

---

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2011/2012

Januari 2012

**EEK 470 – SISTEM PENGAGIHAN ELEKTRIK KUASA**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPANBELAS** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan

Jawab **LIMA** 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) Nyatakan dan buktikan dua kes khas untuk ciri beban, apabila  
*State and prove the two special cases for load characterization, when*
- (i) faktor kesekenaan sama dengan faktor pencaruman purata.  
*the coincidence factor is equal to the average contribution factor.*
  - (ii) faktor kesekenaan sama dengan faktor pencaruman.  
*the coincidence factor is equal to the contribution factor.*

(20 markah/marks)

- (b) Anggap bahawa pencawang pengagihan mengalami beban puncak tahunan sebanyak 3.5 MW. Jumlah tenaga tahunan yang dibekalkan ke litar primer adalah 5.61 Mega units (1 unit= 1kWh). Jumlah kehilangan pada puncak beban ialah 100 kW. Kira faktor beban tahunan dan faktor kehilangan purata.

*Assume that a distribution substation experience an annual peak load of 3.5 MW. The total annual energy supplied to the primary feeder circuits is 5.61 Mega units (1 unit= 1kWh). The total loss at peak load is 100 kW. Calculate the annual load factor and the average loss factor.*

(20 markah/marks)

- (c) Berdasarkan kepada data beban yang diberikan dalam Jadual 1.1 untuk penyuap utama, tentukan:

*Base on the given load data in Table 1.1 for a primary feeder, determine:*

- (i) kelas faktor pencaruman untuk setiap kelas bagi fasa daripada tiga kelas beban.  
*the class contribution factors for each of the three load classes.*

- (ii) faktor kepelbagaian untuk feeder primer utama  
*the diversity factor for the primary feeder.*
- (iii) pelbagai permintaan maksimum bagi kumpulan beban.  
*the diversified maximum demand of the load group.*
- (iv) beban puncak terjadi pada 5 ptg di dalam jadual yang diberi.  
*the peak load occurs at 5 pm in the given table.*

(30 markah/marks)

- (d) Lukis satu garisan gambarajah sistem pengagihan jejari yang merangkumi penjanaan kuasa, pencawang pengagihan, transformer pengagihan dan peringkat yang berbeza daripada penyuap.

*Draw one line diagram of radial distribution system that includes power generation, distribution substation, distribution transformers and different stage of feeders.*

(30 markah/marks)

Time	Load, kW		
	Street lighting	Residential	Commercial
12 A.M.	100	200	200
1	100	200	200
2	100	200	200
3	100	200	200
4	100	200	200
5	100	200	200
6	100	200	200
7	100	300	200
8	—	400	300
9	—	500	500
10	—	500	1000
11	—	500	1000
12 noon	—	500	1000
1	—	500	1000
2	—	500	1200
3	—	500	1200
4	—	500	1200
5	—	600	1200
6	100	700	800
7	100	800	400
8	100	1000	400
9	100	1000	400
10	100	800	200
11	100	600	200
12 P.M.	100	300	200

Jadual 1.1  
Table 1.1

2. (a) Lukiskan bas tipikal Utama & pemindahan skim. Bandingkan kelebihan dan kekurangan dengan skim bas jejari.

*Draw a typical Main & transfer bus scheme. Compare its advantage and disadvantages with the radial bus scheme.*

(20 markah/marks)

- (b) Lukis dan terangkan ciri-ciri bagi penggunaan/aplikasi lengkung pencawang, iaitu, lengkung pembebanan yang malar, lengkung kawasan perkhidmatan malar dan lengkung had muatan haba.

*Draw and explain the characteristics of substation application curves, i.e., constant loading curve, constant service area curve and thermal loading limit curve.*

Apakah andaian yang dibuat untuk menerbitkan lengkung tersebut?

