
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2010/2011

November 2010

EEK 473 – SISTEM PENGAGIHAN ELEKTRIK KUASA

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH BELAS (17)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

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

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

1. (a) Suatu pengubah pengagihan kuasa, 25 MVA, 11 kV/ 415V, 50 Hz Dy11 dilindungi dengan suatu sistem perlindungan perbezaan imbas. Gegelung pembahagi geganti ialah terkadar 5A.

A 25 MVA, 11 kV/ 415V, 50 Hz Dy11 power distribution transformer is to be protected by a bias differential protection system. The restraint coil of the relay is rated at 5 A.

- (i) Lukis litar bagi sistem perlindungan tersebut.

Draw the circuit of that protection system.

(15 marks)

- (ii) Tentukan kadar pengubah arus (TA) yang digunakan pada kedua bahagian pengubah pengagihan tersebut.

Determine the ratios of the current transformer CT that used on both sides of the distribution transformer.

(20 marks)

- (iii) Kira arus kehilangan pada geganti untuk melindungi pengubah ketika transformer beroperasi pada beban penuh.

Calculate the leakage current in relay to protect the transformer when the transformer is operating at full load.

(15 marks)

(b) Jawap soalan-soalan ini :

Answer these questions :

- (i) Mengapa faktor-faktor arus beban penuh pada litar, kaedah pemasangan kabel, suhu ambient dan bilangan daripada litar-litar yang terpasang bersama harus dipertimbangkan ketika menentukan saiz kabel (luasan keratin) dalam suatu litar yang diberikan ?

Why the factors of the full-load current of the circuit, the method of installation of the cable, the ambient temperature and the number of circuits installed together should be considered when determining the size cable (cross-section area) to be used in a given circuit?

(10 marks)

- (ii) Apa penyebab terjadinya ketegangan elektrik pada kabel pengagihan kuasa elektrik ?

What causes the electrical stresses happened in a power distribution cable ?

(10 marks)

- (iii) Mengapa kabel teras tunggal dengan amour wayar baja tidak boleh diguna untuk sistem arus ulang-alik (sistem AUA) ?

Why the single-core cables with steel wire amour cannot be used for alternating current system (AC system) ?.

(10 marks)

- (iv) Apa perbezaan antara pbumian sistem, pbumian peralatan, pbumian padu, pbumian rintangan dan pbumian regangan?

What different among the system earthing, equipment earthing, solid earthing, resistance earthing and reactance earthing ?

(10 marks)

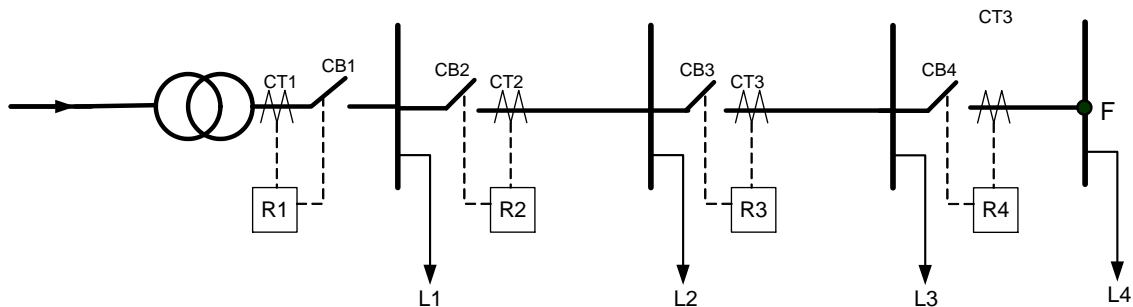
- (v) Bagaimana menyelamatkan kabel saluran atas dan peralatan kutub menonjol dari sambaran kilat secara langsung ?

How to protect overhead cables and pole-mounted equipment from direct lightning strikes ?

(10 marks)

- 2. Suatu talian segaris daripada sistem pengagihan kuasa elektrik ditunjukkan dalam Rajah 2.1.

Single line diagram of a simple radial power distribution system is shown in Figure 2.1 below.



