

令和9年度徳山工業高等専門学校編入学試験

情報電子工学科

電気回路・電子回路

受験番号

総得点 ()

※の枠内には記入しないこと

1. 次のブリッジ回路について、以下の問に答えよ。

- (1) a, b から見たテブナン等価電圧 V_{th} と
テブナン等価抵抗 R_{th} を求めよ。ただし、
 $V_{th} = V_a - V_b$ である。(10点)

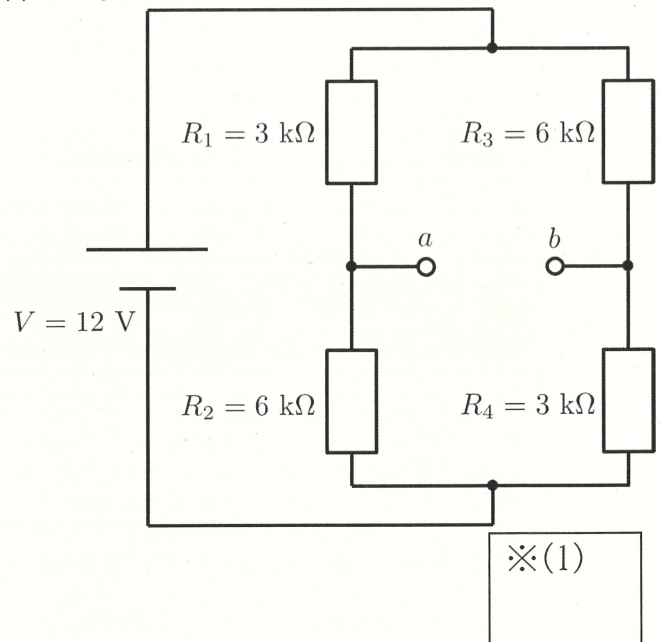
$$V_a = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V = 8.0 \text{ V}$$

$$V_b = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V = 4.0 \text{ V}$$

$$\text{より } V_{th} = V_a - V_b = 4.0 \text{ V}$$

$$R_1 \parallel R_2 = 2.0 \text{ k}\Omega, R_3 \parallel R_4 = 2.0 \text{ k}\Omega$$

$$\text{より } R_{th} = (R_1 \parallel R_2) + (R_3 \parallel R_4) = 4.0 \text{ k}\Omega$$



- (2) a, b 間に $R_L = 4 \text{ k}\Omega$ を接続したときに、 R_L に流れる電流の大きさと R_L の消費電力を求めよ。(10点)

流れる電流は

$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = 0.5 \text{ mA}$$

消費電力は

$$P_L = I_L^2 R_L = 1.0 \text{ mW}$$

※(2)

- (3) a, b 間を理想電流計で短絡したとき、電流計に流れる電流の大きさと、端子 a, b の電位を求めよ。ただし、電圧源の負端子を基準電位とする。(10点)

短絡電流はテブナンの等価回路より

$$I_s = V_{th} / R_{th} = 1.0 \text{ mA}$$

短絡時は a, b の電位は等しくなるから、 $R_2 \parallel R_4 = 2.0 \text{ k}\Omega, R_1 \parallel R_3 = 2.0 \text{ k}\Omega$ より

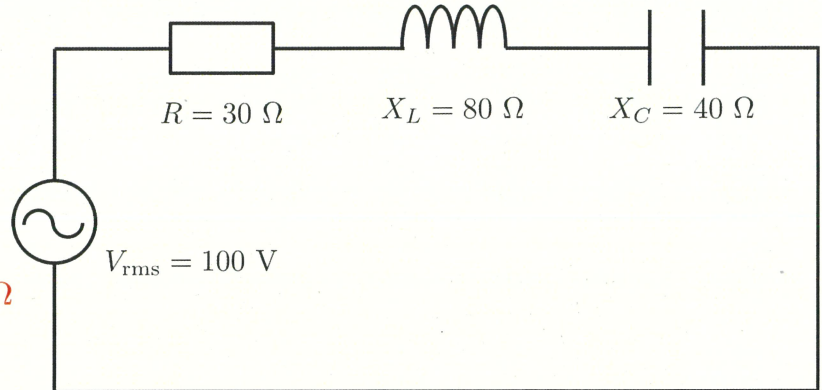
$$V_a = V_b = \frac{R_2 \parallel R_4}{(R_2 \parallel R_4) + (R_1 \parallel R_3)} V = 6.0 \text{ V}$$

※(3)

電気回路・電子回路

2. 次のRLC直列回路に実効値100 Vの正弦波交流電源を接続する。ある周波数 f において、 $X_L = 80 \Omega$, $X_C = 40 \Omega$ である。このとき、以下の問に答えよ。

