

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

**EEK 475 – ECONOMY AND MANAGEMENT ON POWER SYSTEM  
[EKONOMI DAN PENGURUSAN SISTEM KUASA ]**

*Duration 3 hours  
[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **SEVENTEEN (17)** pages of printed material before you begin the examination. This examination paper consist of two versions, The English version and Malay version. The English version from page **TWO (2)** to page **NINE (9)** and Malay version from page **TEN (10)** to page **SEVENTEEN (17)**.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH BELAS (17)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini. Kertas peperiksaan ini mengandungi dua versi, versi Bahasa Inggeris dan Bahasa Melayu. Versi Bahasa Inggeris daripada muka surat **DUA (2)** sehingga muka surat **SEMBILAN (9)** dan versi Bahasa Melayu daripada muka surat **SEPULUH (10)** sehingga muka surat **TUJUH BELAS (17)**.*

**Instructions:** This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

**[Arahan:** Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Begin your answer to each question on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat 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]***

**ENGLISH VERSION**

1. (a) A company with a MARR of 10% plans to install one of three production machines (X, Y or Z) that provide equivalent service (same benefits). Doing nothing is not an option. The machines have zero salvage values at the end of their lives. The machines are expected to have the same annual operating and maintenance (O&M) costs, although their initial costs and service lives differ, as follows:

Machine	X	Y	Z
Initial Cost (\$)	25,000	30,000	50,000
Service Life (years)	3	4	6

Which machine company should select?

(30 marks)

- (b) An asset has an initial cost of \$100,000 and an estimated salvage value of \$40,000 after its 6-year service life. Estimated O&M costs are \$50,000 in year one, increasing by \$6,000 per year thereafter. Calculate the total EUAC of this asset at 20% interest.

(30 marks)

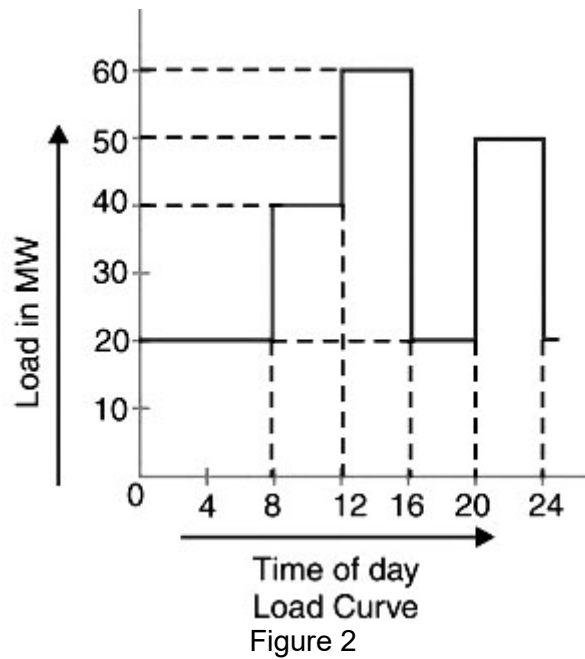
(c) A new corporate bond was initially sold by a stockbroker to an investor for \$1000. The issuing corporation promised to pay the bond holder \$40 interest on the \$1000 face value of the bond every 6 months, and to repay the \$1000 at the end of 10 years. After one year the bond was sold by the original buyer for \$950.

- (i) What rate of return did the original buyer receive on his investment?
- (ii) What rate of return can the new buyer (paying \$950) expect to receive if he keeps the bond for its remaining 9-year life?

(40 marks)

2. (a) Based on the load curve of a power station as shown in Figure 2, draw the corresponding load duration curve and load energy curve.

(70 marks)



(b) A generating station has a maximum demand of 20 MW, a load factor of 60%, and a plant capacity factor of 48%, determine

- (i) The daily energy produced
- (ii) The reserved capacity of the plant
- (iii) The maximum energy that could be produced if the plant was running all the time.

(30 marks)

3. (a) The fuel-cost functions in \$/h for three thermal power plants are given by:

where,  $P_1$ ,  $P_2$ , and  $P_3$  are in MW. The governors are set such that generators share the load equally. Neglecting line losses and generator limits, determine the total cost \$/h when the total load is

- (i)  $P_D = 745$  MW
- (ii)  $P_D = 1335$  MW

(20 marks)

(b) The fuel-cost functions in \$/h for two 800 MW thermal plants are given by

where  $P_1$  and  $P_2$  are in MW.

