

SULIT



First Semester Examination
2022/2023 Academic Session

February 2023

EEK369 – High Voltage Engineering
(Kejuruteraan Voltan Tinggi)

Duration : 3 hours
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **TEN (10)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TEN (10)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper consists of **FOUR (4)** questions. Answer **ALL** questions.

Arahan : Kertas ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan.]

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

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

1. High voltage (HV) power transformer with the rated voltage 100 kV and above usually used liquid dielectrics as insulation media due to its high insulation strength.

Pengubah kuasa voltan tinggi dengan voltan berkadar 100 kV dan ke atas biasanya menggunakan dielektrik cecair sebagai media penebat kerana kekuatan penebatnya yang tinggi.

- a) List down two types of liquid dielectrics that are the most commonly used as insulation media in HV transformer.

Senaraikan dua jenis dielektrik cecair yang paling biasa digunakan sebagai bahan penebat dalam pengubah voltan tinggi.

(10 marks/markah)

- b) What are the four main factors that affect the electrical strength of the insulating oil and eventually cause a breakdown in liquid dielectric?

Apakah empat faktor utama yang mempengaruhi kekuatan elektrik minyak penebat dan akhirnya menyebabkan kerosakan dalam dielektrik cecair?

(20 marks/markah)

- c) List three breakdown mechanisms in liquid dielectric.

Senaraikan tiga mekanisma kerosakan dalam dielektrik cecair.

(15 marks/markah)

- d) What are three main characteristics of good liquid dielectrics that should be used in HV transformer and briefly describe each of the characteristic?

Apakah tiga ciri utama dielektrik cecair yang baik yang harus digunakan dalam pengubah HV dan huraikan secara ringkas setiap ciri tersebut?

(55 marks/markah)

2. a) A 11kV XLPE single core coaxial cable has inner and outer diameter of 24 mm and 36 mm, respectively. The inner diameter represents the conductor of the cable, which has been insulated by the XLPE material.

Sebuah 11kV XLPE teras tunggal kabel sepaksi mempunyai diameter dalaman dan luaran masing-masing 24 mm dan 36 mm. Diameter dalaman mewakili pengalir kabel yang mana telah ditebat oleh bahan XLPE.

- (i). If the potential of the XLPE cable as a function of the radius is given as in equation (1), where a is inner radius and b is outer radius, calculate the maximum electric field, E_{max} (V/m) of the XLPE cable at its rated voltage.

Jika potensi kabel XLPE diberikan sebagai persamaan (1), di mana a ialah jejari dalaman dan b adalah jejari luar, kira medan elektrik maksimum, E_{max} kabel XLPE tersebut pada nilai kadar voltannya

$$\phi(r) = \frac{V \ln \left(\frac{b}{r} \right)}{\ln \left(\frac{b}{a} \right)} \dots \dots \dots (1)$$

(20 marks/markah)

- (ii). Calculate the field utilization factor η and explain the meaning of the result obtained.

Kira faktor penggunaan medan dan jelaskan makna/maksud bagi keputusan yang diperolehi.

(20 marks/markah)

- b) List six breakdown mechanisms in solid dielectric

Senaraikan enam mekanisma kerosakan dalam dielektrik cecair.

(30 marks/markah)

- c) Describe the meaning of the following terms.

Jelaskan maksud/makna terma-terma berikut.

- (i). Self - restoring insulation

Penebat dengan pembaikan semula

- (ii). Non-self- restoring insulation

Penebat tanpa pembaikan semula

- (iii). Uniform electric field

Medan elektrik seragam

- (iv). Ionization

Pengionan

- (v). Partial Discharge

Nyahcas separa

- (vi). Breakdown Voltage

Voltan kerosakan

(30 marks/markah)

-5-

3. a) Explain mechanism of lightning strike and the corresponding current surge with the suitable diagram

Terangkan mekanisma sambar kilat dan arus pusuan sepadan dengan diagram yang sesuai

(25 marks/markah)

- b) A transmission line of surge impedance $Z(\Omega)$ is terminated with a capacitance C (μF). If an incident voltage waves of $E \varepsilon^{-\alpha t}$ travel along the line to the junction point,

Suatu talian hantaran bergalang pusuan $Z(\Omega)$ diakhiri dengan satu pemuat $C(\mu F)$. Jika gelombang voltan tuju ialah $E\varepsilon^{-\alpha t}$ bergerak sepanjang talian sehingga titik pencantuman,

- (i) Sketch the equivalent circuit of the transmission line showing the travelling wave

Lakarkan litar setara bagi talian hantaran yang menunjukkan gelombang kembara.

(20 marks/markah)

- (ii) Estimate the transmitted voltage and current wave in the transmission line

Anggarkan gelombang voltan dan arus terhantar dalam talian hantaran.

(20 marks/markah)

-6-

- (iii) Estimate also the reflected voltage and current wave in the transmission line

Anggarkan juga gelombang voltan dan arus terpantul dalam talian hantaran.

(20 marks/markah)

- c) Protection against overvoltages and switching overvoltages can be performed in many ways. State down three ways of protection against the overvoltages due to lightning?

Perlindungan terhadap voltan lampau dan pensusisan voltan lampau boleh dilakukan pelbagai cara. Nyatakan tiga cara perlindungan terhadap voltan lampau yang disebabkan oleh kilat?

