
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2007/2008

October/November 2007

EEK 362 – POWER SYSTEM ANALYSIS
[Analisis Sistem Kuasa]

Duration: 3 hours
[Masa: 3 jam]

Please check that this examination paper consists of TEN pages of printed material and before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini].

This paper contains SIX questions.

[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan].

Instructions: Answer **FIVE** (5) questions. If a candidate answer more than five questions, only the first five answered will be examined and awarded marks.

Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah].

Answer to any question must start on a new page.

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

You may answer a question either in bahasa Malaysia or in English.

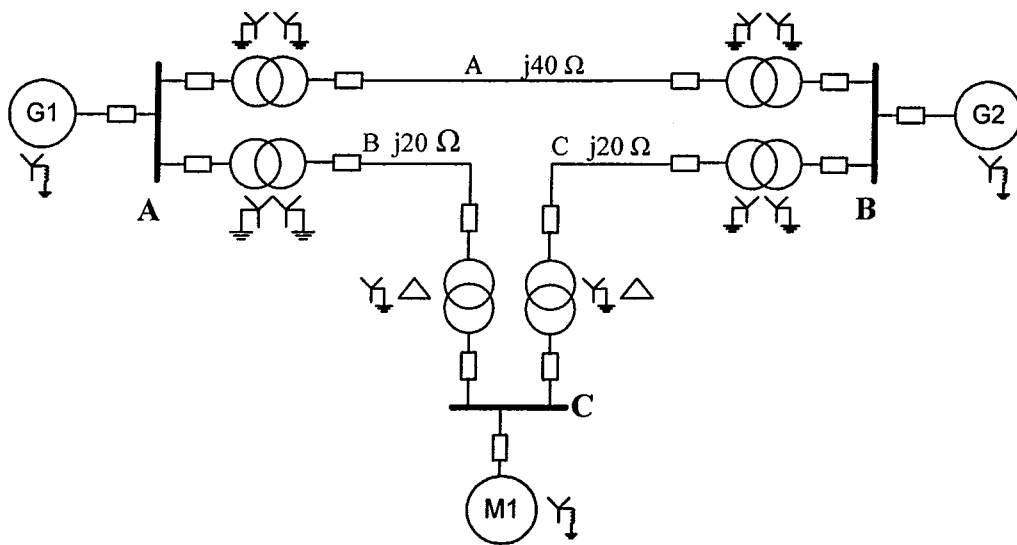
[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris].

1. Suatu sistem elektrik seperti yang ditunjukkan pada gambar Rajah 1. Seluruh perintang diabaikan dan menggunakan asas 50 kVA, 138 kV pada talian hantaran A. Kadaran penjana, motor (beban) dan transformer sebagai berikut:

An electric power system such as shown in Figure 1. All resistances are ignored and by base of 50 kVA, 138 kV on line transmission A. Rating of generators, motor (load) and transformers as below:

Penjana G1 : 20 MVA, 18 kV, $X = 20\%$
Penjana G2 : 20 MVA, 18 kV, $X = 20\%$
Transformer T1 (Y-Y) : 20 MVA, 138/20 kV, $X = 10\%$
Transformer T2 (Y- Δ) : 15 MVA, 138/13.8 kV, $X = 10\%$
Beban : Motor M1 : 30 MVA, 13.8 kV, $X = 20\%$
galangan hantaran A = $j 40 \Omega$
galangan hantaran B = $j 20 \Omega$
galangan hantaran C = $j 20 \Omega$

Generator G1 : 20 MVA, 18 kV, $X = 20\%$
Generator G2 : 20 MVA, 18 kV, $X = 20\%$
Transformer T1 (Y-Y) : 20 MVA, 138/20 kV, $X = 10\%$
Transformer T2 (Y- Δ) : 15 MVA, 138/13.8 kV, $X = 10\%$
Load : Motor M1 : 30 MVA, 13.8 kV, $X = 20\%$
Impedance of line A = $j 40 \Omega$
Impedance of line B = $j 20 \Omega$
Impedance of line C = $j 20 \Omega$



Rajah 1
Figure 1

- (a) Bentuk matrik lelasan daripada sistem ini.

Construct the admittance matrix of this system.

- (b) Lukis rajah galangan untuk sistem kuasa ini. Nyatakan seluruh nilai galangan dalam per-unit

Draw the impedances diagram for this power system. Expressed all values of impedance in per-unit.

