

SULIT



First Semester Examination
2018/2019 Academic Session

December 2018/ January 2019

**EEK369 – HIGH VOLTAGE SYSTEM
(Sistem Voltan Tinggi)**

Duration : 3 hours
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **ELEVEN (11)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions: This question paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **ALL** questions in **PART A** and **TWO (2)** form **PART B** questions. All questions carry the same marks.

Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan di **PART A** dan **DUA (2)** soalan dari **PART B**. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

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

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

... 2/-

SULIT

PART A

BAHAGIAN A

1. An experiment has been performed in a certain gas insulating media using the plane-plane electrodes. The result of Townsend type current versus distance, d is plotted as shown in Figure 1.1.

Suatu ujikaji telah dijalankan dalam gas tertentu dengan menggunakan satah-satah elektrod. Arus elektrik jenis Townsend lawan jarak, d telah diplotkan seperti ditunjukkan dalam Rajah 1.1.

- (a) Explain how does the Townsend first ionization coefficient α can be determined?

Terangkan bagaimana pekali pengionan pertama Townsend dapat ditentukan?

(20 marks/markah)

- (b) From the experiment, it was found that the steady state current is 2.7×10^{-8} A at a voltage of 10 kV and at a distance of 0.005 m between the electrodes. Keeping the electric field constant and increasing the distance of the electrodes to 0.01 m results in a current of 2.7×10^{-6} A. Calculate

Daripada ujikaji tersebut, keadaan arus mantap ialah 2.7×10^{-8} pada voltan 10 kV dan jarak di antara elektrod ialah 0.005 m. Dengan menentukan medan elektrik sentiasa malar dan menambahkan jarak antara elektrod kepada 0.01 m, menghasilkan arus sebanyak 2.7×10^{-6} A. Kirakan

- (i) The applied voltage required to keep the electric field constant at the increasing distance of 0.01 m

Voltan yang dikenakan agar medan elektrik tetap malar bagi penambahan jarak 0.01 m

(10 marks/markah)

- (ii) The Townsend first ionization coefficient, α
Pekali pengionan pertama Townsend, α

(10 marks/markah)

- (c) Briefly explain the criterion of Townsend's breakdown
Terangkan secara ringkas kriteria kerosakan Townsend

(20 marks/markah)

- (d) Determine the Townsend's secondary ionization coefficient, γ when the distance between the electrodes, d_s is increased to 0.012 m. (Noted that the electric field is constant)

Tentukan pekali pengionan kedua Townsend, γ apabila jarak di antara elektrod, d_s ditambah kepada 0.012 m (catatan di mana medan elektrik adalah malar)

(20 marks/markah)

- (e) The streamer criterion may be occurred in this gas between the electrodes at certain gap distance. From the first ionization coefficient obtained in (b), determine the gap distance of electrodes that initiates the streamer criterion and briefly explain how the streamer could occur.

Kriteria streamer boleh berlaku di dalam gas ini pada suatu jarak di antara elektrod. Daripada nilai pekali pengionan pertama Townsend yang didapati dalam (b), tentukan jarak di antara dua elektrod yang memulakan kepada terjadinya kriteria streamer dan terangkan secara ringkas bagaimana kateria streamer ini boleh berlaku.

(20 marks/markah)

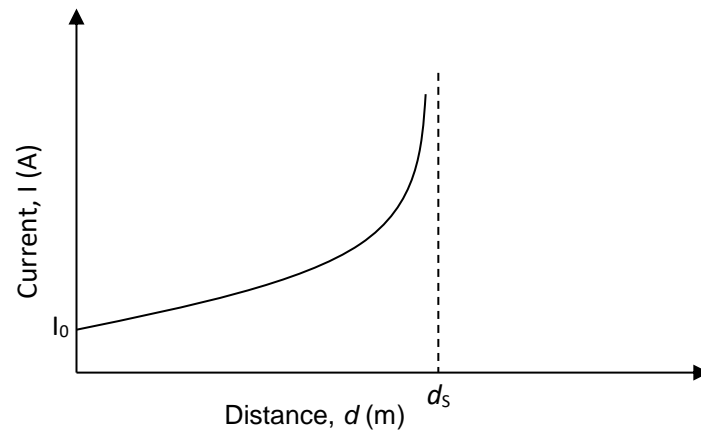


Figure 1.1 : Townsend type current versus distance of plane-plane electrodes
 Rajah 1.1: Arus elektrik jenis Townsend lawan jarak d bagi satah-satah elektrod