Rajah 2.1.
Figure 2.1

Pengagihan beban-beban pada penyuiap diberikan oleh jadual I :
Loads distribution on feeders are given in Table .2.1 :

Jadual 2.1
Table 2.1. Load on Feeders

No.	Feeder	Load
1	L1	100 KVA
2	L2	250 KVA
3	L3	200 KVA
4	L4	150 KVA

Geganti R4 ialah sebuah geganti IDMTL dengan ciri masa-arus ialah $t = \frac{135}{M-1}$

di mana penentu pengkali masa bagi geganti ini ialah 0.3. Dan geganti R1, R2 dan geganti R3 adalah juga geganti IDMTL dengan ciri masa-arus ialah :

$$t = \frac{0.14}{M^{0.02} - 1}$$

Relay R4 is a IDMTL relay with time-current characteristic is $t = \frac{135}{M-1}$ where the time multiplier setting of this relay is 0.3. And the relay R1, R2 and relay R3 are also IDMTL relays with time-current characteristic is : $t = \frac{0.14}{M^{0.02} - 1}$

Nisbah pengubah arus bagi geganti-geganti R1, R1, R3 and R4 masing-masing adalah 500/5 A, 300/5 A, 200/5 A dan 100/5A. Pembeza masa antara geganti ialah 0.3 saat.

Jika arus gangguan maksimum pada titik **F** adalah 1000 A, tentukan penentu plug (PS) dan penentu pekali masa untuk kesemua geganti yang terdapat pada sistem pengagihan kuasa elektrik tersebut.

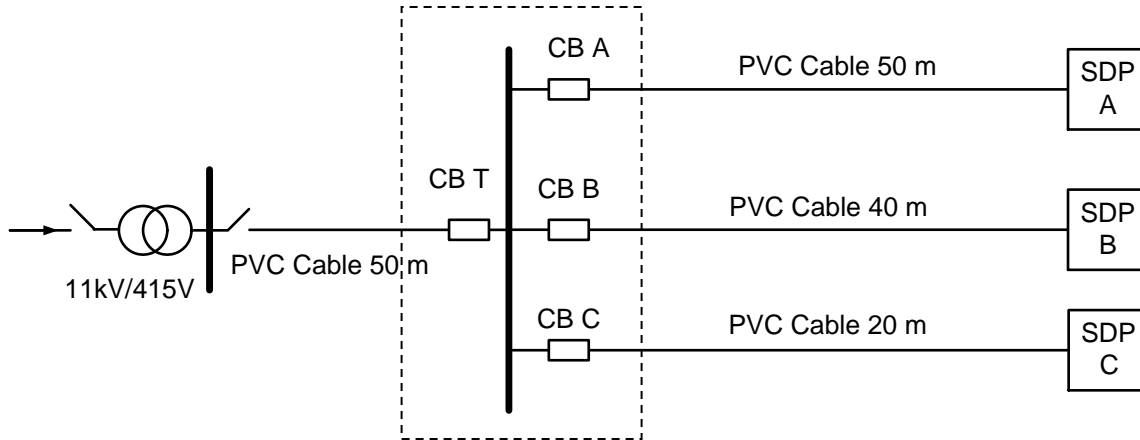
The current transformers ratio of relays R1, R1, R3 and R4 are 500/5 A, 300/5 A, 200/5 A and 100/5A respectively. Time discrimination between relays are 0.3 seconds.

*If the maximum fault current at point **F** is 1000 A, determine the plug settings (PS) and time multiplier (TM) setting of all relays given in the that power distribution system.*

(100 marks)

3. Gambarajah satu talian sebuah sistem pengagihan kuasa elektrik sepertimana ditunjukkan pada Rajah 3.1. Beban-beban tersambung pada sub-panel pembahagi sub-distribution panels (SDP) diberikan dalam Jadual 3.IA. Semua kabel diletakkan di dalam sesalur besi. Kejatuhan voltan maksimum yang diharapkan ialah 1.5%.

One line diagrams of a sub-distribution system is shown in Figure 3.1. Loads that connected on sub-distribution panels (SDP) are given in Table 3.IA. All the cables are to be in a steel trunkings. The maximum voltage drop expected of 1.5%.



Rajah 3.1
Figure 3.1

Jadual 3.IA.
Table 3.IA SDP Loads Rating

Sub-Distribution Panel	Type of loads	Quantity (pcs)
SDP A	Indoor lighting lamps 40 W, 240 V, pf = 1	90
	Electric Pumps, induction motor 500 W, 240 V, pf = 0.7	9
	Out door lighting lamps 100 W, 240 V, pf =0.7	30
	Milling machine (3-phase Induction Motor), 2000 W, 415 V, 50 Hz, pf = 0.8	10
SDP B	Lift (3-phase induction motor), 10 Hp, 415 V, 50 Hz, pf = 0.8	1
	Three-phase Outlet (power point), 415 V, 3000 W	10
	Fans (3-phase induction motor), 10 Hp, 415 V, 50 Hz, pf = 0.7	3
SDB C	Computer, 240 V, 200 W, pf = 0.6	120
	Outlet (power point), 1000 W, 240 V	60
	Photocopy machine, 240 V, 500 W, pf =0.8	3

Faktor pembetulan untuk suhu sekeliling kabel PVC ditunjukkan dalam Jadual 3.IIB.

