



KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI
TUN HUSSEIN ONN

PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER I
SESI 2006/2007

NAMA MATAPELAJARAN : SISTEM KUASA ELEKTRIK
KOD MATAPELAJARAN : BEE 3243
KURSUS : 3 BEM/BEP/BER/BET
TARIKH PEPERIKSAAN : NOVEMBER 2006
JANGKAMASA : 3 JAM
ARAHAN : JAWAB **SEMUA** SOALAN BAHAGIAN
A DAN **MANA-MANA DUA (2)**
SOALAN DARIPADA BAHAGIAN B.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI 12 MUKA SURAT

SOALAN DALAM BAHASA MELAYU

BAHAGIAN A

- S1 (a) Nyatakan perbezaan di antara kerosakan simetri dan tak simetri. Nyatakan kerosakan yang terkandung di dalam setiap kategori
(5 markah)
- (b) Bagaimana rupa gambarajah jujukan-sifar bagi sesuatu alatubah tiga-fasa jika ia merupakan alatubah Y- Δ dengan sambungan Y dibumikan? Bagaimana pula jika sambungan Y tidak dibumikan?
(5 markah)
- (c) Gambarajah segaris bagi sesuatu sistem kuasa ditunjukkan di dalam Rajah S1(c), di mana regangan jujukan positif, negatif dan sifar juga diberikan. Neutral bagi penjana dan alatubah Y- Δ dibumikan dengan kukuh. Neutral bagi motor dibumikan melalui satu regangan $X_n = 2\%$ di atas dasar motor. Dapatkan gambarajah regangan dengan mengambilkira 30 MVA sebagai dasar pengiraan anda. Lukiskan rangkaian jujukan sifar, positif dan negatif bagi sistem kuasa tersebut. Voltan pra-kerosakan adalah $1.05\angle 0^\circ$ per unit. Kirakan arus kerosakan bagi kerosakan yang berikut:
- (i) Kerosakan tiga-fasa seimbang pada palang 2 melalui satu galangan kerosakan, $Z_f = j0.2$ p.u. Guna kaedah matrik galangan palang.
- (ii) Kerosakan dua talian-ke-bumi pada palang 2 melalui satu galangan kerosakan, $Z_f = j0.2$ p.u.
(15 markah)
- S2 (a) Nyatakan keadaan di mana geganti yang berteraskan pemproses mikro memberikan perlindungan yang lebih baik daripada geganti elektromekanik.
(5 markah)
- (b) Apakah komponen-komponen utama bagi sesuatu sistem perlindungan dalam sistem kuasa? Terangkan fungsi bagi komponen-komponen tersebut dengan menggunakan gambarajah segaris. Gambarajah tersebut mesti menunjukkan sistem kuasa 2-palang dengan komponen-komponen perlindungan yang utama.
(10 markah)
- (c) Lukiskan zon perlindungan bagi sistem kuasa yang ditunjukkan dalam Rajah S2(c). Pemutus litar yang manakah seharusnya terbuka untuk kerosakan pada:
- (i) F1
(ii) F2
(10 markah)

BAHAGIAN B

S3 (a) Mengapa gambarajah segaris digunakan untuk mewakili sistem kuasa? Berikan 6 simbol lazim yang digunakan pada sesuatu gambarajah segaris. (5 markah)

(b) Lakarkan litar setara per-fasa, per unit bagi sistem kuasa di dalam Rajah S3(b). Anggap beban 1 sebagai beban siri dan beban 2 sebagai beban selari. (5 markah)

(c) Rajah S3(c) menunjukkan gambarajah segaris bagi sesuatu sistem kuasa tiga-fasa. Kadar-kadar bagi pelbagai komponen di dalam sistem tersebut adalah:

| | |
|------------------------|---|
| Penjana segerak 1 (G1) | : 40 MVA, 13.8 kV, R=3%, X _s =80% |
| Motor segerak 1 (M2) | : 20 MVA, 13.8 kV, R=3%, X _s =80% |
| Motor segerak 2 (M3) | : 10 MVA, 13.2 kV, R=3%, X _s =100% |
| Alatubah Y- Δ | : 20 MVA, 13.8/132 kV, R=2%, X=10% |
| Talian 1 (TL 1) | : R=10 Ω , X=50 Ω |
| Talian 2 (TL 2) | : R=5 Ω , X=30 Ω |
| Talian 3 (TL 3) | : R=5 Ω , X=30 Ω |