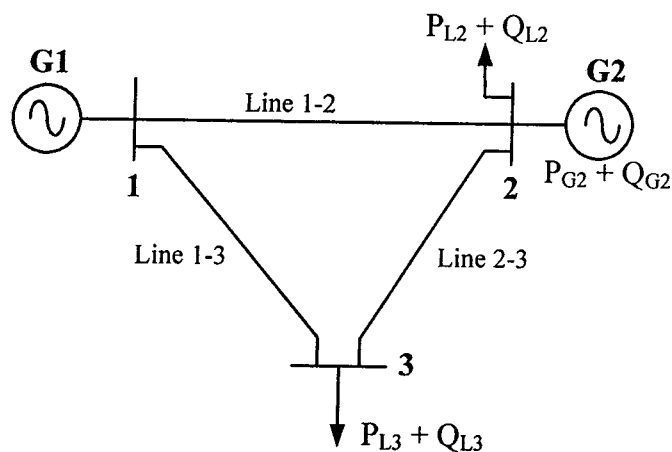
- (c) Jika voltan pada bus C ialah 13.2 kV ketika kuasa motor ialah 24 MW dengan faktor kuasa 0.8 menyusul, kira voltan pada bus A dan B. Berikan jawapan dalam volt.

If voltage at bus C is 13.2 kV when the power of motor is 24 MW with power factor 0.8 lagging, calculate voltages at bus A and B. Give the answers in volt.

(100%)

2. Suatu sistem elektrik kuasa bersepadu mempunyai tiga bus. Rajah segarisnya ditunjukkan pada Rajah 2.

An integrated electric power system has three buses. The one-line diagram that system shown in Figure 2.



Rajah 2
Figure 2

...4/-

galangan talian ialah : talian 1-2 is $0.0200 + j 0.040$ pu
Lines impedances are : line
talian 2-3 is $0.0125 + j 0.025$ pu
line
talian 1-3 is $0.0100 + j 0.030$ pu
line

Semua nilai galangan talian dinyatakan dalam per-unit dengan dasar 100 MVA.
All the line impedances value expressed in per-unit on base 100 MVA.

Jadual penjana dan beban pada bus-bus adalah sebagai berikut:
The schedule generator and loads at buses are:

Bus 2 : Penjana ialah $P_{G2} = 40.0$ MW and $Q_{G2} = 10.00$ MVAR
Generator is
Beban ialah $P_{L2} = 296.6$ MW and $Q_{L2} = 120.20$ MVAR
Load is

Bus 3 : Penjana ialah $P_{G3} = 0.0$ MW and $Q_{G3} = 0.00$ MVAR
Generator is
Beban ialah $P_{L3} = 138.6$ MW and $Q_{L3} = 45.20$ MVAR
Load is

Magnitud voltan pada 1 di ubahsuai ke 1.05 per unit. Pilih bus 1 sebagai bus rujukan.

The magnitude of voltage at bus 1 is adjusted to 1.05 per unit. Chose the bus 1 as slack bus.

- (a) Dengan menggunakan kaedah Gauss-Sidel, tentukan nilai voltan pada tiap-tiap bus. Gunakan tiga kali iterasi. Dimulakan dengan nilai pendekatan pada tiap-tiap bus ialah 1 pu.

Using the Gauss-Sidel method, determine the value of the voltage at buses. Use three times iteration. Starting with the initial estimate value of the voltage buses are 1 pu.

- (b) Tentukan kuasa nyata dan kuasa reaktif pada bus rujukan.
Find the real and reactive power at slack bus.
- (c) Tentukan aliran kuasa dan kehilangan kuasa pada tiap-tiap talian.
Determine the line flow and line losses.
- (d) Binalah rajah aliran kuasa yang menunjukkan arah aliran kuasa pada talian.
Construct a power flow diagram which shows the direction of line flow.

(100%)

3. Tiga buah beban tersambung secara selari merentasi bekalan voltan tiga fasa 12.47 kV, 50 Hz.

Three loads are connected in parallel across a 12.47 kV, 50 Hz three-phase supply.

Beban 1 : Beban induktif, 60 kW dan 660 kVAR
Load 1 : Inductive load, 60 kW and 660 kVAR

Beban 2 : Beban kapasitif, 240 kW pada 0.8 faktor kuasa.
Load 2 : Capacitive load, 240 kW at 0.8 power factor.

Beban 3 : Beban resistif 60 kW.
Load 3 : Resistive load of 60 kW.

- (a) Tentukan kuasa kompleks, faktor kuasa dan arus bekalan.
Find the total complex power, power factor and the supply current.

