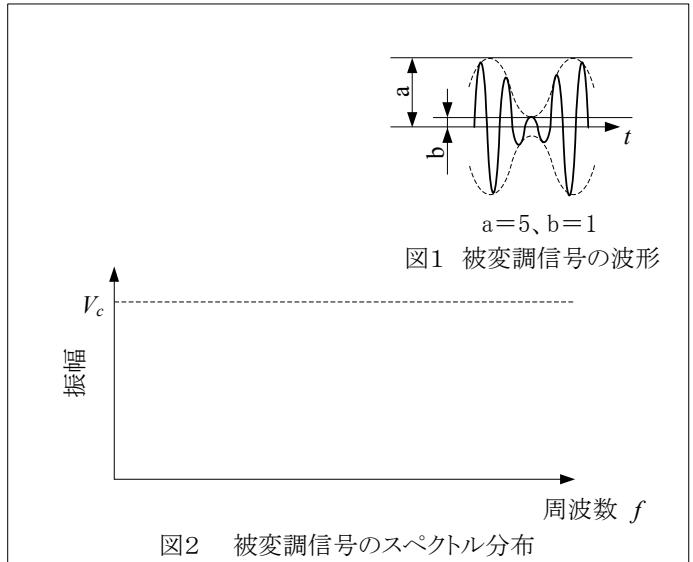
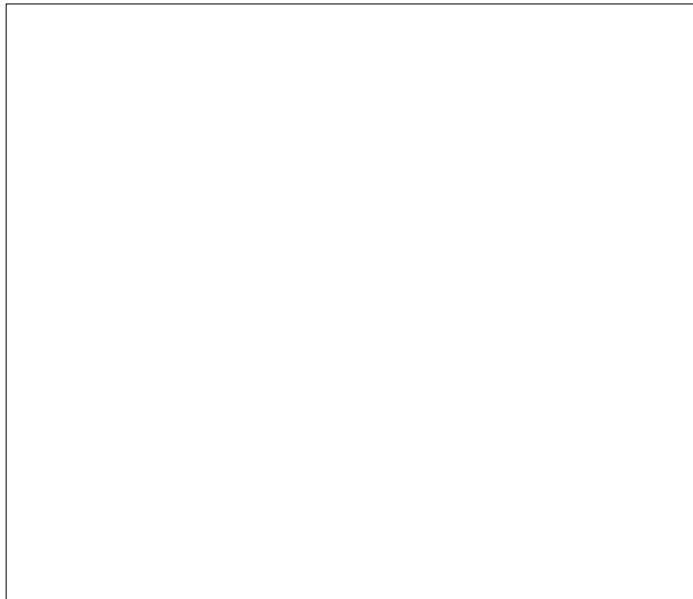


学籍番号 _____ 名前 _____

1. 搬送波を $v_c(t) = V_c \cos \omega_c t$ 、変調波を $v_s(t) = V_s \cos \omega_s t$ としたとき、以下の問いに答えよ。

(1) 振幅変調したときの被変調波信号 $v_{AM}(t)$ の式を導出しなさい。
ただし、変調度 $m = V_s / V_c$ として、搬送波および上下の側帯波スペクトル成分が分かるようにすること。

(2) 図1のような被変調波が得られたとき、変調度 m を求めよ。
また、(1)で求めた搬送波および側帯波のスペクトルを図示しなさい。ただし、スペクトルの大きさは合わせて作図し、その大きさも明記すること。



2. 図3のコレクタ変調回路において以下の問いに答えよ。ただし搬送波周波数 f_c は変調波周波数 f_s より4倍大きいとする。

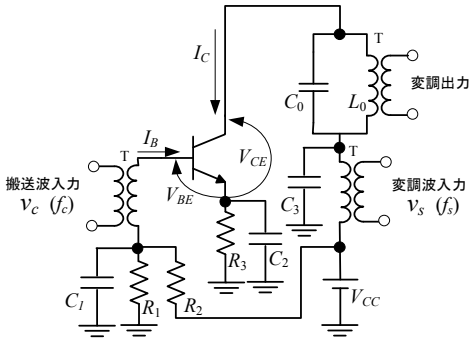


図3 コレクタ変調回路

(1) 搬送波入力信号 v_c をC級動作させたときの i_b を図4に作図しなさい。

(2) 変調波入力信号 v_s を加えたことにより負荷曲線および動作点が図5のように変化したとする。このときの i_c を図5に作図しなさい。ただし、変調波と搬送波で位相のずれはないものとする。

