

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2015/2016 Academic Session

December 2015/January 2016

**ESA 381/3 – Spacecraft Subsystem Element**  
*[Elemen Subsistem Kapal Angkasa]*

Duration : 3 hours  
*Masa: 3 jam*

---

Please check that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak, dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan].*

**Instructions** : Answer **ALL** questions.

**Arahan** : Jawab **SEMUA** soalan.

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*[Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya].*

Answer to each question must begin from a new page.

*[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru].*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].*

Answer **ALL** questions.

1. [a] Explain what is gyroscopic stiffness. Demonstrate how this effect can be used to stabilize the satellite. Discuss an example of the satellite types that employ this effect. (20 marks)
- [b] What are the three momentum-control devices and demonstrate how they work for controlling the satellite? What are their main differences? (30 marks)
- [c] A satellite employs 4 reaction wheels for control purposes. The configuration of the wheels is as depicted in **Figure 1[c]** with rotational axes of each wheels inclined to the  $X_B$ - $Y_B$  plane by an angle  $\beta$ . Define the control torques produced along the three body axes.

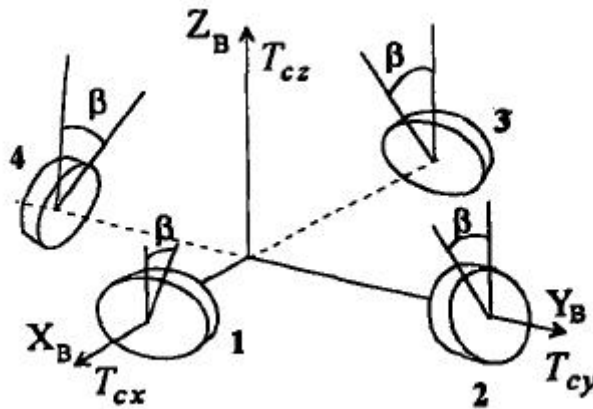


Figure 1[c]

(50 marks)

2. [a] The sum of all the heat flows into and out of a system is referred to as the heat balance on the system, and shown simply as

$$Q_{net} = Q_{in} - Q_{out}$$

Explain the fundamental of heat transfer happening inside and outside of the spacecraft.

**(15 marks)**

- [b] Describe the energy balance between the GEO satellite, the Earth and the Sun.

**(15 marks)**

- [c] Calculate and sketch the graph of heat rejection in the function of temperature for a radiator with the size of 0.80 m x 0.40 m and black surface finish with emissivity of 0.89. The temperature should be in the range of 0 deg to 50 deg Celsius.

**(40 marks)**

- [d] There are two kinds of thermal control that are widely used for spacecraft thermal control design, i.e., passive and active. Explain the differences between passive and active thermal control and give examples for both.

**(30 marks)**

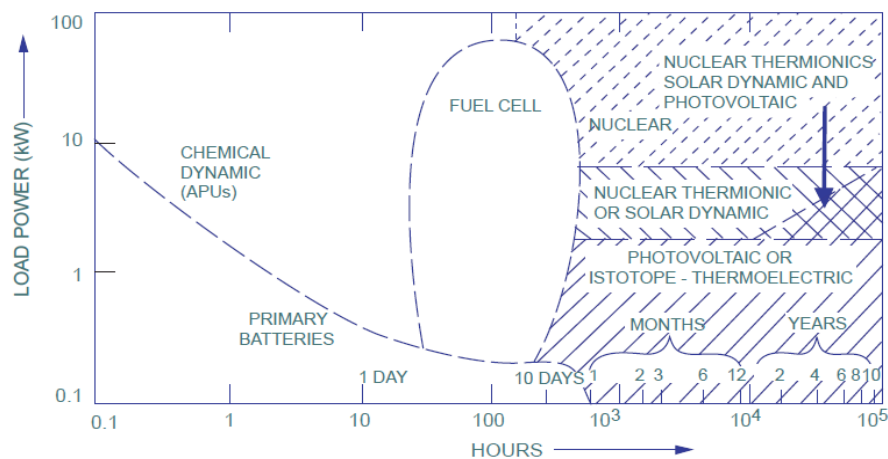
3. [a] Global Navigation Satellite System (GNSS) monitoring and evaluation ground station facility have been setup in Germany to monitor and capture the GPS signal from the GNSS satellites constellation. The parabolic reflectors have been chosen as the main antenna in this facility. Describe the main characteristics of a parabolic reflector that makes it highly suitable for use as an antenna in the ground station. The uplink frequency is 1176.45 MHz and the diameter of the parabolic reflector is 1.8 meter. Calculate the peak gain in dBi and the beam width of the antenna.
- (40 marks)**
- [b] Describe the inputs, outputs, and basic processes within the spacecraft by drawing the input-output diagram for a simple data-handling subsystem and define all of its component.
- (40 marks)**
- [c] The encryption and decryption of the data is an option to be applied in data transmission. In your opinion, should the data of the earth observation mission to be encrypted and send to the ground station? By using a diagram, please show in which stage the data is encrypted and transmitted to the ground station.
- (20 marks)**