*What are the assumptions made in deriving the curves?*

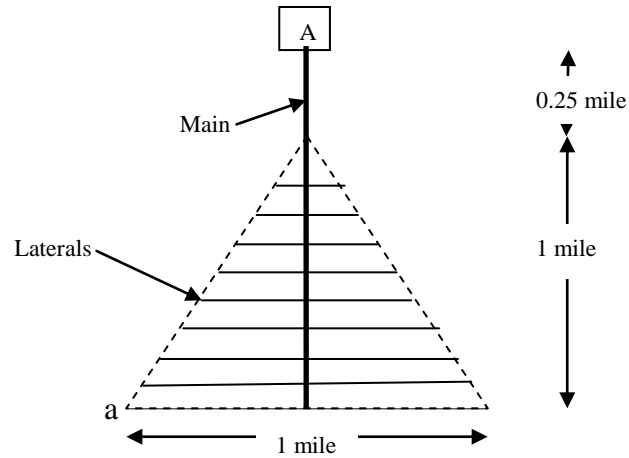
Apakah parameter bagi lengkung tersebut?

*What are the parameters of the curves?*

(40 markah/marks)

- (c) Andaikan kawasan perkhidmatan berbentuk segi tiga sama (kawasan putus-putus) bagi pencawang pengagihan A, seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.1.

*Assume an isosceles triangular shaped service area (dotted area) for distribution substation A, as shown in Figure 2.1.*



Rajah 2.1  
Figure 2.1

Kawasan perkhidmatan mempunyai satu lateral utama dan sembilan (9) lateral. Data reka bentuk yang ada ialah: beban semakin meningkat berkadaran dengan kawasan itu dan permintaan pelbagai maksimum adalah 1000 kVA/mi<sup>2</sup>. Faktor kuasa beban ialah 0.9 ketinggalan, dengan nilai purata yang digunakan untuk semua beban. Tentukan peratusan kejatuhan voltan maksimum dalam kawasan perkhidmatan.

*The service area has one main and nine (9) laterals. The available design data are: the load is increasing proportional to the area and the maximum diversified demand is 1000 kVA/m<sup>2</sup>. The load power factor is 0.9 lagging, with an average value applicable for all loads. Determine the maximum percentage voltage drop in the service area.*

Andaikan penyuar utama 7.62/13.2 kV tiga fasa empat dawai wye dibumikan diperbuat daripada konduktor tembaga saluran atas #2/0 yang tepi sisi terdiri daripada konduktor. Tembaga #4, dan kesemuanya adalah tiga fasa, empat dawai dan pembumi Wye. Setiap sisi tepi mempunyai kawasan pembebanan yang sama. Pemalar K untuk penyuar utama dan ltepi sisi masing-masing adalah 0.0004 dan 0.00095.

*Assume 7.62/13.2 kV three-phase four-wire grounded-wye primary feeder main is 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. Each lateral serves equal loading area. The **K** constant for main feeders and laterals are 0.0004 and 0.00095, respectively.*

(30 markah/marks)

- (d) Tentukan peratusan kejatuhan voltan pada titik "a", jika diandaikan litar-litar lateral adalah satu fasa dengan saiz konduktor yang sama.

*Determine the percentage voltage drop at point "a", if we assume the laterals circuits are single phase with same size conductors.*

(10 markah/marks)

3. (a) Bandingkan keupayaan beban di antara tiga (3) dan lima (5) corak penyuar bagi

*Compare the load capacity between three (3) and five (5) feeder patterns for*

- (i) litar penyuar dengan had kejatuhan voltan  
*the voltage drop limited feeder circuit*

- (ii) litar penyuap dengan had haba  
*the thermally limited feeder circuit*

Anggap saiz konduktor adalah sama dan kepadatan beban adalah malar.  
*Assume same conductor size and constant load density.*

(40 markah/marks)

- (b) Bagaimana perbezaan peringkat voltan penyuap memberi kesan kepada kawasan perkhidmatan dengan beban teragih seragam? Andaikan bahawa kedua-dua peratusan kejatuhan voltan dan ketumpatan beban adalah sama dalam semua kes.