Dasar sistem per unit bagi sistem kuasa ini adalah 40 MVA, 128 kV pada talian penghantaran 1 (TL 1). Dapatkan gambarajah regangan untuk sistem kuasa ini.

(15 markah)

S4 (a) Terangkan maksud pembelahan nuklear dan pelakuran nuklear. (6 markah)

(b) Kipas bagi satu kincir angin kecil mempunyai diameter berukuran 2 meter. Anggarkan kuasa yang boleh dijana oleh kincir tersebut apabila angin bertiup pada kelajuan 30 km/jam dan anggarkan 30% daripada tenaga angin sedia ada boleh diekstrak. (7 markah)

(c) Satu penjana segerak 150 MVA, 10.8 kV, 50 Hz, 2-kutub mempunyai regangan segerak per fasa mengikut galangan terkadarnya. Ia disambungkan kepada satu palang infiniti yang mempunyai voltan talian sebanyak 12 kV, dan voltan teruja diubahkan kepada 1.15 p.u. Kirakan:

- Kelajuan penjana tersebut dalam rpm. Apakah jenis pemutar bagi penjana ini?
- Sudut tork, δ apabila penjana tersebut menghantar 110 MW.
- Kuasa puncak yang boleh dihantar oleh penjana tersebut sebelum ia hilang kesegerakan.

(12 markah)

- S5 (a) Nyatakan fungsi utama sesuatu sub-stesen pengagihan. (5 markah)
- (b) Satu penjana satu-fasa 50 Hz membekalkan satu beban 5 MW pada faktor kuasa 0.75 mengekor melalui satu talian penghantaran atas kepala sepanjang 25 km. Rintangan dan kearuhan talian tersebut adalah 0.0195 Ω/km dan 0.63 mH/km. Voltan pada hujung penerimaan dikehendaki tetap pada 10 kV. Dapatkan:
- (i) Voltan pada hujung penghantaran dan pengatur voltan talian tersebut.
(ii) Kecekapan talian tersebut. (8 markah)
- (c) Satu talian penghantaran 50 Hz dengan kepanjangan 300 km mempunyai jumlah galangan siri sebanyak $40 + j125 \Omega$ dan jumlah lapanan pirau sebanyak 1×10^{-3} mho. Beban pada hujung penerimaan adalah 50 MW pada 230 kV dengan faktor kuasa 0.8 mengekor. Dapatkan voltan, arus, kuasa sahah dan faktor kuasa pada hujung penghantaran dengan menggunakan:
- (i) Kaedah Nominal- π (Digunakan dalam pengiraan talian sederhana)
(ii) Persamaan sebenar talian penghantaran panjang (Fungsi Hiperbola)
- Banding dan berikan komen anda bagi keputusan c(i) dan c(ii). (12 markah)
- S6 (a) Apakah kategori palang yang digunakan di dalam pembelajaran aliran kuasa? Apakah ciri-ciri bagi setiap jenis palang tersebut? (5 markah)
- (b) Rajah S6(b) menunjukkan gambarajah segaris bagi satu sistem kuasa ringkas empat-palang dengan penjanaan berada pada palang 1. Beban terjadual pada palang 2, 3, dan 4 ditandakan pada gambarajah tersebut. Galangan talian diberikan dalam per unit berdasarkan 100 MVA dan lapanan pirau talian diabaikan.
- (i) Dapatkan matrik lapanan palang, Y_{bus} .
(ii) Tentukan nilai bagi V_2 , V_3 , dan V_4 yang dihasilkan daripada ulangan kedua kaedah Gauss-Seidel.
(iii) Dapatkan jumlah kuasa sahah dan maya yang terjana pada palang kendur.
(iv) Dapatkan jumlah kehilangan talian untuk sistem ini. (20 markah)

