

---

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

### **EEK 365 – SISTEM PENGAGIHAN ELEKTRIK KUASA**

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat dan SATU muka surat LAMPIRAN bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

Jawab **ENAM** soalan.

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

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia.

1. Jawab soal ini.  
Answer these questions.

- (a) Namakan dan jelaskan enam jenis sistem pengagihan elektrik kuasa. Bandingkan kelebihan dan kekurangan setiap sistem tersebut.

*Name and explain the six types of electric power distribution system. Compare the advantages and disadvantages for each type.*

(20%)

- (b) Apakah kelebihan dan kekurangan dalam menentukan voltan tinggi berbanding voltan rendah dalam bekalan kuasa elektrik?.

*What are the advantages and disadvantages of obtaining power electricity supplies at High Voltage instead of Low Voltage ?.*

(10%)

- (c) Apakah fungsi pemutus litar (CB) pada Sistem Pengagihan Elektrik kuasa. Apakah kelemahan menggunakan Pemutus Litar Minyak (OCB) dan Pemutus Litar hampa udara (VCB) sebagai pelindung pada Sistem Pengagihan Elektrik Kuasa ?.

*What is function of the Circuit Breaker (CB) on Power Distribution System. What are the disadvantages of the Oil Circuit Breaker (OCB) and Vacuum Circuit Breaker (VCB) for used as protector on Power Distribution System ?.*

(10%)

- (d) Gas SF6 selalu terpelihara dan beroperasi pada tekanan dalam suatu Pemutus Litar SF6. Apa alasan ianya dapat bekerja demikian?.

*The SF6 gas is kept and operated under pressure in a SF6 Circuit Breaker. What is the reason for doing so?.*

(10%)

- (e) Apa fungsi utama perlindungan pada suatu sistem pengagihan elektrik kuasa ?.

*What is the primary function of a protection system in an Electric Power Distribution System ?*

(10%)

- (f) Apakah fungsi utama adanya petakan-petakan pada suatu papan-suis voltan tinggi ?.

*What are the main functions of the partitions within a High Voltage Switchboard ?.*

(10%)

- (g) Untuk apa kabel-kabel digunakan pada system pengagihan elektrik kuasa ?.

*What for the cables are used on Electric Power Distribution System ?*

(10%)

- (h) Namakan lima jenis kabel-kabel yang am digunakan pada sistem pengagihan elektrik kuasa I.

*Name five types of cables that are generally used on Power Distribution System !.*

(10%)

- (i) Bagaimana anda melindungi kabel-kabel luar dan peralatan listrik berkutub menonjol daripada menyambar kilat secara langsung ?.

*How do you protect overhead cables and pole-mounted equipment from direct lightning strikes ?.*

(10%)

2. Pada feeder khusus untuk industri daripada sebuah sistem pengagihan kuasa, terdapat beban 350 kW dan faktor kuasa 0.7 terbelakang. Bekalan kuasa diambilkan dari sebuah transformer 500 kVA, 6.6kV/415V. Transformer tersebut disambungkan kepada bekalan kuasa tiga fasa 6.6 kV, 50 Hz. Suatu mesin elektrik baru akan dipasang pada industri tersebut. Mesin ini mempunyai kadaran kapasiti 110 kW pada dengan faktor kuasa 0.8 terbelakang. Transformer sedia ada masih boleh membekalkan kuasa atas kenaikan beban ini jika faktor kuasa pada beban dinaikkan dengan menambahkan kapasitor statik (kapasitor bank).

*On a special feeder for industry of a power distribution system, there is load 350 kW and power factor of 0.7 lagging. The power supply is taken from a 500 kVA, 6.6kV/415V transformer. The transformer is connected to 6.6 kV, three-phase and 50 Hz supply. A new machine is to be added on this industry. This new machine has rated capacity of 110 kW at 0.8 power factor lagging. The existing transformer can supply this increase in load if the power factor of the new total load is raised by adding static capacitor (capacitor bank).*

- (a) Lukis diagram segaris untuk sistem feeder ini !  
*Draw single line diagram for this feeder system !*

(20%)

- (b) Tentukan kadaran kVA dan faktor kuasa pada feeder selepas beban baru ditambahkan dan sebelum penambahan kapasitor.