The correction factors for ambient temperature of PVC cables are shown in Table 3.IIB.

Jadual 3.IIB.

Table 3.IIB Correction Factor For Ambient Temperature of PVC Cables

Ambient Temperature °C	25	30	35	40	45
Correction Factor	1.03	1.0	0.94	0.87	0.79

Dalam Jadual 3.IIIC diperlihatkan kapasiti kemampuan arus dan kejatuhan voltan untuk kabel PVC.

The current carrying capacity and voltage drop for PVC cables are shown in Table 3.IIIC..

Jadual 3.IIIC.

Table 3.IIIC Current carrying capacity and voltage drops for PVC Cable

Conductor cross-sectional area (mm ²)	Current carrying capacity for conduits (A)	Voltage drops (mV/A/m)
4	32	11.0
6	41	7.3
10	57	6.1
16	75	4.4
25	135	3.5

Faktor pembetulan untuk sekumpulan litar ditunjukkan dalam Jadual 3.IVD.

The correction factors for group of circuit shown are in Table 3.IVD below.

Jadual 3.IVD

Table 3.IVD. Correction Factor For Groups of More Than one Circuit of Single-Core Cables Installed in Conduits or Trunkings

Number of circuits	2	3	4	5	6
Correction Factor	0.84	0.8	0.76	0.71	0.65

- (i) Menggunakan data yang disediakan di atas, tentukan saiz untuk kesemua pemutus litar (PL), di mana kadaran pemutus litar yang tersedia ialah , 5 A, 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 35 A, 45 A, 50 A, 60 A, 75 A dan 100 A.

Using the data provided above, determine the size of all circuit breakers (CBs), where CBs rating available are at 5 A, 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 35 A, 45 A, 50 A, 60 A, 75 A and 100 A.

(30 marks)

- (ii) Jika tidak ada kabel lain yang terdapat dalam trunking dan suhu ambient ialah 35°C, tentukan saiz kesemua kabel PVC yang diperlukan oleh kesemua penyuar.

If no other set of cables in trunking and the ambient temperature is 35°C, determine the size of all PVC cables required for all feeders.

(30 marks)

- (iii) Sub-sistem pengagihan ini akan dibekalkan oleh sebuah pengagihan primer 11 kV melalui sebuah pengubah pengagihan. Tentukan kadaran pengubah itu (KVA) yang bersesuaian untuk sistem ini dan tentukan juga kadaran Bus-Barnya.

This sub-distribution system will be supplied by a primary distribution system 11 kV through a distribution transformer. Determine rating of that transformer (KVA) that suitable for this system and determine also the rating of it Bus-Bar.

(40 marks)

4. (a) Lukis gambarajah segaris dari skema bus pencawang “breaker-and-a-half” dan “main-and-transfer”

*Draw single line diagram of **breaker-and-a-half** and **main-and-transfer** substation bus schemes.*

(20 marks)

- (b) Bandingkan antara skema bus pencawang “breaker-and-a-half” dan “main-and-transfer”

*Compare between **breaker-and-a-half** and **main-and-transfer** substation bus schemes.*

(20 marks)

- (c) Misalkan satu pencawang utama tiga penyuar. Permintaan maksimum tahunan 60-min dan faktor kuasa (pada masa beban puncak tahunan) per penyuar adalah dijadualkan dalam jadual berikut ini.

Let one substation supplies three primary feeders. The 60-min annual maximum demands and power factor (at the time of annual peak load) per feeder are listed in the following table.

Feeder	Demand KW	PF
A	1800	0.95
B	2000	0.85
C	2200	0.90

Anggap suatu faktor keberbagaian ialah 1.15 di antara tiga pencawang untuk kedua-dua kuasa nyata (P) dan kuasa ketara (Q).

Assume a diversity factor of 1.15 among the three feeders for both real power (P) and reactive power (Q).

- (i) Kira permintaan maksimum tahunan 60-min pada transformer pencawang dalam kilowatts dan dalam kilovoltamperes

Calculate the 60-min annual maximum demand on the substation transformer in kilowatts and in kilovoltamperes.