4. [a] Describe and provide the graphical representation on the basic inputs, outputs and processes within a spacecraft Electrical Power System (EPS).

(30 marks)

- [b] A remote Sensing Satellite requires 200 W of power for the payload and 600 W for the spacecraft bus. The satellite has 5 years of mission life. Based on **Figure 2[b]**, select the most suitable power source to facilitate the power requirement and justify your option. Explain in details how is the chosen power source works in this mission?

(40 marks)



**Figure 2[b]**

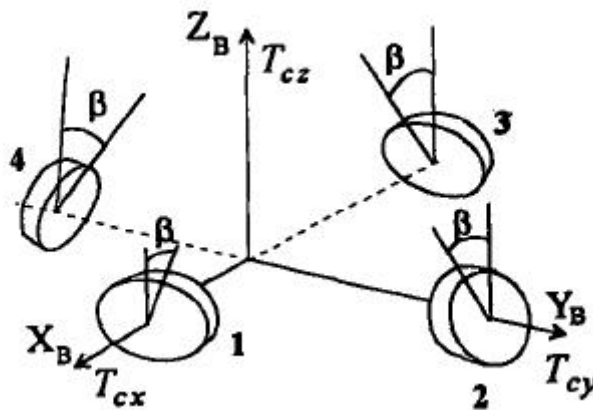
- [c] What EPS concerns do mission planners have when they determine the end of life power requirement?

(30 marks)

5. [a] What two types of mechanism can we use on spacecraft? Give an example of each.  
**(30 marks)**
- [b] At temperature of 25 °C, a beam forming part of space truss structure is 10.1 m long. As the beam enters full sunlight, it reaches temperatures of 100 °C. If the coefficient of thermal expansion is  $3 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ , how much strain occurs in the beam, assuming it is constrained from expanding?  
**(40 marks)**
- [c] Explain factors do engineers consider in choosing material for a structure?  
**(30 marks)**

Jawab **SEMUA** soalan.

1. [a] Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kekakuan giroskop. Tunjukkan bagaimana keadaan ini dapat digunakan untuk menstabilkan sesebuah satelit. Berikan satu contoh jenis satelit yang menggunakan teknik ini dan terangkan. (20 markah)
- [b] Apakah tiga jenis alat kawal-kepesatan dan tunjukkan bagaimana ia berfungsi untuk mengawal satelit? Apakah perbezaan nyata ketiga-tiga alat tersebut? (30 markah)
- [c] Sebuah satelit menggunakan empat roda tindak balas untuk tujuan kawalan. Rekabentuk susunan roda-roda tersebut adalah seperti **Rajah 1[c]** dengan paksi putaran setiap roda dicondongkan pada satah  $X_B$ - $Y_B$  sebanyak  $\beta$  darjah. Tentukan kilasan kawalan yang dihasilkan pada setiap paksi badan satelit.



**Rajah 1[c]**

(50 markah)

2. [a] *Jumlah semua aliran haba masuk dan keluar dari sebuah sistem adalah dirujuk sebagai keseimbangan haba pada sistem tersebut, secara ringkas ditunjukkan seperti berikut*

$$Q_{net} = Q_{in} - Q_{out}$$

*Terangkan asas perpindahan haba yang berlaku di luar dan di dalam kapal angkasa.*

**(15 markah)**

- [b] *Jelaskan keseimbangan haba di antara satelit di GEO, bumi dan matahari*  
**(15 markah)**

- [c] *Kebanyakan haba buangan kapal angkasa ditolak ke angkasa dengan menggunakan radiator. Kira dan lakarkan graf penolakan haba dalam fungsi suhu untuk radiator dengan saiz 0.80m x 0.40m dan mempunyai kemas permukaan hitam dengan pekali pancaran 0.89. Suhu harus dalam julat 0 darjah hingga 50 darjah Celsius.*

