① 工学研究科　2025年度

② 入試区分

工学研究科博士前期（Ⅰ期）

③ 出題科目

電気・電子回路

④ 出題の意図

出題の意図および評価のポイント

　電気回路、電子回路において、大学生なら知っておくべき基本な分野に絞って出題した。

　電気回路で基本となる交流回路の理解が出来ているかを問う問題で、回路のインピーダンス、交流電流、交流電圧の導出が身についていることを狙いとした。

　電子回路では、トランジスタを学ぶ上で、アナログ増幅器の基本となるエミッタ接地回路の設計を出題した。

　どちらの問題も電子工学において欠かせない分野であり、素子の特性から、その応用まで身につけているかを問うことを出題の意図とした。。

【電気・電子回路】

［1］

L =1000mH、C =50 μ F および R = 100 Ω をもつ直列 RLC 回路に、正弦波形電圧

$v(t) = 141\sin(100t)$ [V]

を加える（t ［s］ は時間）。

(a) 回路のインピーダンスの大きさを数値で答えよ。

(b) 電流の振幅を数値で答えよ。

(c) 回路を流れる電流　$i(t) = I_m \sin(\omega t - \phi)$ [A] の I_m, ω および φ の数値を決定せよ。

［2］

図の電流帰還バイアス回路で、コレクタ電流 I_C = 2mA に設定するには、抵抗 R_A, R_B, R_Eをそれぞれ何Ωにすれば良いか。ただし、h_{FE} = 200, V_{CC} =12V, V_E = 2V, V_{BE} = 0.6V で、ブリーダ電流 I_Aはベース電流 I_B の 10 倍流すものとする。

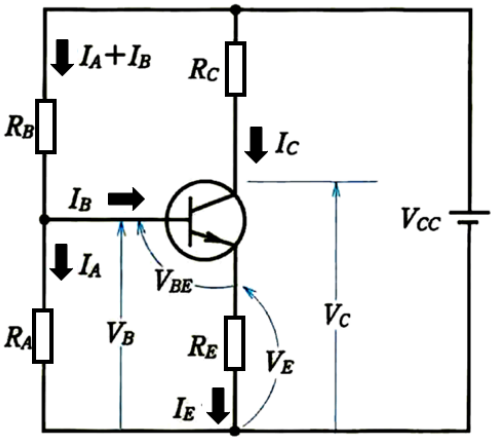


図　電流帰還バイアス回路

【電気・電子回路】

［1］

L =1000mH、C =50 μ F および R = 100 Ω をもつ直列 RLC 回路に、正弦波形電圧

$v(t) = 141\sin(100t)$ [V]

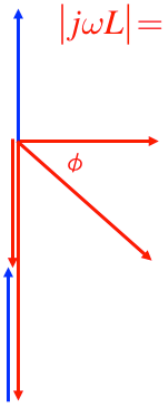
を加える（t [s] は時間）。

(a) 回路のインピーダンスの大きさを数値で答えよ。

(b) 電流の振幅を数値で答えよ。

(c) 回路を流れる電流　$i(t) = I_m \sin(\omega t - \phi)$ [A] の I_m, ω および φ の数値を決定せよ。

(a)作図より、回路の合成インピーダンスは、141 Ω



$$|j\omega L| = 100 \times 1 = 100\ (\Omega)$$

$$R = 100\ (\Omega)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{-(200-100)}{100}\right) = \tan^{-1}(-1) = -\frac{\pi}{4}\ (\text{rad})$$

電流の位相（答えc）

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{100^2 + (100-200)^2} = 100\sqrt{2} = 141\ (\Omega)$$

回路の合成インピーダンス（答えa）

$$\left|\frac{1}{j\omega C}\right| = \frac{1}{50 \times 10^{-4}} = 200\ (\Omega)$$

$$\mathrm{I_m} = \frac{V_m}{|Z|} = \frac{141}{141} = 1\ (\mathrm{A})$$

電流の振幅（答えb、c）

(b) 電圧の振幅が 141 なので、電流の振幅はそれをインピーダンスで割ったものになる。

従って、電流の振幅 I_m は

$$\mathrm{I_m} = \frac{V_m}{|Z|} = \frac{141}{141} = 1\ (\mathrm{A})$$

(c) I_m は (b) より 1A

ω は、電圧の周期と同じで100（rad/s）

位相 φ は

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{-(200-100)}{100}\right)$$

$$= \tan^{-1}(-1) = -\frac{\pi}{4}\ (\text{rad})$$

[2]

図の電流帰還バイアス回路で、コレクタ電流 I_C = 2mA に設定するには、抵抗 R_A, R_B, R_Eをそれぞれ何Ωにすれば良いか。ただし、h_{FE} = 200, V_{CC} =12V, V_B = 2V, V_{BE} = 0.6V で、ブリーダ電流 I_Aはベース電流 I_B の 10 倍流すものとする。

R_Eに流れる電流 I_Eは、

$$I_E \cong I_C = 2\mathrm{m}(A)$$

なので、

$$R_E = \frac{2}{2\times10^{-3}} = 1.0\mathrm{k}\ (\Omega)$$

（答え）

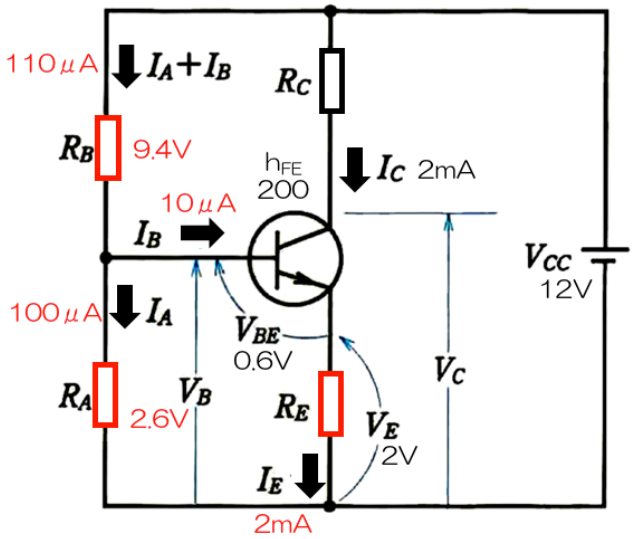


図　電流帰還バイアス回路

R_Aにかかる電圧 V_Bは、

$$V_B = V_{BE} + V_E = 0.6 + 2 = 2.6(\mathrm{V})$$

流れている電流 I_Aは

$$I_A = 10I_B = 10\times10\times10^{-6} = 100\ (\mu\mathrm{A})$$

ここで、

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{2\times10^{-3}}{200} = 10\ (\mu\mathrm{A})$$

よって、

$$R_A = \frac{2.6}{100\times10^{-6}} = 26.0\mathrm{k}\ (\Omega)$$

（答え）

R_Bにかかる電圧 V_{RB}は、

$$V_{R_B} = V_{CC} - V_B = 12 - 2.6 = 9.4(\mathrm{V})$$

流れている電流 I_A+I_Bは、

$$I_A + I_B = 11I_B = 11\times10\times10^{-6} = 110\ (\mu\mathrm{A})$$

なので、

$$R_B = \frac{9.4}{110\times10^{-6}} = 85.5\mathrm{k}\ (\Omega)$$

（答え）