(15 marks)

- (ii) Tentukan keberbagaian beban dalam kilowatts
Find the load diversity in kilowatts.

(10 marks)

- (iii) Pilih saiz sebuah transformer yang sesuai dari yang transformer yang tersedia 3125 KVA, 4687 KVA, 6250 KVA and 9375 KVA. Anggamlah pertumbuhan beban adalah sifar dan polisi syarikat membenarkan beban lebih untuk masa-pintas sebanyak 20 percent pada transformer-transformer pencawang.

Select a suitable substation transformer size from available 3125 KVA, 4687 KVA, 6250 KVA and 9375 KVA transformers. Assume that zero load growth is expected and the company policy permits as much as 20 percent short-time overloads on the substation transformers.

(15 marks)

- (iv) Dalam kes ini, anggap bahawa beban pencawang akan meningkat pada kadaran peratusan malar per tahun dan akan berganda dalam masa 8 tahun. Jika transformer dengan kadaran 9375 KVA terpasang, dalam berapa tahun ia akan terbebani kadaran kuasa maksimum?

In this case, assume that the substation load will increase at a constant percentage rate per year and will double in 8 years. If the 9375 KVA rated transformer is installed, in how many years will it be loaded to maximum power rating?

(20 marks)

5. (a) Anggap empat pencawang pengagih dengan enam segi yang melayani kawasan sebagaimana ditunjukkan dalam Rajah 5.1. Pencawang-pencawang diletakkan pada pusat dari masing-masing enam segi dan masing-masing pencawang dilayani oleh enam penyuar tiga fasa empat wayar 2.41/4.16 KV primer wye-terbumikan. Penyuar utama mempunyai kadaran arus maksimum 230 Amps dan faktor – K ialah 0.007. Anggap faktor kuasa beban adalah tertinggal 0.85 dan kepadatan beban 1000 KVA/mi² teragihkan merata. Kira berikut ini:

Assume four hexagon shaped distribution substation service areas as shown in Figure 5.1. Substations are located at the center of each hexagon and each substation is served by six three-phase four-wire 2.41/4.16 KV grounded-wye primary feeders. The feeder mains have maximum current rating 230 Amps and K- factor 0.007. Assume a lagging-load power factor of 0.85 and a 1000 KVA/mi² uniformly distributed load density. Calculate the following:

- (i) Pertimbangkan penyuar utama adalah terhad secara haba, tentukan.
Considering main feeders are thermally limited, determine.
- (a) Saiz pencawang.
Substation size.
- (b) Tentukan ruang antara dua pencawang.
Determine the spacing between two substations.
- (c) Tentukan % kejatuhan voltan dari titik penyuar utama ke titik hujung. Keputusan dan penyelesaian yang mungkin.
Determine % voltage drop from feed point to the end of main. Comment on the result and possible solution.

(35 marks)

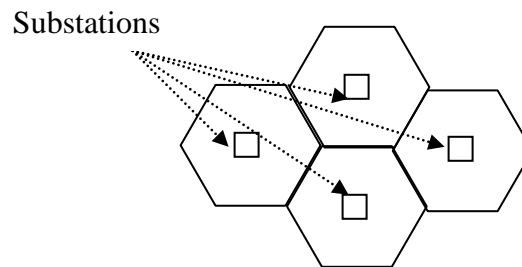
...14/-

- (ii) Pertimbangkan had kejatuhan voltan yang mana mempunyai kejatuhan voltan 3 peratus, tentukan

Consider voltage-drop-limited feeders which have 3 percent voltage drop, determine

- (a) Saiz pencawang.
Substation size.
- (b) Tentukan ruang antara dua pencawang.
Determine the spacing between two substations.
- (c) Pembebanan Ampere pada ampacity hantaran utama dalam per unit.
Ampere loading of the main conductor ampacity in per unit.

(35 marks)



Rajah 5.1
Figure 5.1

- (b) Lukis gambarajah talian segaris daripada tiga jenis penyuar utama radial dan identifikasi kunci-kunci utama dalam rajah.

Draw the single line diagrams of three types of radial primary feeders and identify key elements in the figure.

(30 marks)

6. (a) Mengapa system bank sekunder digunakan dalam sistem pengagihan ? Berikan diagram daripada sistem bank sekunder tersebut.

Why Secondary Banking system is used in distribution system? Give the diagram of Secondary Banking system.

(20 marks)

- (b) Terbitkan pemalar-K untuk pencawang tiga fasa empat wayar primer wye dibumikan dan dengan mengacu ke voltan talian ke talian (V_{L-L}) dalam KiloVolts, galangan per unit untuk satu fasa (z).

