

学籍番号 \_\_\_\_\_ 名前 \_\_\_\_\_

1. 図1, 図2のトランジスタ回路についてベース接地として正しい方向に電源を接続しなさい。また、流れる各電流 $I_B$ ,  $I_C$ ,  $I_E$ について記号と方向(矢印で)を間違えずに図中に記入し、それぞれのトランジスタのタイプはnpn形かpnp形かそれぞれ記入しなさい。  
また、図3の(a)NチャンネルJFETと(b)Nチャンネルエンハンスメント形MOSFETについて、電源の接続方向が正しい場合は○、間違っている場合は×をそれぞれ記入しなさい。

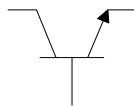


図1

タイプ

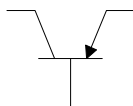
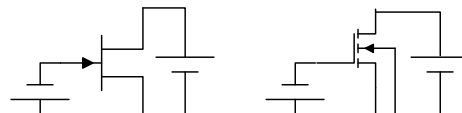


図2

タイプ



(a)

(b)

図3

(a)

(b)

2. 図4のエミッタ接地増幅回路において使用したトランジスタの静特性を図5に示す。以下の問いに答えなさい。  
ただし、 $V_{CC}=18[V]$ ,  $R_C=1.5[k\Omega]$ とし、測定より $V_{BE}=0.6[V]$ であった。トランジスタ電流増幅率 $\beta=100$ とし、 $I_C = \beta I_B$ とする。

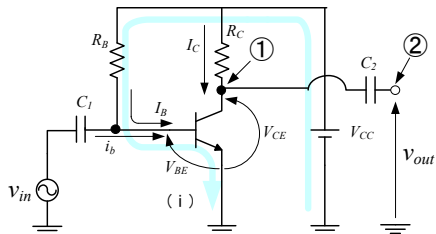
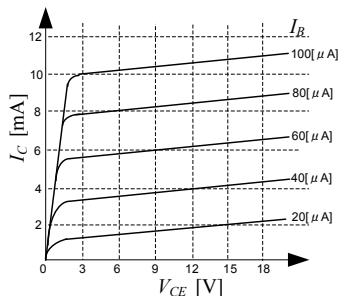
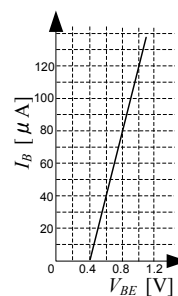


図4 固定バイアス回路



(a)  $V_{CE}-I_C$ 特性



(b)  $V_{BE}-I_B$ 特性

図5 トランジスタの静特性

- (1) 図5(a)に負荷曲線および動作点を書き込みなさい。また、動作点を以下に書き込みなさい。単位も忘れずに記入すること。

$V_{CE} =$  \_\_\_\_\_  $V_{BE} =$  \_\_\_\_\_  
 $I_B =$  \_\_\_\_\_  $I_C =$  \_\_\_\_\_

- (2) 図4の閉回路(i)について方程式を導出し、(1)で求めたバイアス条件において $R_B$ の値を求めなさい。単位も忘れずに記入すること。

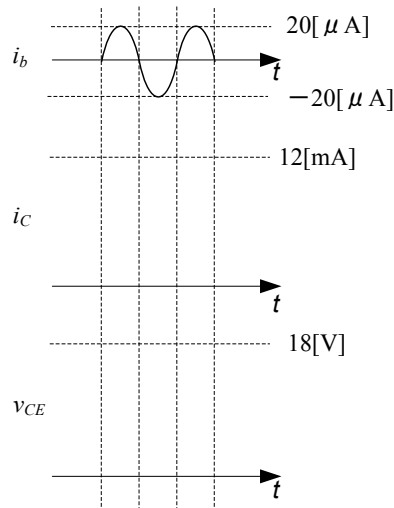
方程式の導出

$R_B$ の算出

- (3) (2)で導出した式より、 $I_C = \beta \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$ を導き、次に $S_2 = \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}}$ を導きなさい。

- (4) (3)で求めた $S_2$ の式より値を求めなさい。単位は[mA/V]とすること。

- (5) 図4において交流電源 $v_{in}$ により下の図に示すような交流のベース電流 $i_b$ がベースに流れたとする。このときの①における電圧、電流の瞬時値 $i_c$ と $v_{CE}$ の波形をそれぞれ下の図に書き込みなさい。このとき、必要な振幅および直流電位など数値も書き込むこと。ただし、瞬時値は直流と交流の合成波形とする。



3. 図6のエミッタ接地増幅回路において $h$ パラメータを用いて等価回路解析を行った。図7は利得の周波数特性、図8は中域における等価回路をそれぞれ示している。ただし、等価回路では信号源 $e$ (内部抵抗 $R_g$ )および負荷抵抗 $R_L$ は省略されている。以下の問いに答えよ。