...5/-

- (i) The incremental cost of power,  $\lambda$  is \$8/MWh when the total power demand is 550 MW. Neglecting losses, determine the optimal generation of each plant.
- (ii) The incremental cost of power,  $\lambda$  is \$10/MWh when the total power demand is 1300 MW. Neglecting losses, determine the optimal generation of each plant.
- (iii) From the results of (a) and (b), find the fuel-cost coefficients  $\beta$  and  $\gamma$  of the second plant.

(30 marks)

- (c) A two-bus system is shown in Figure 3. When 100 MW is transmitted from plant 1 to the load, a transmission loss of 10 MW is incurred. Find the required generation for each plant and the power received by load when the system  $\lambda$  is \$ 25/MWh. The Incremental fuel costs of the two plants are

$$\frac{dC_1}{dP_1} = 0.02P_1 + 16 \quad \$/MWh$$
$$\frac{dC_2}{dP_2} = 0.04P_2 + 20 \quad \$/MWh$$

(50 marks)

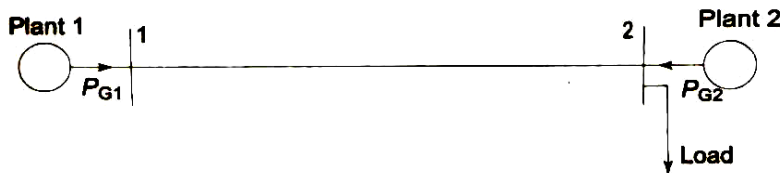


Figure 3 : Two Bus Power System

4. (a) The input-output characteristics of three generating units are as follows:

Determine the economic operation point for these three units when delivering a total of 800 MW power demand.

(50 marks)

- (b) Calculate the economic operation point for the system in part (a) if they are subjected to the inequality constraints as follows:

(50 marks)

5. (a) A factory takes a load of 800 kW at 0.80 power factor lagging for 3000 hours per annum. The tariff is \$ 100 per kVA and \$ 0.20 per kWh consumed. If the power factor is improved to 0.90 lagging by installing loss-free capacitors costing \$ 60 per kVAR, determine the annual saving effected. Allow 10% per annum for interest and depreciation on capacitors.

(60 marks)

- (b) Waveshape of a distorted 60 Hz current having an effective value of 62.5 A is shown in Figure 5. The current contains the following components:

Fundamental: 59 A

5<sup>th</sup> harmonic: 15.6 A

7<sup>th</sup> harmonic: 10.3 A

Higher harmonic components are also present but their amplitudes are very small.

Determine

- (i) The effective value  $I_H$  of all the harmonics
- (ii) The total harmonic distortion, in percent
- (iii) The effective value of all the harmonics above the 7<sup>th</sup>
- (iv) The amplitude of the 7<sup>th</sup> harmonic

(40 marks)

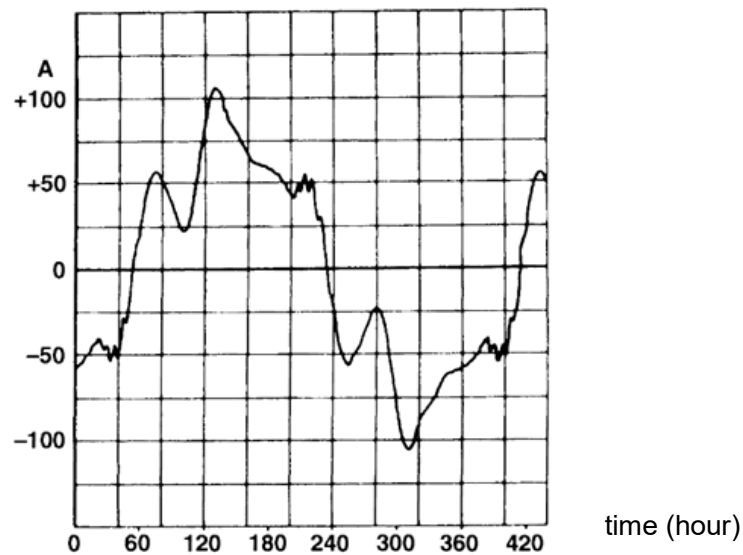


Figure 5

6. (a) Two hundred capacitors were installed and at the end of each year, the number of units remaining was recorded as shown in Table 6.