*How different feeder voltage level affects the service area with uniformly distributed load? Assume that both the percentage voltage drop and load density are same in all cases.*

(20 markah/marks)

- (c) Tuliskan ungkapan bagi menentukan jumlah kos tahunan (TAC) untuk memiliki dan mengendalikan suatu sistem sekunder yang mempunyai corak tertentu yang mempunyai satu rentang talian sekunder masing-masing dari transformer pengagihan. Huraikan tiga daripada kos yang berkaitan di TAC.

*Write the expression for determining total annual cost (TAC) of owning and operating a particular pattern of secondary system which have one span of secondary line each way from the distribution transformer. Describe three of the associated costs in TAC.*

(20 markah/marks)



- (d) Tuliskan persamaan untuk mengurangkan TAC.  
Sila takrifkan semua pembolehubah yang digunakan dalam ungkapan atau persamaan.

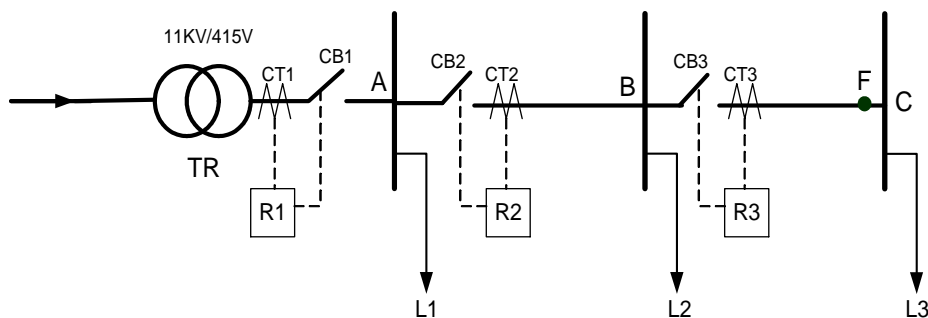
*Write the equations to minimize the TAC.*

*Please define all the variables used in the expression or equation.*

(20 markah/marks)

4. Suatu sistem pengagihan kuasa jejari 11 kV/ 415V, 50 Hz seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4A. Transformer disambung Dy11 dan ianya akan dilindungi oleh sistem perlindungan perbezaan pincang dengan koil restraint pada geganti ialah 5A. Sedangkan talian akan dilindungi dengan suatu system geganti arus lampau dan masa graded.

*A radial power distribution system 11 kV/ 415V, 50 Hz such as shown in Figure 4A. The transformer is connected in Dy11 and it will protected by a bias differential protection system with the restraint coil of the relay is rated at 5A. While the lines will be protected by a over current relay and time graded protection system.*



Rajah 4A  
Figure 4A

- (a) Tentukan kapasiti minimum (KVA) pengubah untuk sistem pengagihan kuasa tersebut. Dan lukiskan litar yang lengkap untuk sistem perlindungan pengubah sahaja.

*Determine minimum capacity (KVA) of transformer for that power distribution system, and draw the complete circuit of the transformer protection system only.*

(25 markah/marks)

- (b) Tentukan nisbah yang bersesuaian bagi pengubah arus (PA) yang digunakan pada kedua-dua sisi transformer untuk sistem perlindungan.

*Determine the suitable ratios of the current transformer CT that used on both sides of the transformer for protection system.*

(25 markah/marks)

- (c) Jika beban-beban penuh pada pencawang penyuar adalah L1 bagi 350 A/fasa, L2 bagi 150 A/fasa dan L3 bagi 100A/fasa, set palam dan arus gangguan tiga-fasa pada titik F adalah 1000 A, tentukan plug settings (PS) dan set pengkali masa (TMS) bagi ketiga-tiga geganti yang diberikan.

Di mana:

*If full loads on feeders are L1 of 350 A/phase, L2 of 150 A/phase and L3 of 100A/phase, and three-phase fault current at point F is 1000 A, determine the plug settings (PS) and time multiplier setting (TMS) of all three relays given.*

Where:

Geganti R3 adalah geganti IDMTL dengan ciri masa-arus :  $t = \frac{13.5}{M-1}$   
dan set pengkali ialah 0.3.