- (b) Suatu bank kapasitor sambungan Y–disambungkan secara selari dengan beban-beban tersebut. Tentukan kVAR total dan kapasitan per phase dalam μF untuk memperbaiki faktor kuasa keseluruhan sehingga ke 0.85 terbelakang.

A Y-connected capacitor bank is connected in parallel with the loads. Find the total kVAR and capacitance per phase in μF to improve the overall power factor to 0.85 lagging.

- (c) Apakah arus talian yang baru (selepas bank kapasitor dipasang).
What is the new line current (after installed capacitor bank).

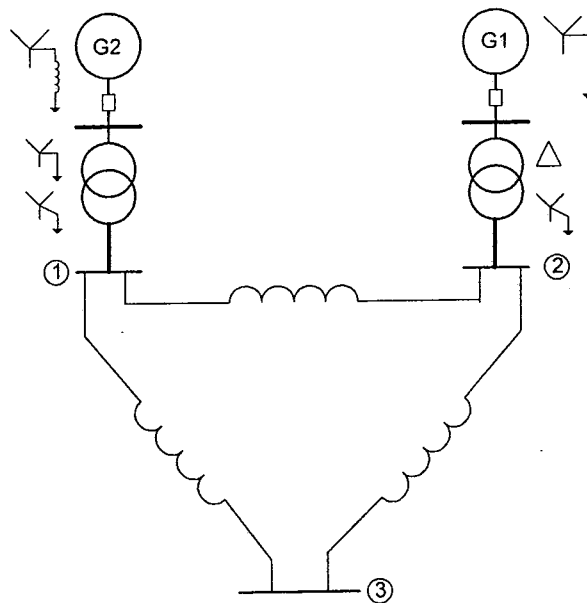
(100%)

4. Diagram segaris daripada sebuah sistem elektrik kuasa ditunjukkan pada Rajah 4. Neutral masing-masing penjana ditanahkan melalui sebuah reaktor 0.25 per unit sebagai penghad arus pada suatu nilai asas 100 MVA. Data sistem dinyatakan dalam per unit pada nilai asas bersama 100 MVA seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4 berikut ini :

The one-line diagram of a power system is shown in Figure 4. The neutral of each generator is grounded through a current-limiting reactor of 0.25 per unit on a 100 MVA base. The system data expressed in per unit on common 100 MVA base is shown in Table 4 below :

Jadual 4
Table 4

Item	Base	Voltage rating	X_1	X_2	X_0
G1	100	20 kV	0.150	0.150	0.050
G2	100	20 kV	0.150	0.150	0.050
T ₁	100	20/220 kV	0.100	0.100	0.100
T ₂	100	20/200 kV	0.100	0.100	0.100
L ₁₂	100	220 kV	0.125	0.125	0.300
L ₁₃	100	220 kV	0.150	0.150	0.350
L ₂₃	100	220 kV	0.250	0.250	0.750



Rajah 4
Figure 4

Penjana beroperasi tanpa beban pada kadaran voltannya dan frekuensi kadarannya dengan emf sefasa.

The generators are running on no-load at their rated voltage and rated frequency with their emfs in phase.

Tentukan arus gangguan untuk gangguan-gangguan berikut :

Determine the fault current for the following faults :

- (a) Gangguan tiga fasa seimbang pada bus melalui suatu galangan gangguan $Z_f = 0.10 + j 0.15$ per unit.

A balanced three-phase fault at bus 2 through a fault impedance $Z_f = 0.10 + j 0.15$ per unit.

- (b) Gangguan talian ke talian pada bus 2 melalui sebuah galangan $Z_f = j 0.10$ per unit.

Line to line fault at bus 2 through a fault impedance $Z_f = j 0.10$ per unit.