Based on the recoded figures, determine

- (i) The reliability of the capacitors for five years
- (ii) The annual reliability of Year 4
- (iii) The failure rate by assuming the reliability function is exponential,  $R(t)=e^{-t}$

(40 marks)

Table 6

End of	Number of Units Remaining
Year 1	196
Year 2	188
Year 3	179
Year 4	175
Year 5	169

- (b) Assume that a three-phase transformer bank consists of three single-phase transformers identified as A, B and C. Transformer A is an old unit and has a reliability of 0.90. Transformer B has been in operation for the last 20 years and estimated to have a reliability of 0.95. Transformer C is a new unit with a reliability of 0.99. Based on the given information and assumption of independence, determine:

- (i) The probability of having no failing transformer at any given time.



- (ii) If one out of the three transformers fails at any given time, what are the probabilities for that unit being the transformer A, or B, or C?
- (iii) If two out of the three transformers fail at any given time, what are the probabilities for those units being the transformers A and B, or B and C, or C and A?
- (iv) What is the probability of having all three transformers out of service at any given time?

(60 marks)

ooo0ooo

...10/-

**VERSI BAHASA MALAYSIA**

1. (a) Sebuah syarikat dengan MARR 10% merancang untuk memasang salah satu daripada tiga mesin pengeluaran (X, Y atau Z) yang menyediakan perkhidmatan yang setaraf (manfaat yang sama). Tanpa melakukan apa-apa bukan satu pilihan. Mesin-mesin mempunyai nilai-nilai salvaj sifar pada akhir tempoh perkhidmatan mereka. Mesin-mesin dijangka mempunyai kos operasi dan penyelenggaraan (O & M) tahunan yang sama, walaupun kos permulaan dan tempoh perkhidmatan mereka berbeza, seperti berikut:

Mesin	X	Y	Z
Kos permulaan (\$)	25,000	30,000	50,000
Tempoh perkhidmatan (tahun)	3	4	6

Mesin manakah syarikat tersebut perlu memilih?

(30 markah)

- (b) Aset mempunyai kos permulaan sebanyak \$100,000 dan nilai salvaj dianggarkan sebanyak \$40,000 selepas tempoh perkhidmatan 6 tahun. Anggaran kos O & M adalah \$50,000 dalam tahun pertama, meningkat sebanyak \$6,000 setiap tahun selepas itu. Kira jumlah EUAC aset ini pada kadar faedah 20%.

(30 markah)

(c) A bon korporat baharu pada mulanya dijual oleh broker saham kepada pelabur dengan \$1000. Perbadanan pengeluaran berjanji untuk membayar kepada pemegang bon faedah sebanyak \$40 pada nilai muka bon \$1000 setiap 6 bulan, dan untuk membayar balik \$1000 pada akhir 10 tahun. Selepas satu tahun bon telah dijual oleh pembeli asal dengan \$950.

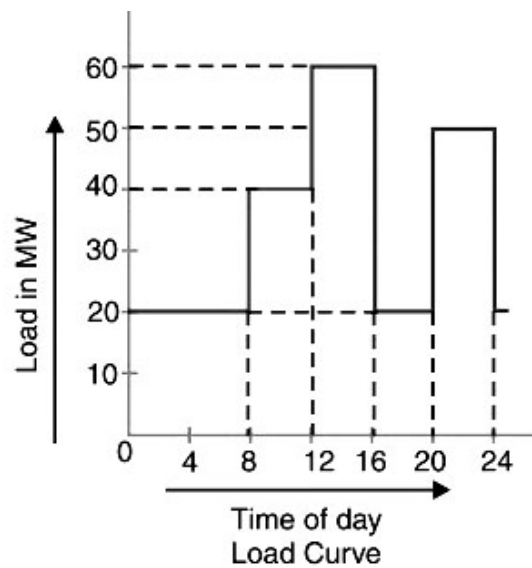
(i) Apakah kadar pulangan pembeli asal itu menerima di pelaburannya?