SOALAN DALAM BAHASA INGGERIS**SECTION A**

- Q1 (a) State the difference between a symmetrical and unsymmetrical fault. State the types of faults fall into each category. (5 marks)
- (b) What does the zero-sequence diagram of a three-phase transformer look like if it is a Y- Δ transformer with a grounded Y connection? What if the Y connection is ungrounded? (5 marks)
- (c) One-line diagram of a power system is shown in Figure Q1(c), where the zero, positive, and negative sequence reactances are also given. The neutrals of the generator and the Y- Δ transformers are solidly grounded. The motor neutral is grounded through a reactance $X_n = 2\%$ on the motor base. Obtain the reactance diagram by taking 30 MVA as your calculation base. Draw the zero, positive and negative sequence networks for the power system. The pre-fault voltage is $1.05\angle 0^\circ$ per unit. Calculate the fault current for the following faults: (15 marks)
- (i) A balanced three-phase fault at bus 2 through a fault impedance, $Z_f = j0.2$ p.u. Use the bus impedance matrix method.
- (ii) A double line-to-ground fault at bus 2 through a fault impedance, $Z_f = j0.2$ p.u.
- Q2 (a) State the conditions where the microprocessor based relays provide better protection than electromechanical relays. (5 marks)
- (b) What are the main components of a protection system in a power system? Explain the function of the components by using one-line diagram. The diagram must show a 2-bus power system with the main protection components. (10 marks)
- (c) Draw the protective zones for the power system shown in Figure Q2(c). Which circuit breaker should open for a fault at: (10 marks)
- (i) F1
- (ii) F2

SECTION B

Q3 (a) Why are one-line diagrams used to represent power system? Give 6 common symbols used on a one-line diagram.

(5 marks)

(b) Sketch the per-phase, per unit equivalent circuit of the power system in Figure Q3(b). Treat load 1 as a series load and load 2 as a parallel load.

(5 marks)

(c) Figure Q3(c) shows a one-line diagram of a three-phase power system. The ratings of the various components in the system are:

| | |
|------------------------------|---|
| Synchronous generator 1 (G1) | : 40 MVA, 13.8 kV, R=3%, X _s =80% |
| Synchronous motor 1 (M2) | : 20 MVA, 13.8 kV, R=3%, X _s =80% |
| Synchronous motor 2 (M3) | : 10 MVA, 13.2 kV, R=3%, X _s =100% |
| Y-Δ Transformers | : 20 MVA, 13.8/132 kV, R=2%, X=10% |
| Line 1 (TL 1) | : R=10 Ω, X=50 Ω |
| Line 2 (TL 2) | : R=5 Ω, X=30 Ω |
| Line 3 (TL 3) | : R=5 Ω, X=30 Ω |

The per unit system base for this power system is 40 MVA, 128 kV in transmission line 1 (TL 1). Obtain the reactance diagram for this power system.

(15 marks)

Q4 (a) Explain the meaning of nuclear fission and nuclear fusion.

(6 marks)

(b) The propeller of a small wind turbine has a diameter of 2 meters. Estimate the power that the turbine can generate when the wind blows at a speed of 30 km/hour and supposing that 30% of the available wind energy can be extracted.

(7 marks)

(c) A 150 MVA, 10.8 kV, 50 Hz, 2-pole synchronous generator has a synchronous reactance per phase of its rated impedance. It is connected to an infinite bus having a line voltage of 12 kV, and the induced voltage is adjusted to 1.15 p.u. Calculate:

(i) The speed of the generator in rpm. What is the rotor type for this generator?

(ii) The torque angle, δ when the generator delivers 110 MW.

(iii) The peak power that the generator can deliver before it loses synchronism.