*Determine the kVA rating and power factor of the feeder after new load added and before addition of the capacitors.*

(20%)

- (c) Kira faktor kuasa minimum untuk suatu beban baru yang harus ditambahkan yang dengan demikian kadaran transformer tidak melebihi kapasitinya.

*Calculate the minimum power factor to which the new total load must be raised to so that the kVA rating of the transformer is not exceeded.*

(20%)

- (d) Tentukan nilai kapasitor bank dalam kVAR yang diperlukan untuk menaikkan faktor kuasa kepada nilai yang baru.

*Determine the value of the bank capacitors in kVAR required to raise the power factor to the new value.*

(20%)

- (e) Kira nilai daripada kapasitor-kapasitor dalam  $\mu\text{F}$  untuk bank kapasitor tersebut yang tersambung secara delta.

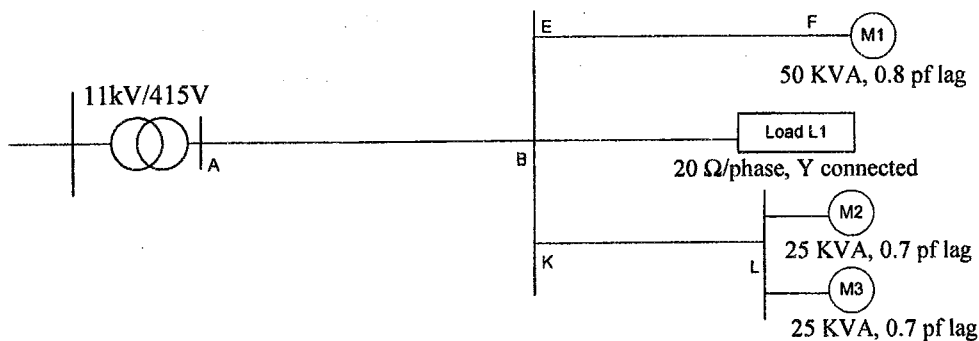
*Calculate the value of the capacitors in  $\mu\text{F}$  for a capacitor bank connected in delta.*

(20%)

3. Sebuah sub feeder sederhana daripada sub-sistem pengagihan elektrik kuasa untuk pembekal kuasa kilang seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Kesemua talian menggunakan jenis kabel PVC empat inti. Kehilangan kuasa pada kabel diabaikan. Kira arus tetap  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I_3$ , dan tentukan saiz kabel A-B, E-F dan K-L.

*A simple sub-feeder of sub-power distribution system for an industry power supply is shown in Figure 1. All the lines using PVC four-core cables. Ignored power lost in the cables. Calculate the steady state current  $I_1$ ,  $I_2$  and  $I_3$ , and determine cable sizes A-B, E-F and K-L.*

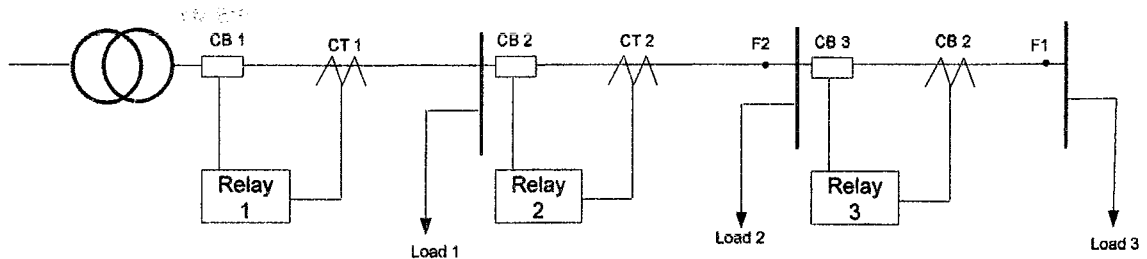
(100%)



Rajah 1.  
Figure 1.