*Relay R3 is IDMTL relay with time-current characteristic :  $t = \frac{13.5}{M-1}$  and multiplier setting is 0.3.*

Geganti R1 dan R2 adalah geganti IDMTL dengan ciri masa-arus :  
 $t = \frac{0.14}{M^{0.02}-1}$ .

*Relay R1 and R2 are IDMTL relays with time-current characteristic:*  
 $t = \frac{0.14}{M^{0.02}-1}$ .

Nisbah pengubah arus bagi geganti-geganti R1, R2 dan R3 masing-masing adalah 500/5 A, 300/5A and 150/5 A.

Masa beza-layan di antara geganti-geganti adalah 0.4 saat.

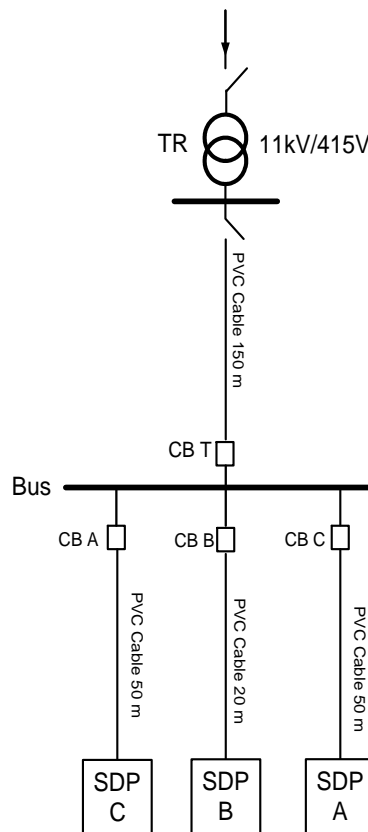
*Ratio of current transformers for relays R1, R2 and R3 are 500/5 A, 300/5A and 150/5 A, respectively.*

*Time discrimination between relays is 0.4 second.*

(50 markah/marks)

5. Rajah 5A menunjukkan gambarajah satu garis bagi sebuah sistem pengagihan kuasa elektrik. Nisbah beban-beban yang disambungkan pada panel sub-pengagihan(sub-distribution panels) SDP diberikan dalam Jadual 5A. Semua kabel diletakkan di dalam penyaluran besi. Kejatuhan voltan maksimum dianggarkan ialah 2.5%.

*Figure 5A shows the one line diagrams of a sub-distribution system. Loads ratify that connected to sub-distribution panels (SDP) are given in Table 5A. All the cables are located in a steel trunkings. The maximum voltage drop expected of 2.5%.*



Rajah 5A  
Figure 5A

**Jadual 5A.  
Table 5A SDP Loads Rating**

<b>Sub-Distribution Panel</b>	<b>Type of loads</b>	<b>Quantity (pcs)</b>
<b>SDP A</b>	Indoor lighting lamps 40 W, 240 V, pf = 1	30
	Electric Pumps, induction motor 500 W, 240 V, pf = 0.85	3
	Out door lighting lamps 100 W, 240 V, pf =0.7	9
	Milling machine (3-phase Induction Motor), 2000 W, 415 V, 50 Hz, pf = 0.70	3
<b>SDP B</b>	Lift (3-phase induction motor), 10 Hp, 415 V, 50 Hz, pf = 0.85	1
	Three-phase Outlet (power point), 415 V, 3000 W	10
	Fans (3-phase induction motor), 10 Hp, 415 V, 50 Hz, pf = 0.75	3
<b>SDB C</b>	Computer, 240 V, 200 W, pf = 0.6	15
	Outlet (power point), 1000 W, 240 V	45
	Photocopy machine, 240 V, 500 W, pf =0.8	3

Faktor pembetulan untuk suhu ambient kabel PVC ditunjukkan dalam Jadual 5B.

*The correction factor for ambient temperature of PVC cables shown in Table 5B.*

**Jadual 5B.  
Table %B 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 5C diperlihatkan kapasiti kemampuan arus dan kejatuhan voltan untuk kabel PVC.