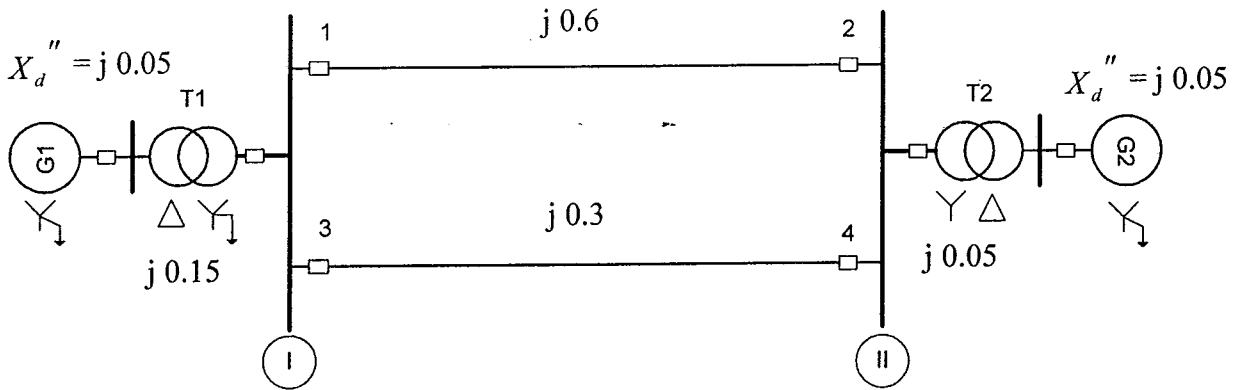
- (c) Gangguan talian ganda ke tanah pada bus 1 melalui suatu galangan gangguan $Z_f = 0.10 + j 0.10$ per unit.

Double line to ground fault at bus 1 through a fault impedance $Z_f = 0.10 + j 0.10$ per unit.

(100%)

5. Reaktan jujukan positif untuk suatu sistem kuasa elektrik ditunjukkan pada Rajah 5 dalam per unit pada asas MVA bersama. Semua perintang diabaikan dan galangan jujukan negatif dianggap sama dengan galangan jujukan positif. Gangguan tiga fasa terjadi pada tengah-tengah talian 1-2. Tentukan arus gangguan, voltan bus tiga fasa semasa gangguan dan arus talian masing-masing fasa.

The positive-sequence reactance for the power system as shown in Figure 5 are per unit on common MVA base. Resistances are neglected and the negative-sequence impedances are assumed to be the same as the positive-sequence impedances. A three-phase fault occurs at center of line 1-2. Find the fault current, the three-phase bus voltage during fault and the line currents in each phase.



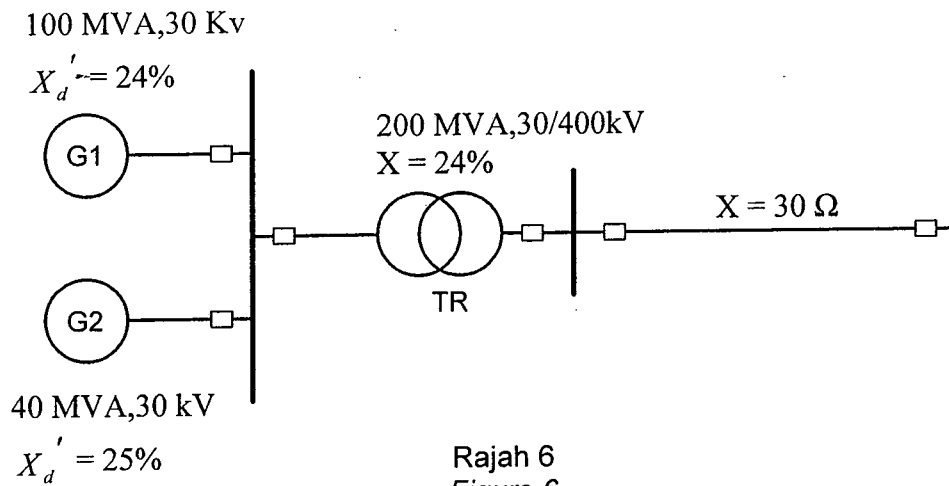
Rajah 5
Figure 5

(100%)

...10/-

6. Diagram segaris daripada suatu sistem elektrik kuasa ditunjukkan pada Rajah 6 yang permulaannya dalam keadaan tanpa beban dengan penjana beroperasi pada voltan kadarannya dan emf nya ialah sefasa. Reaktan kadaran penjana dan reaktan kadaran transformer dalam unit peratus ditandakan pada diagram tersebut. Seluruh perintang diabaikan. Galangan talian $j30 \Omega$. Suatu gangguan tiga fasa terjadi pada hujung talian hantaran. Tentukan arus litar pintas dan MVA litar pintas.

The one line diagram of an electric power system as shown in Figure 6 is initially on no-load with generator operating at their rated voltage and having their emfs in phase. The rating of generators, the transformers and their respective percentage reactance are marked on the diagram. All resistance are neglected. The line impedance is $j 30 \Omega$. A three-phase balanced fault occurs at the receiving end of the transmission line. Determine the short-circuit current and the short-circuit MVA.



Rajah 6
Figure 6

(100%)

oooOOooo