

北九州工業高等専門学校

令和6年度 専攻科学力選抜試験 検査問題

## Ⅲ群

(電気回路, 電気磁気学)

(配点)	<table border="1"><tr><td>1</td><td>100点</td></tr></table>	1	100点	<table border="1"><tr><td>2</td><td>100点</td></tr></table>	2	100点
1	100点					
2	100点					

### (注意事項)

1. 問題は指示があるまで開かないこと。
2. 問題は本紙を除き2枚あるため、検査開始の合図のあとに枚数を確認すること。
3. 検査中に問題の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気づいた場合、静かに手を高く上げて監督者に知らせること。
4. 解答用紙すべてに受験番号、氏名を記入すること。
5. 解答用紙のホッチキス留めは外さないこと。

( 2 枚中 1 枚)

北九州工業高等専門学校  
 令和6年度 専攻科学力選抜試験 検査問題  
 III 群 (電気回路・電気磁気学)

1 次の電気回路に関する問いに答えなさい。(配点 100 点)

問1 図1の回路において、スイッチ  $S$  を開いたとき、端子間電圧は  $V$  であった。 $S$  を閉じた際に、 $R_5$  に流れる電流  $I$  をテブナンの定理を用いて求めるとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) スイッチ  $S$  開放時、端子  $ab$  間の電圧  $V_{ab}$  を答えなさい。
- (2) 電源を除去した受動回路を端子  $ab$  間から見た合成抵抗  $R_{ab}$  を答えなさい。
- (3) テブナンの等価回路を示し、 $R_5$  に流れる電流  $I$  を回路中に示された記号のみで答えなさい。

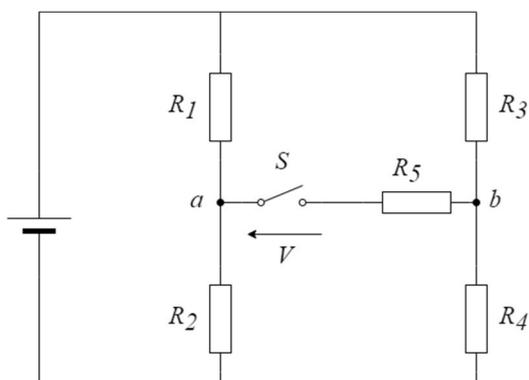


図1

問2 図2の回路において、 $\dot{I}_a, \dot{I}_{uv}, \dot{E}_{ab}, \dot{V}_{uv}$ , 電源からの供給電力  $P$  をそれぞれ求めよ。ただし、相回転は  $a \rightarrow b \rightarrow c$  であり、電圧の大きさは同じで、 $\dot{E}_a = 6[\text{V}]$ ,  $\dot{Z} = 3 - j3[\Omega]$  とする。

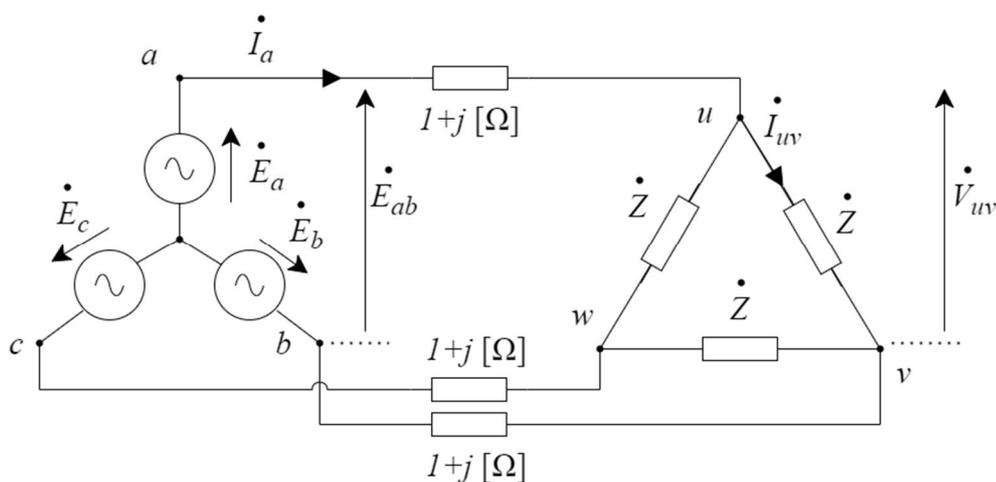


図2

( 2 枚中 2 枚)

北九州工業高等専門学校  
令和6年度 専攻科学力選抜試験 検査問題  
III 群 (電気回路・電気磁気学)

2 次の電気磁気学に関する問いに答えなさい。(配点 100 点)

問1 図3のように、内球が接地された同心球型のコンデンサについて考える。内球の半径を  $a$ 、外球殻の半径を  $3a$  とした場合、外球殻を電荷量  $Q$  で帯電させると静電誘導によって内球表面が  $-q$  に帯電した。場は真空中かつ真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とし、外球殻の厚みは無視する。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) 中心からの距離を  $r$  として、電界強度  $E(r)$  を求めよ。ただし、 $E(r)$  は半径方向外向きを正とする。
- (2) 内球及び無限遠のどちらを基準電位としても  $V(3a)$  が等しくなることを用いて、 $q$  を  $Q$  の関数として表せ。
- (3) 系全体の静電容量  $C$  を求めよ。

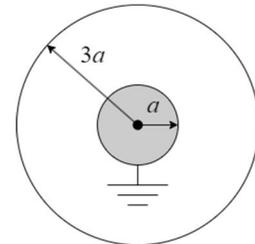


図3

問2 図4のように、 $xy$  平面上の無限長往復線路について考える。導体の半径を  $r$ 、導体間の中心距離を  $d$ 、電流  $I$  が図中に示す向きに流れるとして以下の問いに答えなさい。ただし、場は真空中であり、真空の透磁率を  $\mu_0$  として計算すること。

- (1) 導体間 ( $r < x < d - r$ ) の磁束密度  $B(x)$  を求めよ。
- (2) 導体間に単位長さ当たりに鎖交する磁束  $\Phi$  を求めよ。
- (3) 単位長さ当たりの自己インダクタンス  $L$  を求めよ。
- (4)  $d = 4.1[\text{m}]$ ,  $r = 4[\text{mm}]$  として、 $L[\mu\text{H}/\text{m}]$  の値を計算せよ。ただし、次に示す数値を用いてよい。 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}[\text{H}/\text{m}]$ ,  $\ln 2 = 0.7$ 。

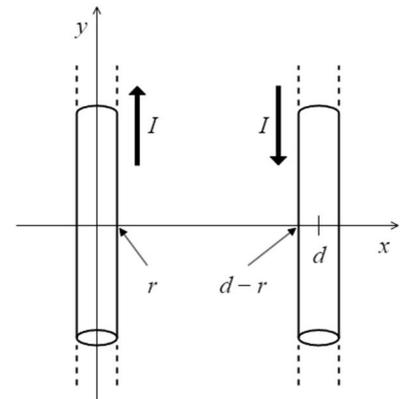


図4