
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Course Examination During Long Vacation
Academic Session 2008/2009
*Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2008/2009*

June 2009
Jun 2009

ESA362/3 Kawalan Penerbangan Pesawat
Aircraft Flight Control

Duration : 3 jam
Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES

Please ensure that this paper contains **SIX (6)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM(6)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*

Answer **ALL** questions.

All questions carry the same marks.

Jawab **SEMUA** soalan.

Semua soalan membawa jumlah markah yang sama

Student may answer the question in English.

Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris.

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 beserta 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 merekabentuk pengawal (kontroler) untuk system kawalan automatik penerbangan.

(10 marks/markah)

- (d) Mention for equations making up 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 stable or not dynamically 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 diantara "short period"-mode dan "phugoid"-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 elevator

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

Sambutan halaju disebabkan oleh kedudukan "throttle"

(10 marks/markah)

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

Persamaan seretan untuk gerak membujur diberikan di bawah ini:

$$m\dot{V}_K = -D + L + T - mg \sin \theta$$

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

Sila luruskan persamaan diatas untuk mendapatkan persamaan seretan lurus di bawah ini:

$$\Delta \dot{V}_K = X_u \Delta V_K + (X_\alpha - g) \Delta \alpha_K - g \Delta \gamma + X_\eta \Delta \eta + X_f \Delta f$$

(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:

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

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

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

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 diatas, dapatkan model linear untuk penerbangan datar (penerbangan membujur) diatas 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 above

Berdasarkan penghampiran persamaan bagi "short periode" dan "phugoid mode" dan dengan menggunakan data terbitan-terbitan di atas

- (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 berkenanaan 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 throttle.

(30 marks/markah)