(ii) Apakah kadar pulangan yang pembeli baru (membayar \$950) dijangka untuk menerima jika dia menyimpan bon untuk baki tempoh 9 tahunnya?

(40 markah)

2. (a) Berdasarkan lengkungan beban sebuah stesen kuasa seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2, lakarkan lengkungan beban tempoh dan lengkungan beban tenaga.

(70 markah)



Rajah 2

(b) Sebuah stesen penjanaan mempunyai permintaan maksimum sebanyak 20 MW, faktor muatan sebanyak 60%, dan faktor kapasiti loji sebanyak 48%, tentukan

- (i) Tenaga harian yang dihasilkan
- (ii) Kapasiti simpanan loji
- (iii) Tenaga maksimum yang boleh dihasilkan jika loji tersebut berjalan sepanjang masa.

(30 markah)

3. (a) Fungsi kos bahan api dalam \$ / h untuk tiga loji kuasa haba diberikan seperti berikut:

di mana, unit P1, P2 dan P3 adalah MW. Kawalan ditetapkan supaya penjanaan berkongsi beban sama rata. Dengan mengabaikan kehilangan talian dan had-had penjana, tentukan jumlah kos \$/h apabila jumlah beban adalah

- (i)  $P_D = 745 \text{ MW}$
- (ii)  $P_D = 1335 \text{ MW}$

(20 markah)

(b) Fungsi bahan api kos dalam \$ / h untuk dua 800 MW loji haba diberikan oleh

di mana  $P_1$  dan  $P_2$  adalah dalam MW.

- (i) Kos peningkatan kuasa,  $\lambda$  adalah \$8/MWh apabila jumlah permintaan kuasa adalah 550 MW. Dengan mengabaikan kehilangan, tentukan penjanaan optimum setiap loji.
- (ii) Kos peningkatan kuasa,  $\lambda$  adalah \$10/MWh apabila jumlah permintaan kuasa adalah 1300 MW. Dengan mengabaikan kehilangan, tentukan penjanaan optimum setiap loji.
- (iii) Daripada keputusan (a) dan (b), cari pekali kos bahan api  $\beta$  dan  $\gamma$  loji kedua.

(30 markah)

(c) Suatu sistem dua-bas ditunjukkan dalam Rajah Q3. Apabila 100 MW dihantar dari loji 1 kepada beban, kehilangan penghantaran sebanyak 10 MW berlaku. Cari penjanaan yang diperlukan untuk setiap loji dan kuasa yang diterima oleh beban apabila  $\lambda$  sistem adalah \$25 / MWh. Kos bahan api peningkatan kedua-dua loji adalah

$$\frac{dC_1}{dP_1} = 0.02P_1 + 16 \quad \$/MWh$$

$$\frac{dC_2}{dP_2} = 0.04P_2 + 20 \quad \$/MWh$$

(50 markah)

...14/-

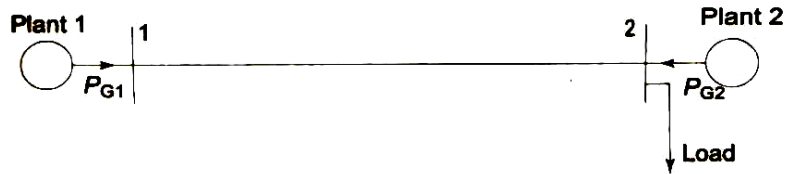


Figure 3 : Sistem Kuasa Dua Bas

4. (a) Ciri-ciri input-output untuk tiga unit penjana adalah seperti berikut:

Tentukan titik operasi ekonomi bagi ketiga-tiga unit penjana semasa menghasilkan sejumlah 800 MW kuasa permintaan.

(50 markah)

- (b) Kirakan titik operasi ekonomi untuk sistem dalam bahagian (a) jika penjana-penjana adalah tertakluk kepada had penjana seperti berikut:

(50 markah)

5. (a) Sebuah kilang dengan beban sebanyak 800 kW pada faktor kuasa 0.80 tersusul beroperasi 3000 jam setahun. Tarif adalah \$100 per kVA dan \$0.20 per kWh yang digunakan. Jika faktor kuasa itu dinaikkan kepada 0.90 tersusul dengan memasang kapasitor tanpa kehilangan yang berharga \$60 setiap kVAR, tentukan penjimatan tahunan. Faedah dan susut nilai kapasitor adalah sebanyak 10% setahun.

