

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2003/2004  
*Second Semester Examination  
2003/2004 Academic Session*

Februari/Mac 2004  
*February/March 2004*

**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 **LIMA** mukasurat bercetak dan **LIMA BELAS** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.  
*Please ensure that this paper contains **FIVE** printed pages and **FIFTEEN** questions before you begin examination.*

Bahagian A: Jawab **SEMUA** soalan.  
Bahagian B : Jawab **4 (EMPAT)** soalan sahaja.  
*Section A : Answer **ALL** the questions.*  
*Section B : Answer **(4) FOUR** questions only.*

Calon boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Sekiranya calon ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, sekurang-kurangnya satu soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

*Student may answer all the questions in Bahasa Malaysia. If you want to answer in English, at least one question must be answered in Bahasa Malaysia.*

Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.  
*Non programmable calculator can be used.*

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.  
*Each questions must begin from a new page.*

**BAHAGIAN A/PART A (Teori/Theory)****Jawab semua soalan****Answer all the questions**

1. Sila sebutkan enam langkah dalam merekabentuk pengawal (hukum kawalan) untuk sistem kawalan automatik penerbangan.

*Please mention six steps in designing the controller (control law) for an automatic flight control system.*

**(10 markah/marks)**

2. Mengapakah sistem kawalan SAS diperlukan untuk menerbangkan pesawat?

*Why is Stability Augmentation System (SAS) needed for flying the aircraft?*

**(10 markah/marks)**

3. Sebutkan jenis-jenis autopilot untuk gerak pesawat longitudinal dan fungsi-fungsinya.

*Mention the autopilot modes for aircraft's longitudinal motion and their functions.*

**(10 markah/marks)**

4. Sila sebutkan empat jenis persamaan yang membentuk persamaan tidak linear gerak pesawat dan fungsi-fungsinya.

*Please mention four equations making up the nonlinear equations of motion of the aircraft and their functions.*

**(10 markah/marks)**

5. Mengapakah kita perlu menentukan keadaan mantap penerbangan trim sebelum memulakan proses lurus dan simulasi penerbangan.

*Why do we need to determine a steady-state, trimmed flight condition before starting the linearization process and flight simulation .*

**(10 markah/marks)**

...3/

6. Sila tuliskan model linear gerak pesawat longitudinal dalam bentuk keadaan ruang.

*Please write the linear model for longitudinal motion in the form of state space representation.*

**(10 markah/marks)**

7. Bagaimanakah kita boleh menentukan kestabilan dinamik pesawat dari matrik A ruang keadaan?

*How can we determine the dynamic stability of the aircraft from matrix A of the state space representation?*

**(10 markah/marks)**

8. Apakah perbezaan di antara "short period mode" dan "phugoid mode"?

*What are the differences between short period and phugoid mode?*

**(10 markah/marks)**

9. Jelaskan bagaimana dinamik pesawat boleh berubah dengan perubahan keadaan penerbangan (halaju  $V$  dan ketinggian  $H$ ).

*Explain how the dynamics of the aircraft can change with altering flight condition (speed  $V$  and altitude  $H$ ).*

**(10 markah/marks)**

10. Tuliskan fungsi pindah yang menggambarkan  
 (i) sambutan kadar anggul disebabkan oleh pesongan sudut elevator  
 (ii) sambutan halaju "airspeed" di sebabkan oleh kedudukan "throttle"

*Write the approximated transfer function describing*

- (i) *the response of pitch rate due to the elevator deflection*  
 (ii) *the response of airspeed due to the lever throttle*

**(10 markah/marks)**

**BAHAGIAN B/PART B (Perkiraan/Calculation)****Sila jawab 4 soalan sahaja [soalan 1 wajib dijawab dan pilih 3 soalan lagi dari S2-S5]****Please answer 4 questions only [answer question no.1 and choose three other questions from Q2-Q5]**

Terbitan-terbitan aerodinamik, kestabilan dan kawalan dari sebuah pesawat yang sedang melakukan penerbangan datar dengan halaju 180 knots pada ketinggian  $H = 1$  km diberikan dibawah ini:

*The aerodynamics, stability and control derivatives of an aircraft performance during a level flight with airspeed of 210 knots at the altitude  $H = 1$  km are given below:*

$$M_q = -1.0227, M_\alpha = -1.0910, M_u = -0.0024, Z_\alpha = -0.6563, Z_u = -0.0023,$$

$$X_\alpha = 10.970, X_u = 0.0061$$

$$M_\eta = -1.6509, M_f = 0.00, Z_\eta = 0.00, Z_f = 0.00, X_\eta = 0.0, X_f = 3.1138$$

Berdasarkan data-data di atas, sila selesaikan masalah-masalah berikut:

*Based on the data above, please solve the following problems :*

1. Dapatkan model linear untuk penerbangan datar (penerbangan membujur) di atas dalam bentuk persembahan ruang keadaan dan gambarajah aliran isyarat.

*Represent the linear model for level flight (longitudinal flight) in form of the state-space representation and signal flow diagram.*

**(100 markah/marks)**

2. Sila tunjukkan bahawa pergerakan membujur boleh dipisahkan kepada mod kalaan pendek (SP-mode) dan mod mengelak (PH-mode) berdasarkan kepada ruang keadaan dan gambarajah aliran isyarat di atas (rujuk soalan 1).

*Show that the longitudinal motion can be split into short-period mode (SP-mode) and phugoid mode (PH-mode) based on the state-space representation and the signal flow diagram above (Refer question 1).*

**(100 markah/marks)**

3. Berdasarkan penghampiran persamaan bagi "short period mode" dan "phugoid mode" dapatkan fungsi pindah-fungsi pindah  $f_{a\eta}$ ,  $f_{uf}$ .

*Based on the approximated equations for short period and phugoid mode, write the transfer functions  $f_{a\eta}$ ,  $f_{uf}$ .*

**(100 markah/marks)**

4. Tentukan sifat-sifat dinamik pesawat berkenaan dengan kestabilan, nisbah redaman  $\zeta$  dan frekuensi tabii  $\omega_0$ .

*Determine the dynamic characteristics regarding the stability, their damping ratios  $\zeta$  and natural frequencies  $\omega_0$ .*

**(100 markah/marks)**

5. Anggarkan dan lukis sambutan awal dan pegun sudut tuju yang disebabkan oleh sudut pesongan elevator dan halaju yang disebabkan oleh kedudukan throttle.

*Estimate and draw the initial and stationary responses of angle of attack due to elevator deflection and airspeed due to the throttle position.*

**(100 markah/marks)**