**(40 markah)**

- [d] *Terdapat 2 jenis kawalan suhu yang digunakan dengan meluas dalam rekapipta sistem kawalan haba untuk kapal angkasa iaitu pasif dan aktif. Terangkan apakah perbezaan di antara kawalan haba pasif dan kawalan haba aktif dan sertakan contoh untuk kedua-duanya.*

**(30 markah)**



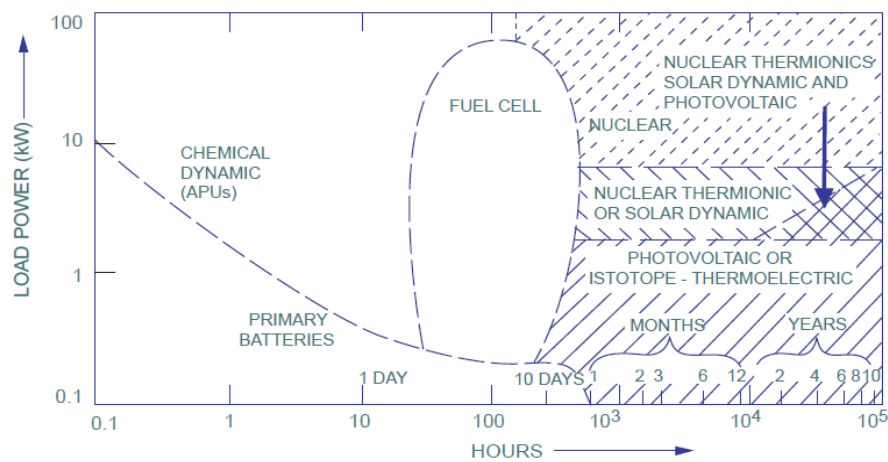
3. [a] *Satu kemudahan stesen bumi untuk pemantauan dan penilaian GNSS telah dibina di Jerman untuk memantau dan mencekup isyarat GPS daripada konstelasi satelit GNSS. Pemantul parabola telah dipilih untuk digunakan sebagai pemantul utama di stesen bumi tersebut. Terangkan sifat-sifat utama bagi pemantul parabola yang membuatkan ianya amat sesuai digunakan sebagai antena di stesen bumi? Frekuensi laluan naik adalah 1176.MHz dan diameter antena parabola adalah 1.8 meter. Kirakan gandaan puncak dalam dBi dan lebar alur antena.*
- (40 markah)**
- [b] *Jelaskan input, output, dan proses asas dalam pesawat ruang angkasa dengan melukis gambarajah input-output untuk subsistem data pengendalian dan terangkan semua komponennya.*
- (40 markah)**
- [c] *Enkripsi dan dekripsi data adalah pilihan untuk digunakan dalam penghantaran data. Pada pendapat anda, perlukah data misi pemerhatian bumi dienkrapsikan dan dihantar ke stesen bumi? Dengan menggunakan gambarajah, sila perlihatkan di tahap manakah data dienkrapsikan dan dihantar ke stesen tanah.*
- (20 markah)**

4. [a] Terangkan dan sediakan gambarajah grafik untuk input, output and proses asas yang terdapat dalam sistem elektrik kapal angkasa.

(30 markah)

- [b] Satelit penginderaan jauh memerlukan 200 W kuasa untuk beban bayar dan 600 W untuk bas kapal angkasa. Satelit tersebut mempunyai jangka hayat misi selama 5 tahun. Berdasarkan **Gambarajah 4[b]**, pilih punca kuasa yang paling sesuai untuk memenuhi keperluan kuasa misi tersebut dan berikan justifikasi anda. Terangkan dengan terperinci bagaimana punca kuasa yang dipilih itu berfungsi.

(40 markah)



**Gambarajah 4[b]**

- [c] Apakah pertimbangan yang dipunyai perancang misi apabila menentukan hayat akhir bagi sistem kuasa?

(30 markah)

5. [a] *Apakah dua jenis mekanisma yang boleh digunakan pada kapal angkasa. Berikan satu contoh untuk setiap jenis.*  
**(30 markah)**
- [b] *Pada suhu 25 °C, rasuk yang menjadi sebahagian daripada struktur kekuda angkasa adalah 10.1 m panjang. Apabila rasuk memasuki cahaya matahari penuh, ia mencapai suhu 100 °C. Jika pekali pengembangan haba adalah  $3 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ , berapa banyak penerikan belaku pada rasuk dengan andaian ia dikekang daripada berkembang.*  
**(40 markah)**
- [c] *Jelaskan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan oleh jurutera dalam memilih bahan untuk struktur.*  
**(30 markah)**

**-oo000oo-**