(60 markah)

- (b) Waveshape sesuatu arus herotan 60 Hz dengan nilai berkesan sebanyak 62.5 A adalah ditunjukkan dalam Rajah 5. Arus tersebut mengandungi komponen-komponen berikut:

Fundamental: 59 A

Harmonik ke-5: 15.6 A

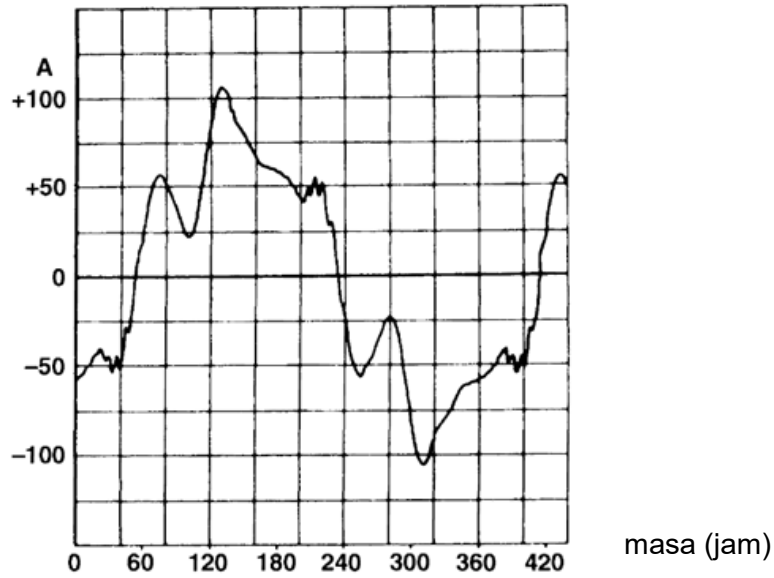
Harmonik ke-7: 10.3 A

Harmonik yang lebih tinggi juga hadir tetapi amplitud mereka adalah sangat kecil.

Tentukan

- (i) Nilai berkesan  $I_H$  untuk semua harmonik
- (ii) Jumlah herotan harmonik, dalam peratus
- (iii) Nilai berkesan untuk semua harmonik yang lebih daripada ke-7
- (iv) Amplitud untuk harmonik ke-7

(40 markah)



Rajah 5

6. (a) Dua ratus kapasitor dipasang dan bilangan unit yang masih berfungsi dicatatkan pada akhir setiap tahun seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6. Berdasarkan nombor yang dicatat, tentukan
- (i) Kebolehpercayaan kapasitor selama lima tahun
  - (ii) Kebolehpercayaan tahunan bagi Tahun 4
  - (iii) Kadar kegagalan dengan menganggap bahawa fungsi kebolehpercayaan adalah eksponen,  $R(t)=e^{-t}$

(40 markah)



Jadual 6

End of	Number of Units Remaining
Year 1	196
Year 2	188
Year 3	179
Year 4	175
Year 5	169

(b) Andaikan sebuah bank pengubah tiga-fasa terdiri daripada tiga unit pengubah satu-fasa yang dikenali sebagai A, B dan C. Pengubah A adalah satu unit lama dan mempunyai kebolehpercayaan sebanyak 0.90. Pengubah B telah beroperasi selama 20 tahun yang lalu dan dianggarkan mempunyai kebolehpercayaan 0.95. Pengubah C adalah satu unit baharu dengan kebolehpercayaan 0.99. Berdasarkan maklumat yang diberikan, dan dengan andaian kebebasan, tentukan:

- (i) Kebarangkalian tidak mempunyai pengubah gagal pada bila-bila masa tertentu.
- (ii) Jika salah satu daripada tiga pengubah gagal pada bila-bila masa tertentu, apakah kebarangkalian bagi unit itu ialah pengubah A, atau B, atau C?
- (iii) Jika dua daripada tiga pengubah gagal pada bila-bila masa tertentu, apakah kebarangkalian untuk unit-unit tersebut ialah A dan B, atau B dan C, atau C dan A?
- (iv) Apakah kebarangkalian ketiga-tiga pengubah gagal pada bila-bila masa tertentu?

(60 markah)