- (1) 周波数 f におけるインピーダンス Z , 回路電流の実効値 I_{rms} , および各素子の両端電圧 V_R , V_L , V_C を求めよ。(15点)



$$Z = R + j(X_L - X_C) = 30 + j40 \Omega$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{|Z|} = 2.0 \text{ A}$$

$$V_R = I_{\text{rms}} R = 60 \text{ V}$$

$$V_L = I_{\text{rms}} X_L = 160 \text{ V}$$

$$V_C = I_{\text{rms}} X_C = 80 \text{ V}$$

※(1)

- (2) 有効電力 P , 無効電力 Q , 皮相電力 S , 力率 $\cos \theta$ を求め、電圧に対する電流の位相の進み・遅れを答えよ。(15点)

$$P = I_{\text{rms}}^2 R = 120 \text{ W}$$

$$Q = I_{\text{rms}}^2 (X_L - X_C) = 160 \text{ var}$$

$$S = I_{\text{rms}} V_{\text{rms}} = 200 \text{ VA}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{S} = 0.60$$

$X_L - X_C > 0$ より誘導性であるから電流の位相は遅れる

※(2)

- (3) この回路が直列共振する周波数は元の周波数 f の何倍か答えよ。(10点)

共振周波数を kf とすると, $\tilde{X}_L = 80k$, $\tilde{X}_C = 40/k$ である。

このとき, 共振条件 $\tilde{X}_L = \tilde{X}_C$ より

$$80k = 40/k \Rightarrow k^2 = 1/2$$

したがって, 共振周波数は元の周波数の $1/\sqrt{2}$ 倍である。

※(3)

※の枠内には記入しないこと

3. 次の回路図のように、npnトランジスタを用いてLEDを駆動する。LEDが安定して発光するための飽和条件は $I_C/I_B \leq 20$ であり、このときのダイオードとトランジスタの端子間電圧は $V_F = 2.0 \text{ V}$, $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ である。以下の問に答えよ。

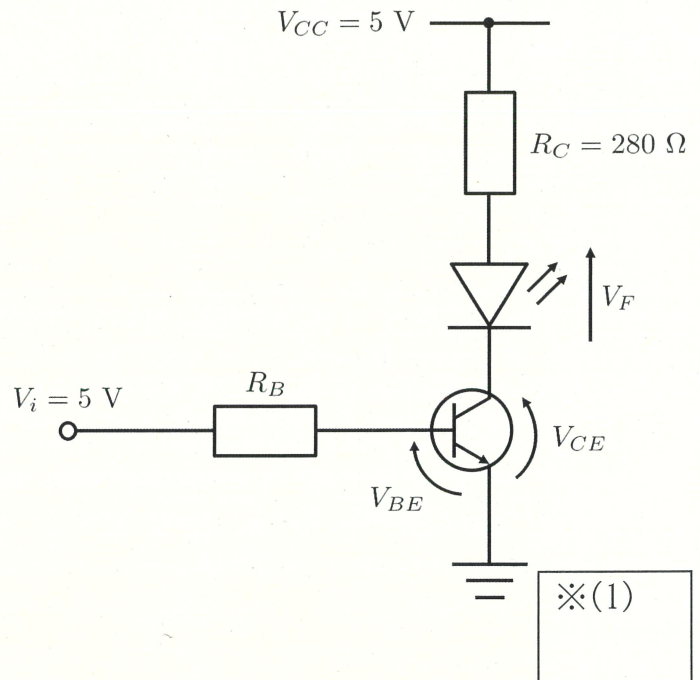
- (1) トランジスタが飽和しているときのLED電流と R_C の消費電力を求めよ。
(10点)

LED電流は I_C に等しいから、

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_F - V_{CE}}{R_C} = \frac{2.8}{280} = 10 \text{ mA}$$

また R_C での消費電力は

$$P_{R_C} = I_C^2 R_C = 28 \text{ mW}$$



- (2) 確実にトランジスタを飽和させるために必要な最小のベース電流 I_{Bmin} と、許容される R_B の最大値を求めよ。(10点)

飽和条件より、 $I_B \geq \frac{I_C}{20} = 0.50 \text{ mA}$ であるから、 $I_{Bmin} = 0.50 \text{ mA}$

また、これより許容される R_B の最大値は、

$$R_{Bmax} = \frac{V_i - V_{BE}}{I_{Bmin}} = 8.6 \text{ k}\Omega$$

※(2)

- (3) R_C の定格電力を $1/4 \text{ W}$, $1/8 \text{ W}$, $1/16 \text{ W}$, $1/32 \text{ W}$ から選べ。ただし、抵抗の定格電力は実消費電力の2倍以上の中で最小のものとし、理由も述べること。(10点)

R_C における消費電力は 28 mW であるから、 56 mW 以上の定格電力である必要がある。

また、 $1/4=0.25$, $1/8=0.125$, $1/16=0.0625$, $1/32=0.03125$ であるから、定格電力を満たすものの中で最小となるのは $1/16 \text{ W}$ である。

※(3)