Derive the K-constant for three-phase four-wire grounded-wye primary feeders and with respect to line-to-line voltage (V_{L-L}) in KiloVolts, per unit impedance for single phase (z).

(40 marks)

- (c) Anggap kawasan pelayanan pengagihan pencawang sebuah empat segi sebagaimana ditunjukkan dalam Rajah. 6.1. Luasan empat segi ialah 4 mi^2 dan mempunyai cabang-cabang tiga fasa. Data-data rekabentuk yang tersedia ialah :

Beban teragihkan secara merata, dan kepadatan beban ialah 1000 kVA/ mi^2 . Faktor kuasa beban ialah 0.90 tertinggal, di mana nilai purata yang boleh digunakan untuk semua beban.

Pencawang-pencawang hanya tersedia di tempat pada lokasi **A** and **B**. Jika pada lokasi **A** dipilih sebagai lokasi pencawang, akan ada 16 cabang tiga fasa panjangnya 2 mile. Pada sisi lain, Jika lokasi **B** dipilih, akan ada 32 cabang tiga fasa yang panjangnya 1 mile. Pencawang utama untuk kedua-dua lokasi ditunjukkan dengan garis tebal.

Anggap, pencawang utama tiga fasa empat wayar 7.62/13.2-kV primer wye dibumikan adalah diperbuat daripada tembaga pengalir #2/0. Cabang-cabang diperbuat daripada pengalir tembaga #4, dan kesemuanya adalah tiga fasa empat wayar dan peribumi wye. Pemalar K untuk pencawang utama dan cabang ialah masing-masing 0.0004 dan 0.00095.

Tentukan percent kejatuhan voltan pada titik "a" untuk setiap lokasi pencawang dan pilih lokasi pencawang yang terbaik.

Assume a square-shaped distribution substation service area as shown in Figure 6.1. The square area is 4 mi^2 and has numerous three-phase laterals. The available design data are:

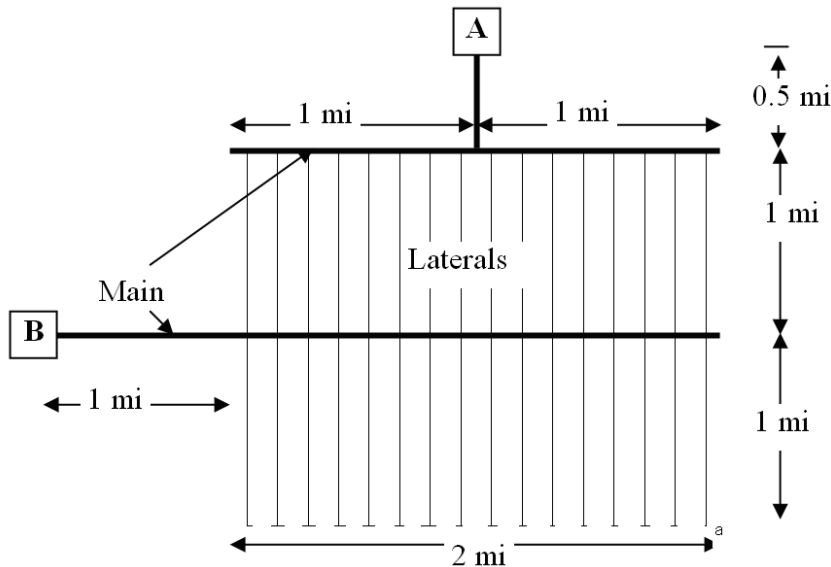
The load is uniformly distributed, and the load density is 1000 kVA/ mi^2 . The load power factor is 0.90 lagging, which is an average value applicable for all loads.

The only available substation sites are at locations **A** and **B**. If *site A* is selected as the substation location, there will be 16 three-phase 2 mile long laterals. On the other hand, if *site B* is selected, there will be 32 three-phase 1 mile long laterals. Main feeders for both sites are shown in thick lines.

Assume, 7.62/13.2-kV three-phase four-wire grounded-wye primary feeder mains are made of #2/0 copper overhead conductors. The laterals are of #4 copper conductors, and they are all three-phase, four-wire, and grounded-wye. The K constant for main feeders and laterals are 0.0004 and 0.00095, respectively.

Determine the percentage of voltage drops at point “a” for each substation site and select the better substation site.

(40 marks)



Rajah 6.1
Figure 6.1

ooo0ooo