



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Lösung zur Klausur

Flugzeugsysteme SS 2007

Teil 1: Flugzeugsysteme des Airbus A321

Datum: 05.07.2007

Flugzeugsysteme des Airbus A321

- 1.) Durch welche Komponenten kann im "gelben" Hydrauliksystem Druck aufgebaut werden?
Im "gelben" System kann Druck aufgebaut werden mit Hilfe der triebwerksgetriebenen Pumpe (EDP), der E-Pumpe (EMDP) oder der Power Transfer Unit (PTU). (Speziell die Frachttore - angeschlossen an das "gelbe" System - können auch mit einer Handpumpe betätigt werden.)
- 2.) Welches Ventil muß geöffnet werden, wenn das rechte *air conditioning pack* durch Zapfluft aus dem linken Triebwerk versorgt werden soll?
Das crossbleed valve muß geöffnet werden.
- 3.) X Der Spülvorgang in den Toiletten wird durch einen Computer überwacht. Zuständig dafür ist die *Flush Control Unit* (FCU).
X Die Piloten können die gewünschte Flughöhe über die *Flight Control Unit* (FCU) eingeben.
X Eine *Fuel Level Sensing Control Unit* (FLSCU) ist ein Bestandteil des Kraftstoffsystems.
- 4.) Als technische "Highlights" des Airbus A321 werden (u.a.) genannt: FBW, EFIS, CFDS und FADEC. Erklären Sie was damit gemeint ist!
FBW: Fly By Wire => Elektrische Übertragung der Steuersignale von Bedienorganen zu den Steuerflächen

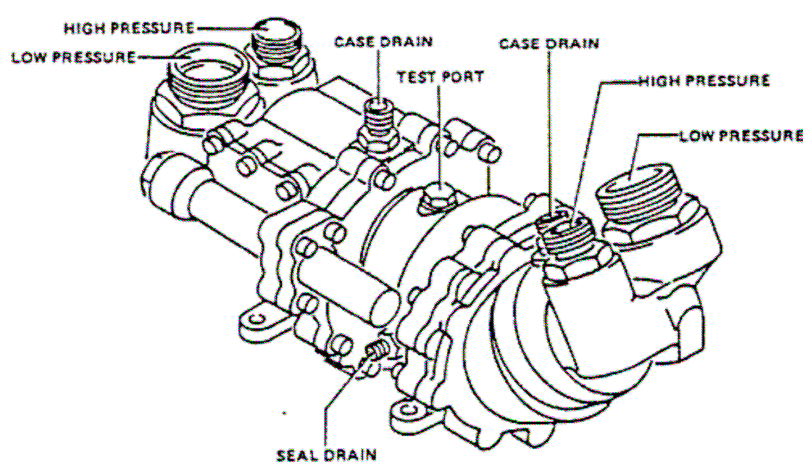
EFIS: Electronic Flight Instrument System => Darstellung der Informationen im Cockpit mittels elektronischer Instrumente (Bildschirme) - statt mit mechanischen Zeigerinstrumenten

CFDS: Centralized Fault Display System => zentrale Erfassung und Darstellung von Fehlermeldungen

FADEC: Full Authority Digital Engine Control => Elektronische Triebwerksregelung
- 5.) Wir betrachten den *Constant Speed Motor/Generator* (CSM/G). Wozu dient das Gerät? Wie wird es angetrieben? Welche Leistung hat es (ungefähr)?
Der CSM/G wandelt hydraulische Leistung in elektrische Leistung.
Der CSM/G wird vom "blauen" Hydrauliksystem mittels der Ram Air Turbine (RAT) angetrieben.
Leistung: 5kVA.

- 6.) Was ist der Unterschied zwischen "*Managed Guidance*" und "*Selected Guidance*"?
 Managed Guidance: Das Flugzeug fliegt automatisch eine vorgeplante Route
 Selected Guidance: Das Flugzeug fliegt mit dem Autopiloten entsprechend der Werte, die über die FCU eingegeben wurden

- 7.) Welches Teil ist hier gezeigt?



Power Transfer Unit (PTU)

- 8.) Was passiert, wenn im Langsamflug der mit α_{FLOOR} bezeichnete Anstellwinkel überschritten wird?
 Es wird automatisch der maximale Schub eingestellt.
- 9.) Wie wird der Bruch einer Zapfluftleitung hinter der Flügelvorderkante des Innenflügels im Reiseflug festgestellt?
 Das „leak detection system“ auch „overheat detection system“ genannt, erkennt den Temperaturanstieg und gibt eine Fehlermeldung aus.
- 10.) Welche zwei Gefahren sind mit dem Bruch einer Zapfluftleitung hinter der Flügelvorderkante des Innenflügels verbunden?
 Gefahren bestehen für die Struktur:
 a) durch den Druck der Zapfluft,
 b) durch die Temperatur (200 °C) der Zapfluft.
- 11.) Beschreiben Sie die Funktionsweise der APU zur Versorgung des Pneumatiksystems.
 Die APU ist mit einem Load Compressor ausgestattet, der die Luft für andere Flugzeug Systeme produziert. Aus dem Verdichter der Gasturbine wird keine Zapfluft entnommen.
- 12.) 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.