(12 marks)

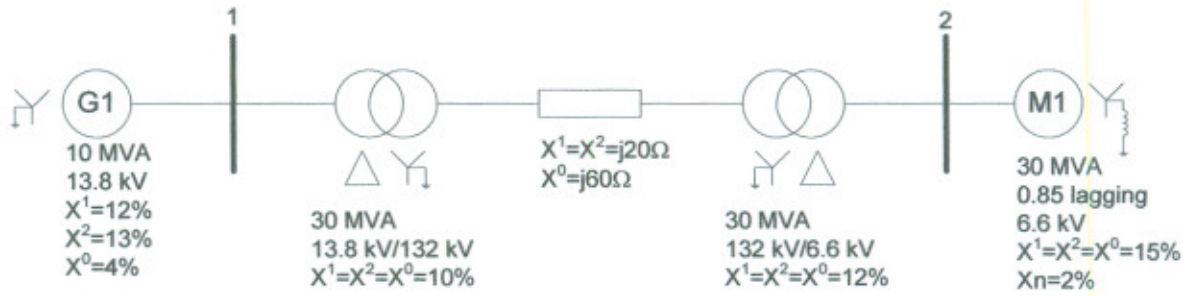
- Q5 (a) State the main functions of a distribution substation. (5 marks)
- (b) A 50 Hz single-phase generator supplies a load of 5 MW at a power factor of 0.75 lagging by means of a 25 km long overhead transmission line. The line resistance and inductance are 0.0195 Ω /km and 0.63 mH/km. The voltage at the receiving-end is required to be kept constant at 10 kV. Find:
- The sending-end voltage and the voltage regulation of the line.
 - The efficiency of the line.
- (8 marks)
- (c) A 50 Hz transmission line with the length of 300 km has a total series impedance of $40 + j125 \Omega$ and a total shunt admittance of 1×10^{-3} mho. The receiving-end load is 50 MW at 230 kV with 0.8 lagging power factor. Find the sending-end voltage, current, active power and power factor using:
- Nominal- π method (Use in medium line calculation)
 - Exact long transmission line equation (Hyperbolic function)
- Compare and give your comment for the results in c(i) and c(ii). (12 marks)

- Q6 (a) What categories of buses are used in a power flow study? What are the characteristics of each type of the bus? (5 marks)
- (b) Figure Q6(b) shows the one-line diagram of a simple four-bus power system with generation at bus 1. The scheduled load at bus 2, 3, and 4 are as marked on the diagram. Line impedances are given in per unit on a 100 MVA base and the line charging susceptances are neglected.
- Find the bus admittance matrix, Y_{bus} .
 - Determine the value of V_2 , V_3 , and V_4 that are produced by the second iteration of the Gauss-Seidel method.
 - Find the total real and reactive power generated at slack bus.
 - Find the total line losses for this system.
- (20 marks)