2. (a) A transmission line of surge impedance Z (Ω) is terminated with an inductance L (mH). If an incident current wave of $Ie^{-\alpha t}$ travels along the line to the junction point,

Suatu litar penghantar bergalangan pusingan Z (Ω) diakhiri dengan kearuhan L (mH). Jika gelombang tuju arus ialah $Ie^{-\alpha t}$ bergerak sepanjang litar sehingga pada titik percantuman akhir,

- (i) Draw the circuit diagram of the transmission line showing the travelling wave
Lukis rajah litar penghantar menunjukkan pergerakan gelombang tersebut

(25 marks/markah)

- (ii) Determine the transmitted voltage and current wave
Tentukan gelombang voltan dan arus terhantar

(25 marks/markah)

- (iii) Determine the reflected voltage and current wave
Tentukan gelombang voltan dan arus terpantul

(25 marks/markah)

- (b) A 220 kV, 3 phase line has a horizontal configuration of conductors 5 m apart. The ground clearance is 15 m. Find the position and number of ground wires required. Draw the schematic diagram with dimensions showing the position and the number of ground wires.

Suatu 220 kV, talian 3 fasa mempunyai tatarajah mendatar bagi pengalir dipisahkan di antaranya sejauh 5 m. Jarak daripada bumi 15 m. Cari kedudukan yang sesuai dan bilangan dawai bumi yang diperlukan. Lukiskan gambarajah skema bersama ukurannya menunjukkan kedudukan dan bilangan dawai bumi.

(25 marks/markah)

3. (a) In general, give 2 methods used to generate AC high voltage generation in laboratory.

Secara am beri 2 kaedah yang digunakan untuk menjana voltan tinggi AC di dalam makmal.

(20 marks/markah)

- (b) Draw 3-stages cascaded transformers circuit used for AC high voltage generation and explain the disadvantages of this circuit arrangement.

Lukis litar pengubah terlata 3 peringkat yang di gunakan bagi menjana voltan tinggi AC dan terangkan kelemahan litar yang menggunakan susunan ini.

(20 marks/markah)

- (c) 8 stages of impulse generator has each condenser rated for 0.16 μF and 125 kV. The load capacitor available is 0.001 μF .

Penjana dedenyut 8 peringkat mempunyai pemeluwap pada kadar 0.16 μF dan 125 kV. Beban pemuat yang boleh diguna adalah 0.001 μF .

- (i) Draw the equivalent circuit of the impulse generator

Lukis litar setara bagi penjana dedenyut ini.

- (ii) Find the value of series resistance and the damping resistance needed to produce $1.2/50 \mu\text{s}$ impulse wave.
Cari nilai perintang sesiri dan perintang redaman bagi menjana $1.2/50 \mu\text{s}$ gelombang denyut.
- (iii) What is the maximum output voltage of the generator, if the charging voltage is 120 kV
Apakah nilai maksimum voltan keluaran penjana tersebut sekiranya voltan pengecasan adalah 120 kV.

(60 marks/markah)

PART B**BAHAGIAN B**

4. (a) Explain what is meant by the following terms
Terangkan apa yang dimaksudkan oleh terma-terma berikut
- (i) Ionization
Pengionan
- (ii) Partial Discharge
Separa nyah caj
- (iii) Breakdown Voltage
Voltan pecah tebat
- (iv) Non-self- restoring insulation
Penebat bukan penyimpanan semula diri
- (v) Non-uniform electric field
Medan elektrik tidak seragam

(20 marks/markah)

- (b) Determine the potential V_r , the maximum electric field, E_m , and the field utilization factor, η , for the following geometrical configurations

Tentukan upaya V_r , medan elektrik maksimum E_m dan faktor penggunaan medan η bagi tatarajah geometri berikut

