
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2008/2009 Academic Session
*Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2008/2009*

April/Mei 2009

ESA 362/3 – Aircraft Flight Control
Kawalan Penerbangan Pesawat

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES
ARAHAN KEPADA CALON

Please ensure that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.
*Jawab **SEMUA** soalan.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.
Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

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

1. (a) Please mention three types of automatic flight control system and their applications.

Sila sebutkan tiga jenis sistem kawalan automatik penerbangan dan kegunaannya.

(10 marks/markah)

- (b) Please mention modes of the autopilot of aircraft and their functions (minimum 5).

Sebutkan jenis-jenis/mode autopilot yang digunakan pada pesawat terbang berserta fungsi-fungsinya (minimum 5).

(10 marks/markah)

- (c) Please mention six steps in designing the controller for automatic flight control system.

Sila sebutkan enam langkah dalam merencanakan pengawal (kontroler) untuk sistem kawalan automatik penerbangan.

(10 marks/markah)

- (d) State four equations for the non-linear equations of motion of the aircraft and mention also their functions.

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

(10 marks/markah)

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

Mengapa kita perlu menentukan keadaan mantap penerbangan sebelum memulakan proses leluhur dan simulasi penerbangan.

(10 marks/markah)

- (f) Write the linear model of the aircraft's longitudinal motion in the form of the state-space representation.

Tuliskan model linear gerak longitudinal pesawat dalam bentuk keadaan ruang.

(10 marks/markah)

- (g) How can we determine whether the aircraft motion is dynamically stable or not using the matrix A of the state-space representation.

Bagaimana kita boleh menentukan samada gerak pesawat terbang itu stabil atau tidak secara dinamik dengan menggunakan matrix A ruang keadaan.

(10 marks/markah)

- (h) Mention the flight variables used for describing the aircraft's longitudinal motion/flight.

Sebutkan parameter penerbangan yang digunakan untuk menyatakan gerak longitudinal pesawat.

(10 marks/markah)

- (i) What are the differences between the short period and phugoid mode?

Apa perbezaan di antara "short period"-mode dan "phygoid'-mode?

(10 marks/markah)

- (j) Write the approximated transfer function describing:

Tuliskan fungsi pindah yang menggambarkan:

- (i) The response of pitch rate due to elevator deflection.

Sambutan kadar angguk disebabkan oleh pesongan sudut menaik.

- (ii) The response of airspeed due to lever throttle.

Sambutan halaju disebabkan oleh kedudukan pendikit.

(10 marks/markah)

2. The simplified moment equation for the longitudinal motion is given below:

Persamaan momen untuk gerak membujur diberikan di bawah ini:

$$\dot{q}_K = (M^A + Z_E T)$$

Please linearise the above equation to get following linearised moment equation below:

Sila lekurkan persamaan di atas untuk mendapatkan persamaan momen lurus dibawah ini:

$$\Delta \dot{q}_K = M_q \Delta q_K + M_\alpha \Delta \alpha + M_U \Delta u + M_f \Delta f + M_\eta \Delta \eta$$

(100 marks/markah)

3. The aerodynamics, stability & control derivatives of an aircraft performing the level flight with the airspeed of 180 knots at the altitude H= 1000 m are given below:

Terbitan-terbitan aerodinamik, kestabilan dan kawalan dari sebuah pesawat terbang yang sedang terbang mendatar dengan halaju 180 knots pada ketinggian 1000 meter diberikan di bawah ini:

$$M_q = -1.0227, M_\alpha = -1.0910, M_U = -0.0024, M_f = 0.00, M_\eta = -1.6509$$

$$X_\alpha = 10.9700, X_U = 0.00610, X_\eta = 0.000, X_f = 3.1138$$

$$Z_\alpha = -0.6563, Z_U = -0.0023, Z_f = 0.000, Z_\eta = 0.000$$

Based on the derivative data above, represent the linear model for level flight (longitudinal flight) in form of the state-space representation and the signal flow diagram.

Berdasarkan data terbitan-terbitan di atas, dapatkan model linear untuk penerbangan datar (penerbangan membujur) di atas dalam bentuk persembahan ruang keadaan dan gambarajah isyarat aliran.

(100 marks/markah)

4. Based on the approximated equations for short period and phugoid mode and using data derivatives from question 3.

Berdasarkan penghampiran persamaan bagi "short periode" dan "phugoid mode" dan dengan menggunakan data terbitan-terbitan dalam soalan 3.

- (a) Write the transfer functions $\hat{g}_{a\eta}$, \hat{g}_{uf}

Dapatkan fungsi-fungsi pindah $\hat{g}_{a\eta}$, \hat{g}_{uf}

(40 marks/markah)

- (b) Determine the dynamic characteristics regarding the stability, their damping ratio and natural frequency.

Tentukan sifat-sifat dinamik pesawat berkenaan dengan kestabilan, nisbah redaman dan frekuensi tabii.

(30 marks/markah)

- (c) Estimate and draw the initial and stationary responses of the angle of attack due to elevator deflection and airspeed due to the throttle position.

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

(30 marks/markah)