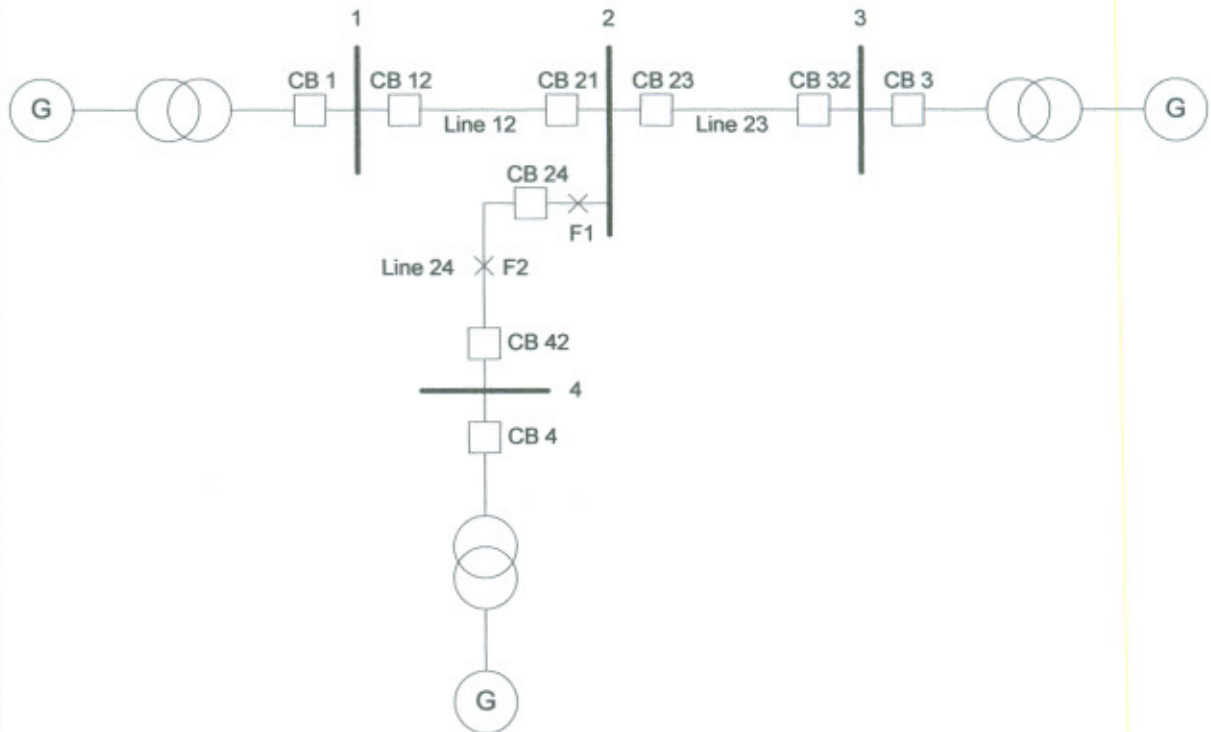
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
 MATA PELAJARAN : SISTEM KUASA ELEKTRIK

KURSUS : 3 BEM/BEP/BER/BET
 KOD MATAPELAJARAN : BEE 3243



Rajah S1(c)/Figure Q1(c)

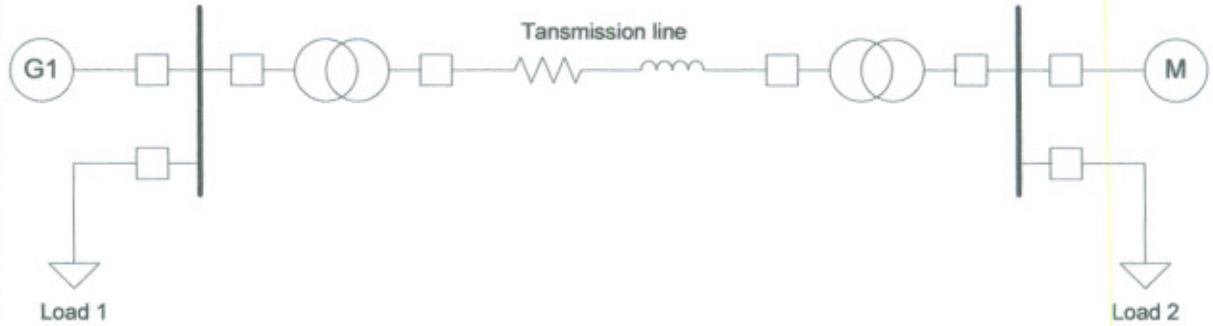


Rajah S2(c)/Figure Q2(c)