- (i) Concentric sphere (see Figure 4.1) with inner and outer radius of a and b meter, respectively, if $E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (V/m) and $V = -\int_a^b E_r dr$
 Sfera sepusat (lihat Rajah 4.1) dengan jejari dalaman dan luaran sebanyak a dan b meter, sekiranya $E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (V/m) dan $V = -\int_a^b E_r dr$
 (20 marks/markah)

- (ii) Coaxial cylinder (see Figure 4.2) with the inner and outer diameter of $2a$ and $2b$ meter, respectively, if $E_r = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r}$ (V/m) and $V = -\int_a^b E_r dr$
 Silinder sepaksi (lihat Rajah 4.2) dengan garis pusat dalaman dan luaran sebanyak $2a$ dan $2b$ meter, sekiranya $E_r = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r}$ (V/m) and $V = -\int_a^b E_r dr$
 (20 marks/markah)

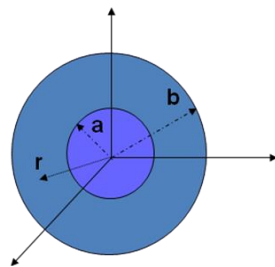


Figure 4.1 Concentric sphere
 Rajah 4.1 Sfera sepusat

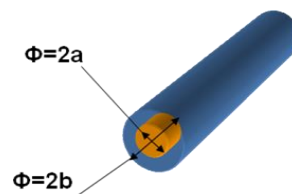


Figure 4.2 Coaxial cylinder
 Rajah 4.2 Silinder sepaksi

- (c) Several theories have been proposed to explain the breakdown in liquids dielectric. One of the theories is Suspended Particle Theory. Explain briefly with the suitable diagram what is Suspended Particle Theory?

Beberapa teori telah pun diperkenalkan untuk menerangkan keruntuhan dalam cecair dielektrik. Salah satu teorinya ialah "Suspended Particle Theory". Terangkan secara ringkas dengan bantuan gambarajah apakah "Suspended Particle Theory" tersebut?

(20 marks/markah)

- (d) What are the electrical properties that are essential in determining the dielectric performance of liquid dielectrics?

Apakah ciri-ciri elektrik yang perlu untuk menentukan prestasi dielektrik bagi cecair dielektrik?

(20 marks/markah)

5. (a) State all possible high current measurement techniques that can be used for following application:

Nyatakan semua kemungkinan cara pengukuran arus tinggi yang boleh digunakan untuk aplikasi berikut:

- (i) Direct current.

Arus terus.

- (ii) Alternating current.

Arus ulangalik.

- (iii) High frequency AC, impulse and rapidly changing currents.

Frekuensi tinggi AC, denyut dan arus berubah cepat.

(21 marks/markah)

- (b) Circuit in Figure 5.1 is used to measure V_{rms} of high voltage AC application. Name the measurement technique for the circuit in the figure and give the equation to measure the V_1 . Calculate the V_2 value if $C_1 = 10 \mu F$, $C_2 = 22 \mu F$ and meter internal capacitance is at $0.01 \mu F$ and the system operate at Malaysia frequency range.

Litar di Rajah 5.1 di gunakan untuk mengukur V_{rms} bagi penggunaan voltan tinggi AC. Namakan cara pengukuran bagi litar yang ditunjukkan dalam rajah dan beri persamaan bagi mengukur V_1 . Kira nilai V_2 sekiranya $C_1 = 10 \mu F$, $C_2 = 22 \mu F$ dan pemuat dalaman meter adalah $0.01 \mu F$ dan sistem berfungsi pada kadar frekuensi Malaysia.

(29 marks/markah)

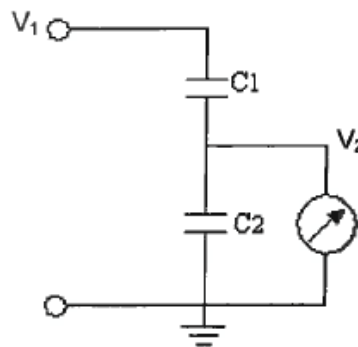


Figure 5.1 High Voltage AC Measurement Circuit

Rajah 5.1 Litar pengukuran Voltan Tinggi AC.

