
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005
*Second Semester Examination
2004/2005 Academic Session*

Mac 2005
March 2005

ESA 362/3 – Kawalan Penerbangan Pesawat
Aircraft Flight Control

Masa : [3 jam]
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contain **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.*

Anda dikehendaki menjawab **SEMUA** soalan pada bahagian A.

Bahagian B mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **TIGA (3)** soalan.

Jawab semua dalam Bahasa Malaysia

Answer all questions in Bahasa Malaysia

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Each questions must be begin from a new page.

(Jawab soalan bahagian A dan pilih 3 daripada 4 soalan di bahagian B)
(Answer Part A and select 3 questions of 4 questions of Part B)

Bahagian A/Part A :

1. a. Sila nyatakan enam langkah dalam rekabentuk permulaan sebuah pengawal sistem kawalan penerbangan berautonomi.
- Please mention six steps in preliminary design of a controller for autonomous flight control system.*
- (10 markah/marks)**
- b. Apakah persamaan yang membentuk persamaan lengkap pergerakan pesawat.
- What equations build the complete equation of aircraft motion.*
- (10 markah/marks)**
- c. Sila nyatakan 4 perbezaan jenis/mod 'autopilot' yang digunakan dalam pesawat.
- Please mention 4 different types/modes of autopilot used in the aircraft.*
- (10 markah/marks)**
- d. Sila terangkan prinsip sebuah proses pelelurusan.
- Please explain the principle of linearization process.*
- (10 markah/marks)**
- e. Mengapakah keadaan-mantap, keadaan penerbangan trim diperlukan dalam simulasi pesawat dan proses pelelurusan.
- Why is a steady-state, trim flight condition needed to do flight simulation and linearisation process.*
- (10 markah/marks)**
- f. Sila tunjukkan bahawa pergerakan pesawat boleh dibahagikan kepada pergerakan membujur dan sisi/berarah.
- Please show that the aircraft motion can be separated into longitudinal and lateral/directional motion.*
- (10 markah/marks)**

- g. Sila terangkan tempoh pendek dan mod 'phygoid' sebuah pesawat.
Please explain the short period and phygoid mode of aircraft.
(10 markah/marks)
- h. Apakah yang dimaksudkan dengan oleng-belanda, guling dan mod pilin.
What are dutch-roll, roll, and spiral modes meant.
(10 markah/marks)
- i. Sila lukiskan gambarajah aliran isyarat (SFD) bagi tempoh mod-pendek yang dipermudahkan.
Please draw the signal flow diagram (SFD) of simplified Short period-mode.
(10 markah/marks)
- j. Sila lukiskan gambarajah aliran isyarat (SFD) bagi mod-'phygoid' yang dipermudahkan.
Please draw the signal flow diagram (SFD) of simplified phygoid – mode.
(10 markah/marks)

Bahagian B : Pengiraan dan Analisis
Part B : Calculation and Analysis

Sebuah pesawat penumpang Jenis A 300 sedang melakukan penerbangan mendatar dalam atmosfera tak ganggu (udara tenang, tanpa angin). Keadaan pegun, penerbangan simetri diberi seperti di bawah

Jisim pesawat	$m = 100,000.00 \text{ kg}$
Laju udara	$V = 100 \text{ m/s}$
Posisi pusat graviti	$(X_s - 0.25) = 0.05$
Posisi menegak tujahan enjin	$Z_E = 2.65 \text{ m}$
Sudut kecondongan enjin	$\sigma = 2.2 \text{ darjah}$

Setelah membentuk persamaan gerakan untuk penerbangan membujur dan penentuan keadaan mantap penerbangan trim, data keadaan penerbangan trim tersebut dilengkapkan seperti berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_0 &= 0.0925 = 5.3^\circ \\ C_{L,0} &= 0.74 \\ C_{D,0} &= 0.045 \\ C_{m,0} &= -0.0182 \\ C_{\mu,0} &= 0.0455 \text{ (pekali tujahan)} \\ i_{H,0} &= -0.0068 = 0.39^\circ\end{aligned}$$

A passenger aircraft of Type A 300 is performing level flight in the undisturbed atmosphere (still air , no wind). The stationary, symmetrical flight condition is given below

<i>Mass of the aircraft</i>	$m = 100,000.00 \text{ kg}$
<i>Airspeed</i>	$V = 100 \text{ m/s}$
<i>Position of the centre of gravity</i>	$(X_s - 0.25) = 0.05$
<i>Vertical position of engine thrust</i>	$Z_E = 2.65 \text{ m}$
<i>The Inclination angle of engine</i>	$\sigma = 2.2 \text{ degree}$

After setting up equation of motion for longitudinal flight and determining the steady-state trimmed flight condition, the data of that trim flight condition is provided as follows:

$$\alpha_0 = 0.0925 = 5.3^\circ$$

$$C_{L,0} = 0.74$$

$$C_{D,0} = 0.045$$

$$C_{m,0} = -0.0182$$

$$C_{\mu,0} = 0.0455 (\text{thrust coefficient})$$

$$i_{H,0} = -0.0068 = 0.39^\circ$$

(100 markah/marks)

2. Kirakan terbitan dimensi aerodinamik berikut:

$$M_q, M_\alpha, M_u, Z_\alpha, Z_u, X_\alpha, X_u$$

Calculate the following dimensional aerodynamic derivatives:

$$M_q, M_\alpha, M_u, Z_\alpha, Z_u, X_\alpha, X_u$$

(100 markah/marks)

3. Tentukan terbitan kawalan dimensi berikut: $M_\eta, M_f, Z_\eta, Z_f, X_\eta, X_f$

Determine the following dimensional control derivatives:

$$M_\eta, M_f, Z_\eta, Z_f, X_\eta, X_f$$

(100 markah/marks)

4. a. Wakilkan pergerakan persamaan lurus bagi penerbangan membujur dalam bentuk perwakilan keadaan-ruang $\dot{\underline{X}} = \underline{A}\underline{X} + \underline{B}\underline{U}$ dan gambarajah blok isyarat.

Represent the linear equation of motion for longitudinal flight in form of the state - space representation $\dot{\underline{X}} = \underline{A}\underline{X} + \underline{B}\underline{U}$ and signal block diagram

(70 markah/marks)

- b. Dengan menggunakan persamaan-keadaan dan gambarajah blok isyarat, sila tunjukkan bahawa pergerakan membujur boleh dipecahkan kepada tempoh mod-pendek (mod-SP) dan mod-'phygoid' (mod-PH).

By using the state -equation and the signal block diagram, please show that the longitudinal motion can be split into short-period mode (SP-mode) and phugoid-mode (PH-mode).

(30 markah/marks)

5. Berdasarkan pada anggaran persamaan mod tempoh-pendek, tentukan yang berikut :
- rangkap pindah $f_{\alpha\eta}$
 - redaman ζ dan frekuensi asli ω_0 untuk tempoh pendek
 - ciri-ciri mula dan pegun α akibat langkah masukan η

Based on the approximate equation for short-period mode, determine the following :

- the transfer function $f_{\alpha\eta}$*
- the damping ζ and natural frequency ω_0 of short period*
- initial – and stationary characteristics of α due to step input of η*

(100 markah/marks)

0000000