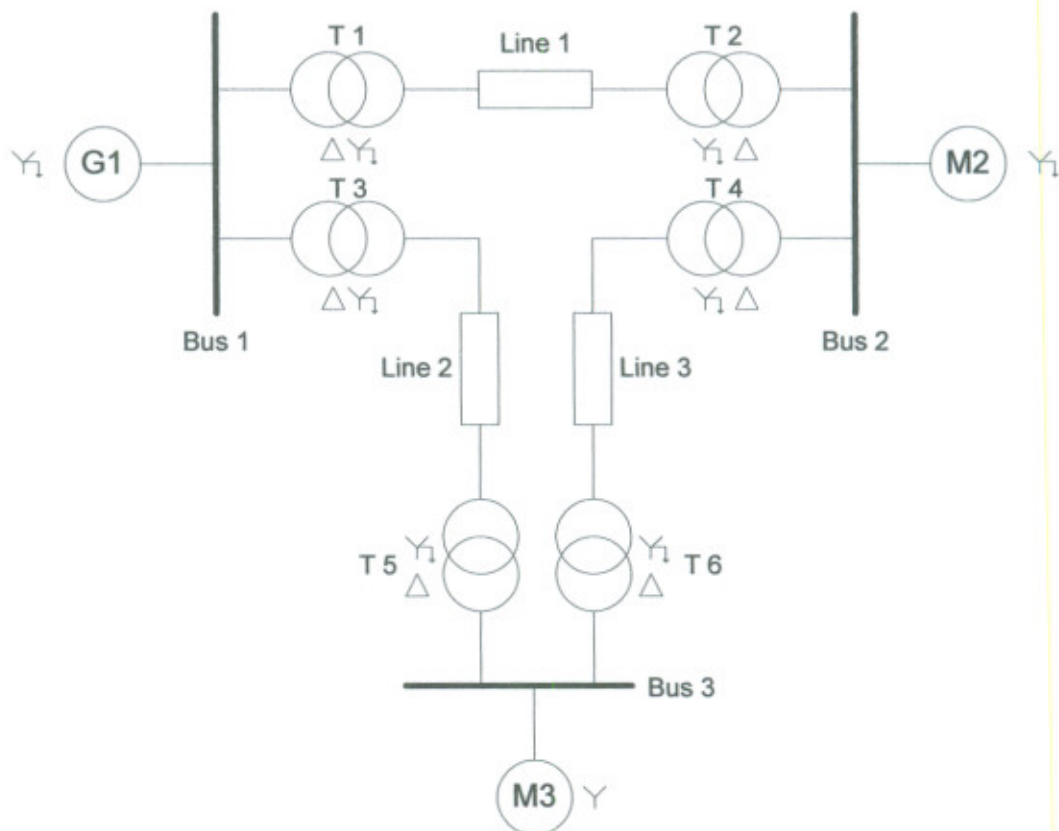
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
 MATA PELAJARAN : SISTEM KUASA ELEKTRIK

KURSUS : 3 BEM/BEP/BER/BET
 KOD MATAPELAJARAN : BEE 3243



Rajah S3(b)/Figure Q3(b)

