
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

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

Februari/Mac 2004
February/March 2004

ESA 382/3 – Rekabentuk Sub-sistem Kapal Angkasa
Spacecraft Sub-system Design

Masa : 3 jam
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH** mukasurat bercetak dan **LAPAN** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.
*Please ensure that this paper contains **TEN** printed pages and **EIGHT** questions before you begin examination.*

Kertas soalan ini mengandungi **(4) EMPAT** bahagian (A, B, C, dan D) dan setiap bahagian mengandungi **(2) DUA** soalan.

Jawab **(5) LIMA** soalan.

Jawab **(1) SATU** soalan dari setiap bahagian dan jawab **(1) SATU** soalan dari mana-mana bahagian.

*This paper consists of **(4) FOUR** (A, B, C, and D) and each section have **(2) TWO** questions.*

*Answer **(5) FIVE** questions.*

*Answer **(1) ONE** questions from each sections and answer **(1) ONE** questions from any sections..*

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

Answer all the questions 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

1. (a) Bincangkan mengenai sumber kuasa utama dan sumber kuasa kedua dalam sesebuah kapal angkasa serta berikan dua contoh untuk setiap sumber kuasa tersebut.

Discuss about the primary and the secondary power source in a spacecraft. Give two examples for each of the power source.

(30 markah/marks)

- (b) Setiap subsistem di dalam sesebuah kapal angkasa memerlukan keperluan kuasa elektrik yang berlainan. Terangkan dua komponen yang digunakan di dalam kapal angkasa untuk menaikkan dan menurunkan voltan supaya sesuai disalurkan kepada subsistem-subsistem tertentu.

Each subsystem in a spacecraft needs variable supplies of electrical power. Describe two components usually used in a spacecraft to increase and decrease the voltage to be supplied accordingly to the subsystems.

(30 markah/marks)

- (c) Dalam sebuah kapal angkasa, kuasa elektrik harus dikawal untuk memenuhi keperluan semasa mod kuasa tinggi dan mod normal. Dua kaedah telah digunakan untuk mengawal kuasa elektrik di dalam kapal angkasa, iaitu Pemindahan Tenaga Terus dan Pengesanan Kuasa Tinggi. Terangkan pemahaman anda mengenai kaedah-kaedah ini.

In a spacecraft, electrical power needs to be regulated to meet the requirement during the peak power mode or normal mode. Two methods have been used to regulate the electrical power in a spacecraft, which are Direct Energy Transfer (DET) and Peak Power Tracking (PPT). Describe your understanding about these methods

(40 markah/marks)

- 3 -

- 2 Saizkan sistem kuasa elektrik untuk sebuah kapal angkasa untuk menyokong beban 1500 W di orbit bulat pada ketinggian 1000 km untuk jangka hayat 10 tahun.

Size the electrical power system for a spacecraft to support a 1500 W load in a 1000 km circular orbit with a 10 year lifetime.

Diberikan/given:

Voltan Bas/*Bus voltage* : 23 V AT

Sel Solar Silikon/*Silicon Solar Cells*, η : 14 %

Ketumpatan Kuasa Sel Solar/*Solar cell Power density*: 25 W/kg

Faktor Pak Sel/*Cell Packing Factor*, p : 0.6

Ketumpatan Tenaga/*Energy density*: 30 W hr/kg

Kedalam Discaj Maksimum/*Maximum DOD*: 30 %

Degradasi Asal/*Inherent degradation*, I_d : 80 %

Degradasi Tahunan/*Annual degradation*, L_d : 3 %

Sudut matahari maksimum/*Worst case sun angle*: 23°

Pencahayaan Matahari/*Sun Illumination* : 1350 W/m²

Tentukan/*Determine*:

- (a) Output kuasa Jaluran solar
Solar array power output **(40 Markah/marks)**
- (b) Saiz dan Berat Jaluran solar
Size and mass of solar array **(30 Markah/marks)**
- (c) Berat kesemua bateri
Mass of batteries **(30 Markah/marks)**

...4/

BAHAGIAN B / PART B

- 3 (a) Bincangkan mengenai peranan subsistem kawalan terma di dalam sebuah kapal angkasa. Senaraikan punca-punca haba untuk kapal angkasa dan berikan sekurang-kurangnya tiga masalah yang akan dihadapi oleh kapal angkasa sekiranya suhu tidak dikawal dengan sempurna.