(15 marks/markah)

4. a) State 3 types of rectifier circuit configurations to produce high DC voltages from AC sources

Nyatakan 3 jenis konfigurasi litar penerus untuk menghasilkan voltan AT tinggi dari sumber AU.

(15 marks/markah)

- b) As shown in **FIGURE 4 (b)**, elaborate the parameter in consideration of the value of capacitor in high voltage generation circuitry. Justify why it is not practical by fixing the large value of capacitor in order to reduce the ripple voltage, then give the practical solution in minimizing the ripple voltage

Seperti di **RAJAH 4 (b)**, huraikan parameter dengan mempertimbangkan nilai kapasitor dalam litar penjanaan voltan tinggi. Beri justifikasi mengapa ia tidak praktikal dengan menetapkan nilai kapasitor yang tinggi untuk mengurangkan voltan riak, kemudian berikan penyelesaian yang praktikal di dalam meminimumkan voltan riak.

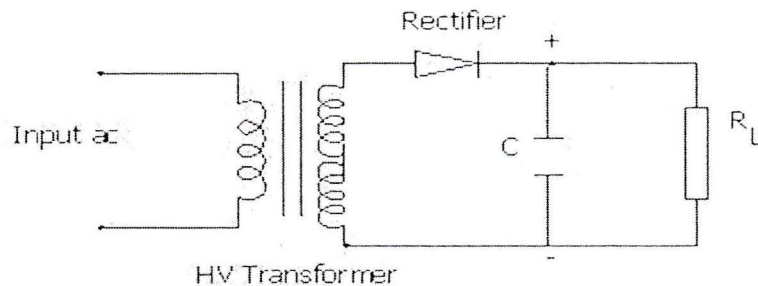


Figure 4(b)

Rajah 4(b)

(15 marks/markah)

- c) A Cockcroft-Walton type voltage multiplier has eight stages with capacitances all equal to $0.05 \mu\text{F}$. The supply voltage V_s is 125 kV at a frequency of 150 Hz. If the load current to be supplied is 5 mA, calculate

Sejenis pendarab voltan Cockcroft-Walton mempunyai 8 paras dengan semua kemuatan sama dengan $0.05 \mu\text{F}$. Voltan bekalan ialah 125 kV pada frekuensi 150 Hz. Jika arus beban dibekalkan ialah 5 mA, kira

- (i). percentage ripple voltage
peratusan voltan riak

(10 marks/markah)

- (ii). the regulation
pengaturan

(15 marks/markah)

- (iii). the optimum number of stages for minimum regulation or voltage drop

Bilangan paras optimum untuk minimum pengaturan atau voltan jatuh

(5 marks/markah)

- d) A coaxial shunt is to be designed to measure an impulse current of 50 kA. If the bandwidth of the shunt is to be at least 10 MHz and if the voltage drop across the shunt should not exceed 50 V. Refer to **FIGURE 4(d)**,

*Sepaksi pirau telah direkabentuk untuk membuat pengukuran arus dedenyut 50 kA. Jika lebar jalur pirau sekurang kurangnya 10 MHz dan jika voltan jatuh melalui pirau tidak melebihi 50 V, Rujuk **RAJAH 4(d)**,*

- (i) sketch the simplified of equivalent circuit for coaxial ohmic shunt

lakarkan litar setara pirau ohm sepaksi yang telah dipermudahkan

(5 marks/markah)

- (ii) based on answer (i), calculate the optimum ohmic value of the shunt and its dimensions. State **ONE** candidate for conductor material

*berdasarkan jawapan (i), hitungkan optimum nilai ohm pirau dan dimensinya. Nyatakan **SATU** bahan untuk konduktor*

(15 marks/markah)

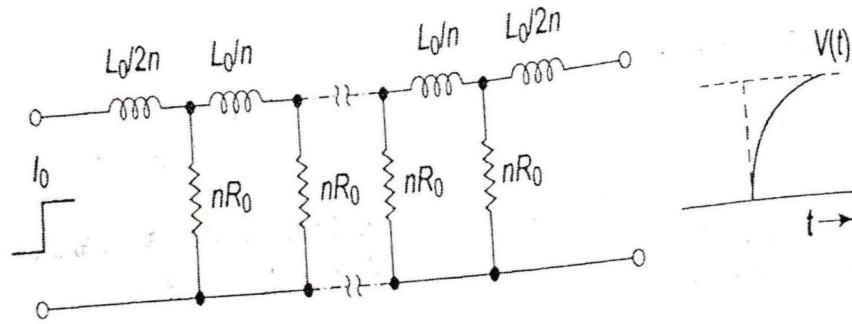


Figure 4(d)

Rajah 4(d)

- e) Explain the basic working principle of circuit breaker? Designate the circuit breakers according to the dielectric medium used.

Jelaskan prinsip kerja asas bagi pemutus litar? Namakan pemutus litar berpandukan kepada bahantara dielektrik yang digunakan.

(20 markah/marks)

-oooOooo-

APPENDIX

LAMPIRAN

Question	Course Outcome (CO)	Programme Outcome (PO)
1	1	PO2
2	1	PO2
3	2	PO2
4	3	PO2