- (c) R-C mixed divider as Figure 5.2 has HV arm consisting of capacitance of 400 pF in series with a resistance of 100Ω . The LV arms has resistance of 0.175Ω in series with capacitance C_2 .

Pembahagi campuran R-C seperti Rajah 5.2 mempunyai lengan HV mempunyai kekuatan pada 400 pF secara sesiri dengan nilai perintang pada 100Ω . Lengan LV mempunyai perintang pada 0.175Ω yang bersiri dengan pemuat C_2 .

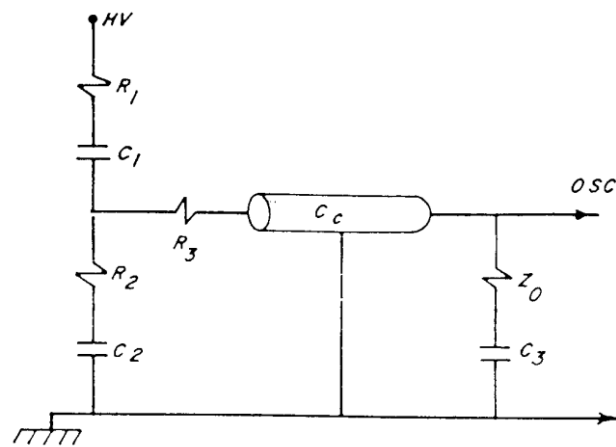


Figure 5.2 R-C mixed divider circuit

Rajah 5.2 Litar pembahagi campuran R-C

- (i) What should be the value of C_2 for correct compensation?
Apakah nilai sepatutnya bagi C_2 bagi memperoleh pampasan yang betul.
- (ii) The divider is connected to a CRO through a measuring cable of 75Ω surge impedance. What should be the value of R_4 and C_4 (as Figure 5.2) in the matching impedance.
Pembahagi di sambung pada CRO menggunakan kabel pengukur yang mempunyai nilai galangan pusuan pada 75Ω . Apakah nilai sepatut R_4 dan C_4 bagi memperoleh nilai galangan sepadan.
- (iii) Determine the ratio of the divider.
Tentukan nilai nisbah bagi pembahagi.

(50 marks/markah)

6. (a) What are the functions of circuit breaker in electrical system.
Apakah fungsi-fungsi pemutus litar dalam sistem elektrik.

(18 marks/markah)

- (b) Briefly explain the formation of arc and list all the medium used for arc quenching for voltage above 415 V.

Terangkan secara ringkas pembentukan arka dan senaraikan semua bahanatara yang digunakan bagi lingkap-kejut arka bagi voltan melebihi 415 V.

(32 marks/markah)

- (c) Figure 6.1 is the cross section of the vacuum interrupter, list all the components marks from 1 to 5 and explain the working principles of this circuit breaker.

Rajah 6.1 adalah keratan lintang penyampuk vakum, senaraikan semua komponen yang bertanda 1 sehingga 5 dan terangkan prinsip kerja bagi pemutus litar ini.

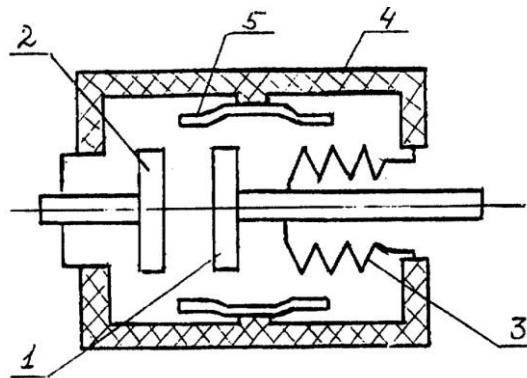


Figure 6.1 Vacuum Interrupter

Rajah 6.1 Penyampuk vakum

(35 marks/markah)

- (d) What are the suitable operating voltage for air blast circuit breaker and name all type of air blast used for this circuit breaker.

Apakah nilai voltan yang sesuai bagi pengendalian pemutus litar bagas udara dan namakan semua jenis bagas udara yang digunakan dalam pemutus litar ini.

(15 marks/markah)

oooOooo