Discuss the role of thermal control subsystem in a spacecraft. List the heat sources for a spacecraft and give at least three drawbacks if the temperature in a spacecraft is not controlled properly.

(30 markah/marks)

- (b) Sesetengah kapal angkasa menggunakan selimut penebat multi-lapisan sebagai cara untuk mengekalkan tenaga haba. Terangkan mengenai pembinaan asas dan prinsip fizikal selimut tersebut.

Some satellites use multi-layer insulating blankets to retain heat. Explain the basic construction and physical principles behind such blankets.

(30 markah/marks)

- (c) Dengan mengambil kira 30 lapisan selimut dengan kebolehpencaran lapisan-lapisan dalam ialah 0.4 dan lapisan luar ialah 0.6 dan dengan menganggap kuasa pancaran keseluruhan ialah 15W per unit kawasan pancaran. Kirakan nilai-nilai suhu di dalam dan di luar, kebolehpencaran efektif serta konduktiviti efektif.

Consider a 30 layer blanket for which the emissivity of the inner layers is 0.4 and for which the outer surface emissivity is 0.6. Assuming a net radiated power of 15 W for a unit radiating area. Calculate values of the inner and outer temperatures, the effective and equivalent emissivities, and the effective conductance.

(40 markah/marks)

- 5 -

- 4 (a) Sesetengah kapal angkasa menggunakan paip haba dalam sistem kawalan termalnya. Nyatakan kenapa alat ini lebih digemari berbanding konduktor haba lain seperti kuprum dan terangkan secara ringkas bagaimana paip haba beroperasi.

Some spacecraft use heat pipes in their thermal control systems. State why these devices are preferable to thermal conductors such as copper, and briefly explain how heat pipes operate.

(40 markah/marks)

- (b) Bincangkan peranan jejalur dalam mengawal keadaan terma sesebuah kapal angkasa.

Discuss the role of louvers in controlling a spacecraft thermal condition.

(30 markah/marks)

- (c) Permukaan luar sebuah kapal angkasa di angkasa lepas mempunyai keberpencaran sebanyak 0.8 dan keberserapan sebanyak 0.3 untuk radiasi solar. Jika radiasi solar menuju kapal angkasa tersebut pada kadar 1000W/m^2 , tentukan suhu permukaan kapal angkasa tersebut bila radiasi yang dipancar bersamaan dengan tenaga solar yang diserap.

The outer surface of a spacecraft in space has an emissivity of 0.8 and an absorptivity of 0.3 for solar radiation. If solar radiation is incident on the spacecraft at a rate of 1000 W/m^2 , determine the surface temperature of the spacecraft when the radiation emitted equals the solar energy absorbed.

(30 markah/marks)

...6/

BAHAGIAN C / PART C

- 5 (a) Terangkan secara umum mengenai kegunaan Telemetri, Telearahan dan Pengesanan untuk sebuah kapal angkasa?

Describe in general the purpose of Telemetry, Telecommand and Tracking for a spacecraft?

(30 markah/marks)

- (b) Terangkan secara ringkas mengenai telemetri paket dan telearahan paket?

Briefly describe about packet telemetry and packet telecommand?

(30 markah/marks)

- (c) Lakarkan keseluruhan sistem telemetri dan telearahan secara terperinci dan terangkan mengenai komponen-komponen yang terlibat dalam sistem telemetri dan telearahan.

Draw the overall telemetry and telecommand system in detail and explain about all the components involved in telemetry and telecommand.

(40 markah/marks)

- 7 -

- 6 (a) Senarai dan terangkan dua kategori umum data telemetri yang diterima oleh stesen bumi daripada sesebuah kapal angkasa.

List and describe two basic categories of telemetry data received by a ground station from a spacecraft.