4. Pertimbangkan sistem pengagihan elektrik kuasa sederhana seperti yang diperlihatkan dalam Rajah 2. Tentukan Setting plug (PS) dan time multiplier setting TM untuk keseluruhan geganti. Data daripada sistem tersebut diberikan berikut :

Consider a simple radial power distribution system as shown in Figure 2. Determine the plug setting (PS) and time multiplier setting (TM) of all three relays. The data of the system is given as the following :



Rajah 2  
Figure 2

- (i) Geganti 3 adalah geganti IDMTL dengan ciri masa-arus untuk ialah :  
Relay 3 is IDMTL relay with time-current characteristic is :

$$t = \frac{13.5}{M - 1}$$

Pekali masa diset pada 0.3

Time multiplier setting is 0.3

- (ii) Geganti 1 dan 2 adalah geganti IDMTL dengan cirri masa – arus ialah :  
*Relay 1 and relay 2 are IDMTL relays with time-current characteristic is :*

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

- (iii) Beban L1 : Arus beban penuh = 350 A/phase  
*Load L1 : Full load current = 350 A/phase*

Beban L2 : Arus beban penuh = 150 A/phase  
*Load L2 : Full load current = 150 A/phase*

Beban L3 : Arus beban penuh = 100 A/phase  
*Load L3 : Full load current = 100 A/phase*

- (iv) Arus gangguan tiga fasa pada F1 = 1000 A  
*Three-phase fault current at F1 = 1000 A*

Arus gangguan tiga fasa pada F2 = 1000 A  
*Three-phase fault current at F2 = 2000 A*

- (v) Pembanding Transformer geganti 1 ialah 500/5 A  
*Transformer ratio of Relay 1 is 500/5 A*

Pembanding Transformer geganti 2 ialah 300/5 A  
*Transformer ratio of Relay 2 is 300/5 A*

Pembanding Transformer geganti 3 ialah 150/5 A  
*Transformer ratio of Relay 3 is 150/5 A*

- (vi) Diskriminasi masa antara geganti = 0.4 saat  
*Time discrimination between relays = 0.4 seconds*

(100%)

...9/-



5. Suatu transformer kuasa bintang-delta 10 MVA 11 kV/66 kV akan dilindungi dengan sistem pelindung pembezaan. Apabila gegelung penghalang daripada geganti ialah pada kadaran 5 Amp.

*A 10 MVA 11 kV/66 kV star-delta power transformer is to be protected by a bias differential protection system. If the restraining coil of the relay is rated at 5 Amp.*

- (a) Lukis lakaran diagram untuk sistem pelindung tersebut !  
*Draw schematic diagram of that protection system !*
- (b) Kira nisbah CT di kedua sisi transformer.  
*Calculate the ratios of the CTs on both sides of transformer.*
- (c) Kira arus bocor pada geganti untuk sistem pelindung transformer tersebut apabila transformer beroperasi pada beban penuh.

*Calculate the leakage current in the relay for the transformer protection when the transformer is operating at full load.*

(100%)

6. Sebuah feeder 11 kV seperti yang diperlihatkan dalam Rajah 3, dari substation utama yang mempunyai transformer 11kV/415V dengan kapasiti beban total ialah 1665 kVA dengan talian spur pada titik-titik A, B, H, C, I, D, R, E, and F. tentukan saiz hantaran feeder tersebut, kejatuhan voltan pada hujung titik M dan nilai voltan pada titik G dan F. Jenis hantaran yang digunakan ialah hantaran ACSR (lihat lampiran I) dan dianggap faktor kepelbagaian (DF) ialah 1.5 dan faktor kuasa beban ialah 0.80 terbelakang.