- 13.) 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.
- 14.) Zu Aufgabe 13: 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.
- 15.) Welcher Parameter wird mit dem Seitenruder kommandiert?
Im Airbus FBW wird mit den Seitenruderpedalen (die direkt auf das Seitenruder wirken) der Schiebewinkel kommandiert.
- 16.) Beschreiben Sie das Steuergesetz für das Rollen:
a) maximale Rollrate beträgt : $15^\circ/s$
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°
- 17.) 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.
- 18.) Was wird auf dem *triple indicator* angezeigt?
Druck im Bremsakku
Aktueller Bremsdruck links und rechts
- 19.) Welche Spannung und Frequenz hat das Wechselstrombordnetz?
 $115\text{ V}; \quad 400\text{ Hz}$
- 20.) Wie wird die Zapflucht gekühlt, nachdem sie dem Triebwerk entnommen wurde und bevor sie im Flugzeug weiter verteilt wird?
Sie wird im Precooler der mit Luft aus dem Fan durchströmt wird gekühlt.
- 21.) Wie wird am Boden Druck im GRÜNEN Hydrauliksystem aufgebaut?
a) Mit Hilfe eines Bodenaggregats
b) Mit der E-Pumpe im GELBEN Hydrauliksystem und der PTU.
- 22.) Folgende Teile werden an der A321 durch ATA 30 eisfrei gehalten
 Slat 1 (innen)
 Slat 2
 Slat 3
 Slat 4
 Slat 5 (außen)
 Triebwerkseinlauf
 Anstellwinkelsensor
 Cockpitscheibe
 Vorderkante des Seitenleitwerks
 Vorderkante des Höhenleitwerks

- 23.) Die elektrisch betriebenen Pumpen des Kraftstoffsystems befinden sich in den Flügeltanks. Auf welche Weise gelangt der Kraftstoff aus dem *center tank* zu den Triebwerken?
Im center tank befinden sich jet pumps, die von den elektrisch betriebenen Pumpen in den Flügeltanks versorgt werden.
- 24.) Im Cockpit sind sechs Bildschirme installiert, die normalerweise vier verschiedene Funktionen übernehmen. Nennen Sie deren Bezeichnungen in ihren Funktionen!
Primary Flight Display (PFD) 2x , Navigation Display (ND) 2x , Engine / Warning Display (E/WD), System Display (SD).
- 25.) Nennen sie vier der Navigationssysteme des A321!
ADF, VOR, ILS, DME, ADIRS, GPS, Kompass, ...
- 26.) Über welches Eingabegerät kann am Boden das trimmbare Höhenleitwerk (THS) entsprechend dem Schwerpunkt des Flugzeugs eingestellt werden?
Der THS kann über die Handräder eingestellt werden.
- 27.) Welche Funktion(en) hat der rote Knopf am Side Stick?
a) Autopilot Disconnect
b) Priority Push Button
- 28.) Wo im Cockpit wird die Stellung der Landeklappen angezeigt?
Die Stellung der Landeklappen wird auf dem Engine Warning Display angezeigt. Dieses Display ist ein Teil des ECAM Systems (Electronic Control and Monitoring).
- 29.) Nenne Sie drei verschiedene Computer des Flugsteuerungssystems!
ELAC, SEC, FAC, FCDC, SFCC
- 30.) Beschreiben Sie ausführlich die Funktionsweise des *Integrated Drive Generators* (IDG) des Airbus A321 (siehe Bild auf Seite 4)! (5 Punkte)

The IDG is a combination of a **Constant Speed Drive** (CSD) and a **generator**.

The **Constant Speed Drive** (CSD) consist of a mechanical differential gear that transmits power to the generator of the IDG. The output speed of the differential gear is modified by two mechanically coupled twin hydraulic sub-assemblies: a pump and a motor. Each sub-assembly includes a hydraulic swash-plate: the pump is equipped with a variable-angle swash plate, the motor is equipped with a fixed swash-plate. A governor controls the CSD output speed. This is achieved like this: In principle the input speed is fed through the CSD. However, modifications to the input speed are possible by adding or subtracting speed at the differential gear. For adding speed, the fixed displacement motor turns positively; for subtracting speed, the fixed displacement motor turns negatively. The speed of the fixed displacement motor is control by the swash-plate angle of the pump.

The **generator** is a multiple-stage assembly that includes machines connected in cascade. The second machine receives its field excitation from the pilot exciter via the voltage regulator. The main alternator has a three-phase star connected stator winding. The three phases and star point are taken to the generator output terminal block.