(30 markah/marks)

- (b) Apakah yang dimaksudkan dengan Modulasi Kod Denyut?

What is Pulse Code Modulation?

(30 markah/marks)

- (c) Terangkan kepentingan sistem Pengendalian Data atas Pesawat kepada sistem Telemetri, Telearahan dan Pengesanan serta terangkan secara ringkas komponen-komponen di dalam sistem Pengendalian Data atas Pesawat.

Explain the importance of Onboard Data Handling system for Telemetry, Telecommand and Tracking system and briefly explain the components in the Onboard Data Handling system.

(40 markah/marks)

BAHAGIAN D / PART D

- 7 (a) Terangkan perbezaan antara sistem dorongan dwi bahan api dan sistem dorongan hibrid. Apakah kelebihan dan kekurangan menggunakan bahan api pejal dalam sistem dorongan anda?

Explain the difference between a bipropellant propulsion system and a hybrid propulsion system. What are the advantages and disadvantages of using solid fuel in your propulsion system?

(30 markah/marks)

- (b) Sistem dorongan elektrik sering digunakan dalam kapal angkasa bersaiz kecil dan misi di luar bumi. Terangkan kelebihan menggunakan dorongan elektrik untuk misi-misi tersebut. Berikan penerangan ringkas mengenai sistem dorongan elektrik serta jenis-jenis dorongan elektrik yang digunakan dalam misi angkasa.

Electric propulsion system often being used in small spacecraft and interplanetary missions. Describe the advantages of using electric propulsion for those missions. Briefly describe the electric propulsion system and the types of electric propulsion used in space missions.

(30 markah/marks)

- (c) Sebuah satelit kecil seberat 300 kg mempunyai sistem dorongan seberat 10 kg. 95% daripada sistem dorongan tersebut adalah berat kering dan selebihnya adalah bahan api dengan Isp 200 saat. Jika anda ingin meningkatkan keupayaan Δv keseluruhan, anda boleh menggunakan bahan api dengan Isp 300 saat atau merekabentuk semula sistem dorongan tersebut supaya bahagian berat kering dikurangkan 10% tetapi berat keseluruhan sistem dorongan tersebut tetap tidak berubah. Kirakan keupayaan Δv keseluruhan dan tentukan sama ada merekabentuk sistem dorongan tersebut atau menggunakan bahan api beroktan lebih tinggi lebih efisien.

- 9 -

A small satellite of mass 300 kg has a 10 kg propulsion system on it. 95% of this propulsion system is dry mass (electronics plus hardware) and the rest is propellant with an Isp of 200 seconds. If you wish to increase the total Δv capability, you can either switch to a different propellant of Isp 300 seconds or can redesign the propulsion system so the dry mass fraction is reduced by 10% but the overall mass of the propulsion system remains unchanged. Calculate the total Δv capability and thus determine whether it is more efficient to redesign the system or use higher octane fuel.

(40 markah/marks)

- 8 (a) Terangkan perbezaan di antara impuls total dan impuls spesifik. Berikan maksud impuls spesifik dan terangkan secara terperinci kepentingan impuls spesifik dalam sistem dorongan roket.

Explain the difference between the total impulse and specific impulse. Give the definition of the specific impulse and describe in details the importance of the specific impulse in the rocket propulsion.

(30 markah/marks)

- (b) Apakah peranan sistem dorongan dalam sesebuah kapal angkasa?

What are the role of propulsion system in a spacecraft?

(30 markah/marks)

- (c) Sebuah satelit terdiri daripada berat badan utama seberat M_s dan sebuah sistem dorongan seberat M_p . Terbitkan persamaan roket untuk perubahan halaju yang dicapai oleh satelit dalam istilah berat awal dan berat akhir, anggap bahan api tersebut dikeluarkan dengan halaju ekzos V_e .

A satellite consists of the main body of mass M_s and a propulsion system of mass M_p . Derive the rocket equation for the change in velocity achieved by the satellite in terms of its initial and final mass, assuming the propellant is emitted with an exhaust velocity of V_e .

(40 markah/marks)