*A 11 kV Feeder is shown in Figure 3, from the main substation has 11kV/415V transformers with total load capacity of 1665 kVA with spur lines at points A, B, H, C, I, D, R, E, and F. Determine the feeder conductor size, voltage drop at tail end M and voltage at point G and F. Type conductor that used is ACSR conductors (see Appendix I) and considering diversity factor (DF) as 1.5 and load power factor of 0.80 lagging.*

(100%)

7. Suatu sistem pengagihan elektrik kuasa tiga-fasa 32 kV, 50Hz dan panjang 20 km. Rintangan per fasa ialah  $0.30 \Omega$  per km dan aruhan per fasa ialah 1.563 per km. Penyuap pirau diabaikan. Apabila sistem membekalkan suatu beban tiga-fasa 1500 kVA pada faktor kuasa 0.8 menyusul, tentukan :

*A three-phase 32 kV, 50Hz power distribution system and length of 20 km. The resistance per phase is  $0.30 \Omega$  per km and the inductance per phase is 1.563 mH per km. The shunt capacitance is negligible. When the system is supplying a three-phase load of 1500 kVA at 0.8 power factor lagging, determine :*

- (a) Model garis yang sesuai untuk sistem ini dan lakarkan litar dan juga gambarajah pemfasa.

*The line model that suitable for this system and draw that line circuit and also phasor diagram.*

- (b) Voltan dan kuasa pada hujung kirim sistem tersebut.

*Voltage and power at the sending end of that system .*

- (c) Regulasi voltan dan kecekapan sistem tersebut.

*Voltage regulation and efficiency of that system.*

(100%)

**Table A-2.2**

**Aluminium Conductors, Galvanized Steel-reinforced (ACSR) IS: 398 (Part 2): 1996**

Nominal aluminium	Stranding and wire diameter		Sectional area of aluminium	Total sectional area	Approximate diameter	Approximate mass	Calculated resistance at 20°C, maximum	Approximate calculated breaking load	Approx. current carrying capacity at 45°C ambient
	Aluminium	Steel							
(1) mm <sup>2</sup>	(2) mm	(3) mm	(4) mm <sup>2</sup>	(5) mm <sup>2</sup>	(6) mm	(7) kg/km	(8) ohm/km	(9) kN	(10) (A)
10	6/1.50	1/1.50	10.60	12.37	4.50	43	2.780	3.97	—
18	6/1.96	1/1.96	18.10	21.12	5.88	73	1.618	6.74	—
20	6/2.11	1/2.11	20.98	24.48	6.33	85	1.394	7.61	107
30	6/2.59	1/2.59	31.61	36.88	7.77	128	0.9289	11.12	139
50	6/3.35	1/3.35	52.88	61.70	10.05	214	0.5524	18.25	193
80	6/4.09	1/4.09	78.83	91.97	12.27	319	0.3712	26.91	250
100	6/4.72	7/1.57	105.0	118.5	14.15	394	0.2792	32.41	300
150	30/2.59	7/2.59	158.1	194.9	18.13	726	0.1871	67.34	398
200	30/3.00	7/3.00	212.1	261.5	21.00	974	0.1390	89.67	482
400	42/3.50	7/1.96	404.1	452.2	26.88	1281	0.07311	88.79	—
420	54/3.18	7/3.18	428.9	484.5	28.62	1621	0.06868	130.32	736
520	54/4.13	7/3.53	528.5	597.0	31.77	1998	0.05595	159.60	835
560	42/4.13	7/2.30	562.7	591.7	31.68	1781	0.05231	120.16	—

**Table A-2.5**

**Voltage regulation—11 kV overhead lines**

Conductor (ACSR) mm <sup>2</sup>	km-MVA for line regulation at 0.85 of (temperature rise 30°C) 70°C conductor					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
20	3.63	4.41	5.21	5.95	6.78	7.63
30	5.17	6.27	7.38	8.52	9.67	10.84
50	7.60	9.24	10.85	12.56	14.30	15.99
80	10.23	12.40	14.60	16.85	19.22	21.56
100	12.43	15.08	17.73	20.50	23.32	26.20

*Note:* For phase to phase and phase to neutral system, voltage regulation will be respectively 0.5 and 0.28 times the values given in this table. See Section 14.10.3(c).