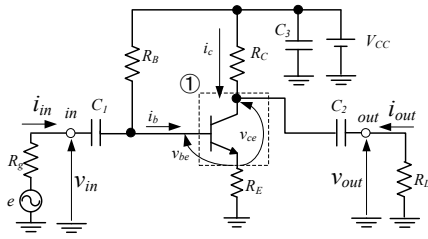


図6 エミッタ接地増幅回路

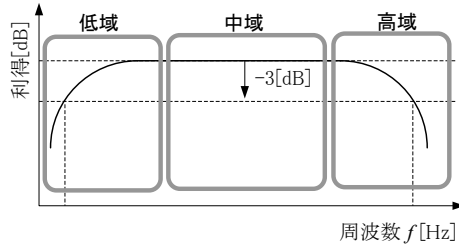


図7 増幅回路の周波数特性

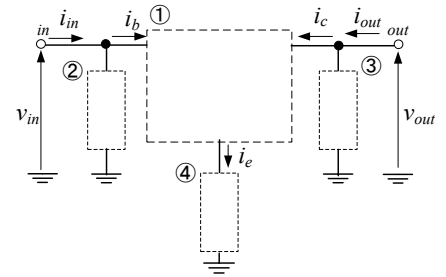


図8 エミッタ接地等価回路(中域)

(1) コンデンサ $C_1$ 、 $C_2$ とコンデンサ $C_3$ の役割による名称をそれぞれ答えよ。

$C_1, C_2$

$C_3$

(2) 図7の周波数特性における3つの周波数領域のうち、中域では図8の等価回路のように $C_1$ 、 $C_2$ を省略できる理由について、 $C_1$ 、 $C_2$ の役割を述べてから答えなさい。

(3) 図6の破線部①について、トランジスタの簡略化された等価回路を図8の破線部①に図示しなさい。また、②~④にも適切な回路図記号を書きなさい。書いた回路図記号にはそれが何か分かるように記号(例えば、 $R_B$ など)を空いているスペースに必ず記入すること。

(4) 交流電流 $i_e$ を $i_b$ により表しなさい。

(5) 図8の等価回路において電圧利得 $A_v (=v_{out}/v_{in}) \approx -R_C/R_E$ となることを導きなさい。ただし、 $R_L \rightarrow \infty$ とし、近似条件 $h_{fe} \gg 1$ および $h_{fe}R_E \gg h_{ie}$ を用いること。

(6)  $R_C=5[\text{k}\Omega]$ 、 $R_E=2.4[\text{k}\Omega]$ における電圧利得 $A_v[\text{dB}]$ を求めなさい。

4. 3点接続法によるLC発振回路の発振条件について、図9の発振回路の等価回路を用いて検討した。

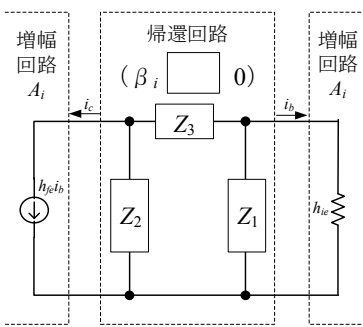


図9 発振回路の等価回路

(1) 発振回路の原理より、帰還回路の帰還率 $\beta_i$ について図9の空欄に適切な不等号を記入しなさい。

(2) 図9において増幅率 $A_i (=i_c/i_b)$ と帰還率 $\beta_i (=i_b/i_c)$ をそれぞれ導出しなさい。

(3)  $Z_1 \sim Z_3$ がそれぞれ純リアクタンスのみで構成され、 $Z_1=jX_1$ 、 $Z_2=jX_2$ 、 $Z_3=jX_3$ とおけるときの、発振するための周波数条件( $X_1+X_2+X_3=0$ )および振幅条件( $h_{fe}=X_1/X_2$ )が求められたとする。

これらの条件より、図10について発振周波数の式を導出し、 $L=2[\text{mH}]$ 、 $C_1=0.01[\mu\text{F}]$ 、 $h_{fe}=200$ のときの発振周波数の値を求めなさい。また、図10に $L$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ に対応する $Z_1 \sim Z_3$ を記入しなさい。

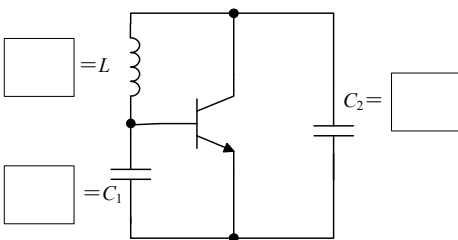


図10 コルピッツ型発振回路