastabschaltung (shedding) notwendig da nun alle essentiellen (essential) elektrischen Verbraucher über die Batterie versorgt werden:

DC ESS von BAT 2

AC ESS von BAT 1 via STAT INV

11.8) Bevor es zur Notwasserung kommt muss das Flugzeug darauf vorbereitet werden. Welche gesicherte Drucktaste (*guarded P/B*) muss der Copilot dazu am *Cabin Pressure Panel* des Airbus A321 betätigen?

Ditching pushbutton switch

11.9) Welche Ventile müssen bei einer Notwasserung grundsätzlich schließen?

Alle Ventile die unterhalb der *A/C floatation line* angeordnet sind.

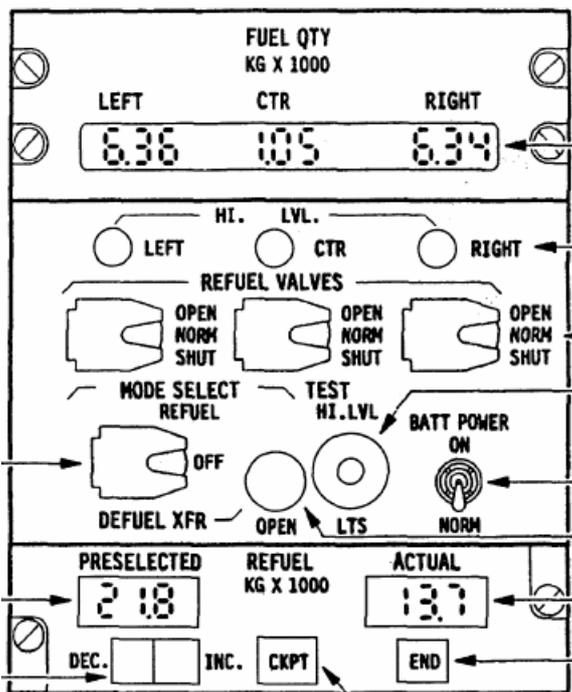
11.10) Welche Ventile werden durch Betätigen des in Frage 11.8 gesuchten Druckschalters geschlossen?

- outflow valve
- safety valves for negative pressure
- safety valve for overpressure
- avionics ventilation extract valve
- pack flow control valves

11.11) Nach einer erfolgreichen Notwasserung stehen den Passagieren und der Besatzung folgendes *Flotation and Survival Equipment* zur Verfügung:

Schwimmwesten unter den Sitzen
 Notrutschen als Schlauchboote

12.) Gezeigt ist das *Refuel / Defuel Control Panel* eines Airbus A321



12.1) Wie viel Treibstoff befindet sich gegenwärtig an Board?

$13.7 * 10^3 \text{ kg}$

12.2) Mit viel Treibstoff soll das Flugzeug betankt werden?

$21.8 * 10^3 \text{ kg}$

12.3) Wann beginnt die Anzeige *END* zu leuchten?

Wenn der aktuelle Wert (ACTUAL) dem vorgewählten Wert (PRESELECTED) + 100kg entspricht.

12.4) Warum wird die Kraftstoffmenge in kg ausgedrückt?

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

12.5) Wofür steht die Bezeichnung *DEFUEL XFR*?

Defuel Crossfeed

12.6) Ist der Prozess des Betankens gegenwärtig im Gange? (Begründung)

Nein, der „mode selector switch“ müsste in der Stellung „Refuel“ verweilen.

13.) Welche zusätzliche Fähigkeiten besitzt das *enhanced* GPWS im Gegensatz zum *basic* GPWS?

Im enhanced GPWS (EGPWS) ist zusätzlich eine weltweite, digitale Landkarte abgespeichert. Der Freiraum zwischen Boden und Flugzeug wird ständig überwacht. Bei Unterschreitung einer bestimmten Grenze wird eine Warnung („TERRAIN“ - „PULL UP“) im Cockpit ausgegeben.

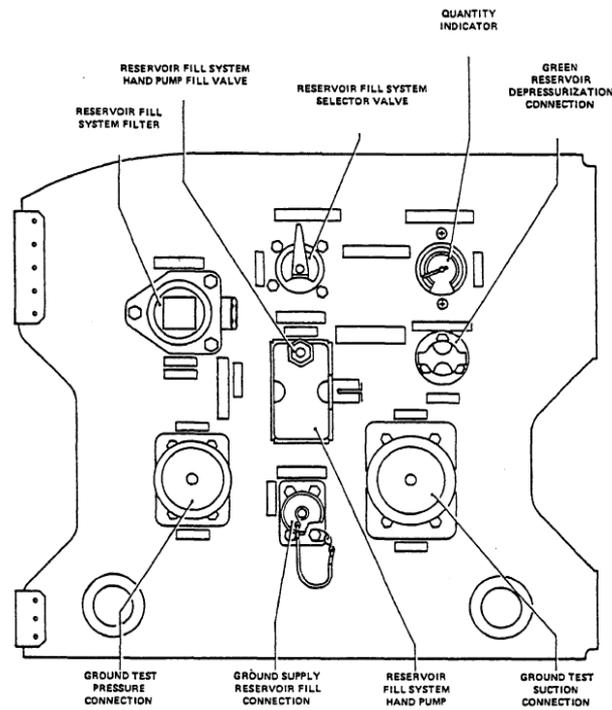
14.) Nennen Sie drei verschiedene Computer des Flugsteuerungssystems!

ELAC, SEC, FAC, FCDC, SFCC

15.) Im Cockpit sind sechs Bildschirme (Cathode Ray Tubes, CRT) installiert, die normalerweise vier verschiedene Funktionen übernehmen. Nennen Sie die vier unterschiedlichen Bezeichnungen der Bildschirme in diesen vier Funktionen!

Primary Flight Display (PFD), Navigation Display (ND), Engine Warning Display (EWD), System Display (SD)

16.) Sie wollen die innere Leckage des grünen Hydrauliksystems messen. Was ist die innere Leckage? Wie gehen Sie vor? (2 Punkte)



Definition

Die innere Leckage ist ein Leerlaufstrom im Hydrauliksystem. Hydraulikflüssigkeit fließt von der Hochdruck- zur Niederdruckseite, ohne dass am Hydraulikaggregat Arbeit verrichtet wird. Nach außen dringt dabei keine Hydraulikflüssigkeit. Die innere Leckage kann in einem Flugzeughydrauliksystem viele Liter pro Minute ausmachen.

Messung

Um die innere Leckage des gesamten grünen Hydrauliksystems zu messen muss eine Pumpe zwischen *Ground Test Suction Connection* und *Ground Test Pressure Connection* geschaltet werden. Die Differenz der beiden Hydraulikströme entspricht dem Leerlaufstrom. Jedes Hydrauliksystem besitzt ein *Leak Measurement Manifold*. Um die Leckage des gesamten Systems zu messen müssen alle manuellen Ventile des *Leak Measurement Manifolds* geöffnet sein.