*In the Table 5C shown the current carrying capacity and voltage drop for PVC cables.*

**Jadual 5C.**  
**Table 5C Current carrying capacity and voltage drops for PVC Cable**

Conductor cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )	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 kumpulan daripada litar ditunjukkan dalam Jadual 5D berikut ini.

*The correction factors for group of circuit shown in Table 5D below.*

**Jadula 5D**  
**Table 5D. 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

- (a) Dengan menggunakan data yang disediakan di atas ini, tentukan saiz daripada kesemua pemutus litar (PL), di mana kadaran pemutus litar yang sedia ada ialah , 5 A, 6 A, 10 A, 16 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 available are at 5 A, 6 A, 10 A, 16 A, 25 A, 35 A, 45 A, 50 A, 60 A, 75 A and 100 A.*

(40 markah/marks)

- (b) Jika tidak ada set kabel lain yang terdapat dalam penyaluran dan suhu ambient ialah  $35^{\circ}\text{C}$ , tentukan saiz kesemua kabel PVC yang diperlukan oleh kesemua penyuap.

*If no other set of cables in trunking and the ambient temperature is  $35^{\circ}\text{C}$ , determine the size of all PVC cables required for all feeders.*

(30 markah/marks)

- (c) Sub-sistem pengagihan ini akan dibekalkan oleh sebuah sub-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.*

(30 markah/marks)

6. (b) Jawab soalan-soalan ini :  
*Answer these questions :*

- (i) Apa tujuan dan fungsi pbumian sistem pengagihan elektrik kuasa ?

*What are the purpose and function of earthing on power distribution system ?*

(10 markah/marks)

- (ii) Terangkan secara ringkas apa yang dimaksudkan voltan langkah dan voltan sentuh.

*Describe briefly what is mean by the step and touch voltages.*

(10 markah/marks)

- (iii) Bandingkan kebaikan dan keburukan dari mendapatkan bekalan elektrik pada voltan tinggi dan bukan voltan rendah?

*Compare the advantages and disadvantages of obtaining electricity supplies at high voltage instead of low voltage ?*

(10 markah/marks)

- (iv) Apa fungsi utama sekatan-sekatan di dalam suatu papansuis voltan tinggi ?

*What are the main functions of the partitions within a high voltage switchboard ?*

(10 markah/marks)

- (v) Mengapa kabel inti tunggal dengan amour wayar waja tidak boleh diguna untuk sistem arus ulang-alik AU?

*Why the steel wire amour cannot be used for alternating current system (AC system)?*

(10 markah/marks)



- (vi) Sebuah pengubah dengan kata “LNAN” pada papan namanya. Apa maksudnya bagi transformer tersebut ?

*A transformer with the word “LNAN” on its nameplates. What does that mean for the transformer ?*

(10 markah/marks)

- (vii) Bagaimana melindungi hantaran saluran atas dan peralatan kutub menonjol dari sambaran kilat secara langsung ?

*How do protect overhead lines and pole-mounted equipment from direct lightning strikes ?*

(10 markah/marks)

- (viii) Lilitan 11 kV daripada transformer tiga-fasa sambungan delta dan lilitan 415 V sambungan Y. Sisi voltan 415 V mendahului sisi voltan 11 kV dengan  $30^\circ$ . Apa pengkelasan kelompok vektor transformer tersebut ?

*The 11 kV winding of a three-phase distribution transformer are connected in delta and its 415 V winding are connected in Y. The voltage on 415 V side lead the corresponding phase voltage on 11 kV side by  $30^\circ$ . What is the vector group classification of transformer ?*

(10 markah/marks)

- (ix) Apa penyebab voltan lampau pada suatu sistem pengagihan elektrik kuasa dan apa kaedah yang digunakan untuk melindunginya ?

*What are causes of over-voltages in a power distribution system and what methods used for protecting them?*

(10 markah/marks)

- (x) Apa fungsi peralatan kawalan pada sistem pengagihan elektrik kuasa ?

*What function of the control equipment in power distribution system ?*

(10 markah/marks)