

令和8年度 専攻科 前期 学力選抜試験

受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

総得点

(問1) は必須、(問2) から (問4) は二問を選択すること。

電気回路 (4の1)

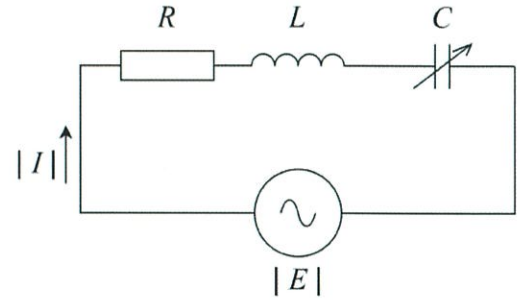
問 1 (得点)

(問1) 図はキャパシタンス  $C$  のみが可変な RLC 直列回路である。実効値  $|E|=100[V]$ 、周波数  $f=50[Hz]$  の電圧を加えたとき、以下の問いに答えよ。なお、 $R=5[\Omega]$ 、 $L=50[mH]$  とする。

(1) インダクタンス  $L$  の端子電圧  $|E_L|$  を最大にするキャパシタンス  $C$  の値を求めよ。(配点 30 点)

回路を流れる電流  $|I|$  は

$$|I| = \frac{|E|}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$



インダクタンス  $L$  の端子電圧  $|E_L|$  は、

$$|E_L| = \omega L |I|$$

この電圧が最大になるには、 $|I|$  を最大にすればよい。(Lは固定のため)

このとき、 $|I|$  が最大になる条件は

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$$

$$\therefore C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 50)^2 \times 50 \times 10^{-3}} = 203 \times 10^{-6} = 203 [\mu F]$$

(2) キャパシタンス  $C$  を (1) で導出した値に設定したとき、インダクタンス  $L$  の端子電圧  $|E_L|$  の値を求めよ。(配点 20 点)

$$|E_L| = \omega L |I|$$

$$= \frac{\omega L |E|}{R} = \frac{2\pi \times 50 \times 50 \times 10^{-3} \times 100}{5} = 314 [V]$$

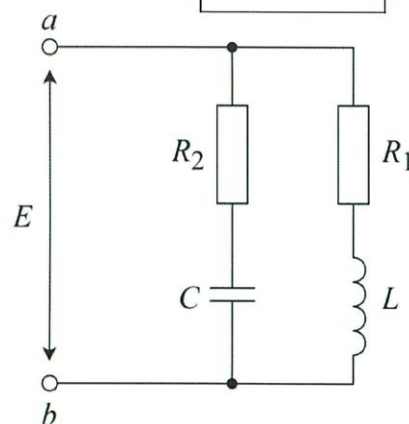
受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

電気回路 (4の2)

(問2) 図の端子 a-b 間に電圧 E を加えたとき、以下の問いに答えよ。

(1) この回路の合成アドミタンス Y を求めよ。(配点 20 点)

問 2 (得点)



$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{1}{R_1 + j\omega L} + \frac{1}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} \\
 &= \frac{R_1 - j\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} + \frac{j\omega C}{1 + j\omega C R_2} \\
 &= \frac{R_1 - j\omega L}{R_1^2 + \omega^2 L^2} + \frac{j\omega C (1 - j\omega C R_2)}{1 + \omega^2 C^2 R_2^2} \\
 &= \frac{R_1}{R_1^2 + \omega^2 L^2} + \frac{\omega^2 C^2 R_2}{1 + \omega^2 C^2 R_2^2} + j\omega \left( \frac{C}{1 + \omega^2 C^2 R_2^2} - \frac{L}{R_1^2 + \omega^2 L^2} \right)
 \end{aligned}$$

(2) この回路において、流れる電流 I が電圧 E と同相となるときの角周波数を求めよ。(配点 30 点)

$I = YE$  より、電圧と電流が同相になるためには、アドミタンス Y の虚数部分が 0 としなければならない。

$$\begin{aligned}
 \frac{C}{1 + \omega^2 C^2 R_2^2} - \frac{L}{R_1^2 + \omega^2 L^2} &= 0 \\
 C R_1^2 + \omega^2 L^2 C &= L + \omega^2 C^2 R_2^2 L \\
 C R_1^2 - L &= \omega^2 L C (C R_2^2 - L) \\
 \omega^2 &= \frac{1}{LC} \cdot \frac{C R_1^2 - L}{C R_2^2 - L} \\
 \therefore \omega &= \sqrt{\frac{1}{LC} \frac{C R_1^2 - L}{C R_2^2 - L}}
 \end{aligned}$$