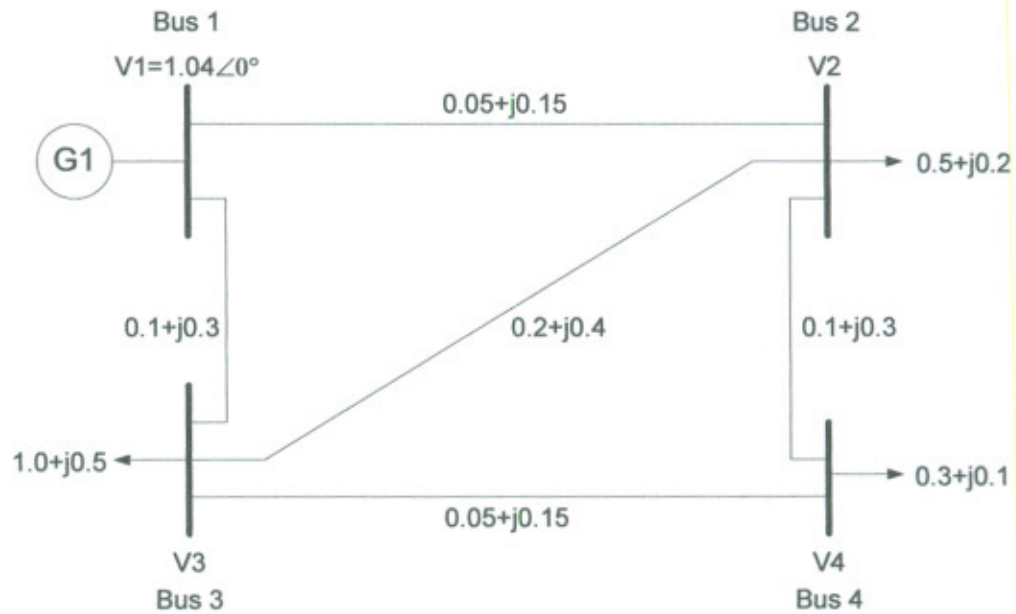


Rajah S3(c)/Figure Q3(c)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
 MATA PELAJARAN : SISTEM KUASA ELEKTRIK

KURSUS : 3 BEM/BEP/BER/BET
 KOD MATAPELAJARAN : BEE 3243



Rajah S6(b)/Figure Q6(b)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
 MATA PELAJARAN : SISTEM KUASA ELEKTRIK

KURSUS : 3 BEM/BEP/BER/BET
 KOD MATAPELAJARAN : BEE 3243

Formulas

Conversion of a given base per-unit impedance on a new base:

$$Z_{new(pu)} = Z_{old(pu)} \left(\frac{kV_{base(old)}}{kV_{base(new)}} \right)^2 \left(\frac{MVA_{base(new)}}{MVA_{base(old)}} \right)$$

Nominal π transmission line model:

$$V_S = \left(1 + \frac{ZY}{2} \right) V_R + ZI_R$$

$$I_S = Y \left(1 + \frac{ZY}{4} \right) V_R + \left(1 + \frac{ZY}{2} \right) I_R$$

Exact long line equations:

$$V_s = \cosh \gamma \ell V_R + Z_c \sinh \gamma \ell I_R$$

$$I_s = \frac{1}{Z_c} \sinh \gamma \ell V_R + \cosh \gamma \ell I_R$$

$$\cosh(\gamma \ell) = \left(\frac{e^{\gamma \ell} + e^{-\gamma \ell}}{2} \right)$$

$$\sinh(\gamma \ell) = \left(\frac{e^{\gamma \ell} - e^{-\gamma \ell}}{2} \right)$$

$$\text{Characteristic impedance, } Z_c = \sqrt{\frac{z}{y}}$$

$$\text{Propagation constant, } \gamma = \sqrt{yz}$$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
 MATA PELAJARAN : SISTEM KUASA ELEKTRIK

KURSUS : 3 BEM/BEP/BER/BET
 KOD MATAPELAJARAN : BEE 3243

Formulas

Fault analysis equations,

$$I_k(F) = \frac{V_k(0)}{Z_{kk} + Z_f}$$

$$\begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a^0 \\ I_a^1 \\ I_a^2 \end{bmatrix}, \text{ where } a = 1 \angle 120^\circ$$

Double line-to-ground:

$$I_a^0 = \frac{V_a^0 - V_a^1}{3Z_f} = -\frac{E_a - Z^1 I_a^1}{Z^0 + 3Z_f}$$

$$I_a^1 = \frac{E_a}{Z^1 + \frac{Z^2(Z^0 + 3Z_f)}{Z^2 + Z^0 + 3Z_f}}$$

$$I_a^2 = -\frac{E_a - Z^1 I_a^1}{Z^2}$$

$$I_f = I_b + I_c = 3I_a^0 \text{ (Fault current)}$$

Power flow equations (Gauss-Seidel):

$$V_i^{[k+1]} = \frac{\frac{P_i^{sch} - jQ_i^{sch}}{V_i^{*[k]}} - \sum_{j=1, j \neq i}^n Y_{ij} V_j^{[k]}}{Y_{ii}}$$

$$P_i^{[k+1]} - Q_i^{[k+1]} = V_i^{*[k]} \left[V_i^{[k]} Y_{ii} + \sum_{j=1, j \neq i}^n Y_{ij} V_j^{[k]} \right]$$

Total line losses = Total generation power – total load power