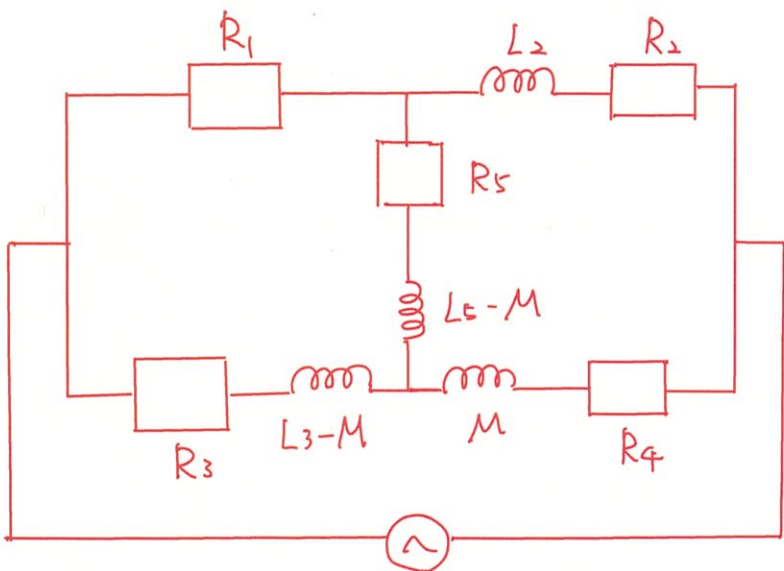
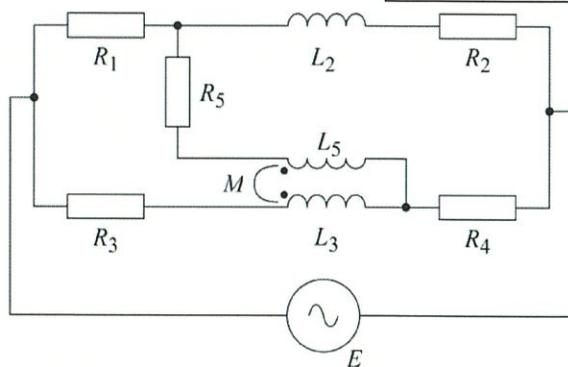
受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

電気回路 (4の3)

(問3) 図に示す回路に関して、以下の問いに答えよ。

(1) この回路の等価回路を描け。(配点 20 点)

問 3 (得点)



(2) この回路において、抵抗  $R_5$  に流れる電流が 0 となる条件を示せ。(配点 30 点)

等価回路のブリッジ回路なので、平衡条件より

$$R_1 (R_4 + j\omega M) = (R_2 + j\omega L_2) \{ R_3 + j\omega (L_3 - M) \}$$

$$\begin{aligned} R_1 R_4 + j\omega M R_1 &= R_2 R_3 + j\omega (L_3 - M) R_2 + j\omega L_2 R_3 - \omega^2 L_2 (L_3 - M) \\ &= R_2 R_3 - \omega^2 L_2 (L_3 - M) + j\omega \{ (L_3 - M) R_2 + L_2 R_3 \} \end{aligned}$$

実数部より

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 - \omega^2 L_2 (L_3 - M)$$

虚数部より

$$\omega M R_1 = \omega \{ (L_3 - M) R_2 + L_2 R_3 \}$$

$$M (R_1 + R_2) = L_3 R_2 + L_2 R_3$$

令和8年度 専攻科 前期 学力選抜試験

受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

電気回路 (4の4)

(問4) インダクタンス  $L=0.04$ [H]、内部抵抗  $R_L=10$ [ $\Omega$ ]のコイル、 $C=100$ [ $\mu$ F]のキャパシタンス、 $R=100$ [ $\Omega$ ]の抵抗の3素子を並列に接続し、これに周波数  $f=50$ [Hz]の電圧  $|E|=100$ [V]を加えたとする。以下の問いに答えよ。

問 4 (得点)

(1) 電圧を基準としたとき、回路に流れる全電流  $I$  を複素数表示で求めよ。(配点 30 点)

電圧を基準とする全電流  $I$  は

$$\begin{aligned} \dot{I} &= Y|E| = \left( \frac{1}{R_L + j\omega L} + j\omega C + \frac{1}{R} \right) |E| \\ &= \left( \frac{1}{10 + j2\pi \times 50 \times 0.04} + j2\pi \times 50 \times 100 \times 10^{-6} + \frac{1}{100} \right) \times 100 \\ &= 4.88 - j1.73 \text{ [A]} \end{aligned}$$

(2) 力率と有効電力を求めよ。(配点 20 点)

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= \frac{4.88}{|I|} = \frac{4.88}{\sqrt{4.88^2 + 1.73^2}} = \frac{4.88}{5.18} \\ &= 0.942 = 94.2 \text{ [%]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_a &= |E||I| \cos \varphi = 100 \times 5.18 \times 0.942 \\ &= 488 \text{ [W]} \end{aligned}$$