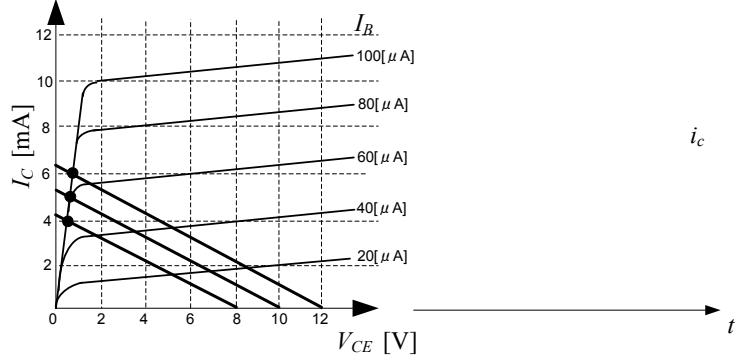


図5 変調信号による負荷曲線と動作点の変化

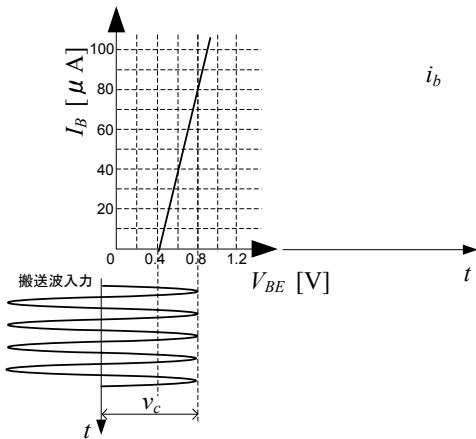


図4 トランジスタのC級動作

(3) 図5において変調波信号の振幅 V_s の値を求めよ。

単位も忘れずに書くこと。

(4) 図5の負荷曲線の傾きは何によって決まるか。

図3の回路から選択せよ。

(5) 図3において L_0 、 C_0 は並列共振回路になっていることがわかる。この部分に着目して共振周波数 f_0 を導きなさい。また、求めた共振周波数は図搬送波周波数 f_c は変調波周波数 f_s のどちらに合わせればよいか答えよ。

3. 搬送波を $v_c(t) = V_c \cos \omega_c t$ 、変調波を $v_s(t) = V_s \cos \omega_s t$ として周波数変調したときの被変調波信号 $v_{FM}(t)$ の式を次のように導出される。

$$v_{FM}(t) = V_c J_0(m_f) \cos \omega_c t$$

$$+ V_c \sum_{n=1}^{\infty} J_n(m_f) \{ \cos(\omega_c + n\omega_s)t + \cos(\omega_c - n\omega_s)t \}$$

$m_f = 1.4$ のときの $J_n(m_f)$ を求めなさい。また、 $v_{FM}(t)$ のスペクトル分布を図示しなさい。 $J_n(m_f)$ は図6の第1種ベッセル関数を利用して小数点以下2桁まで求めること。値が小さい場合は0としてよい。

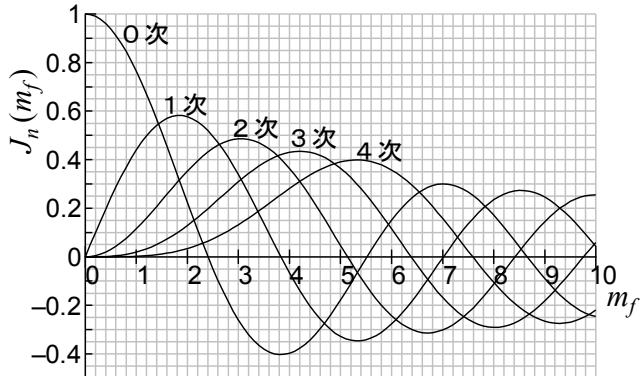


図6 第1種ベッセル関数(4次まで)

$$J_0(1.4) = \quad J_1(1.4) =$$

$$J_2(1.4) = \quad J_3(1.4) =$$

$$J_4(1.4) =$$

※作図するとき、大きさは $J_n(m_f)$ に従って合わせることを。

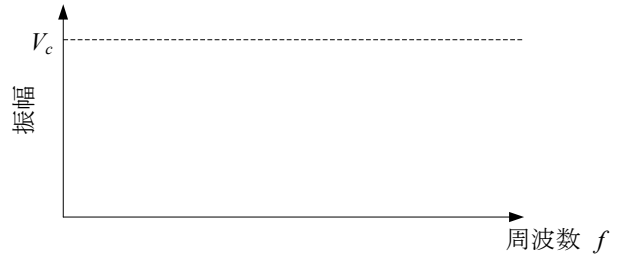


図7 被変調信号のスペクトル分布

4. 図8のようなリアクタンストランジスタにおいて以下の問いに答えなさい。

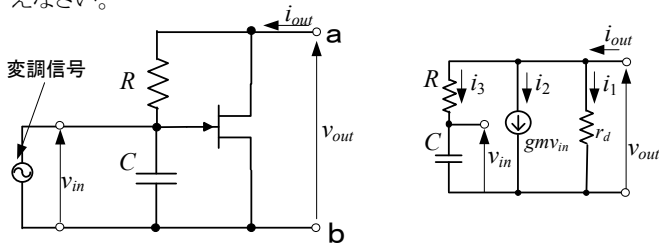


図8 リアクタンストランジスタと等価回路

(1) 図8の等価回路において各電流 i_1 、 i_2 、 i_3 を v_{out} を用いて導きなさい。

$$i_1 = \quad i_2 = \quad i_3 =$$

(2) ab端子からみたアドミタンス Y_{ab} を導出しなさい。近似条件 $R \gg 1/\omega C$ 、 $r_d \gg 1$ 、 $gmR \gg 1$ を使うこと。

(3) (2)で求められたアドミタンス Y_{ab} が等価的にキャパシタンスになることを説明しなさい。

5. 図9のようなコルピッツ発振回路にリアクタンストランジスタを用いて周波数変調回路を構成した。このときの発振周波数 f_0 を導出せよ。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($h_{fe} = X_1 / X_2$)から求め、近似条件 $h_{fe} \gg 1$ を利用すること。

また、 gm の値が $\pm 10\%$ 変化したときの発振周波数の変化の範囲を求めよ。

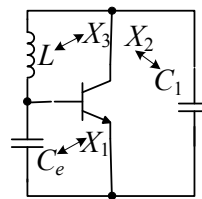


図9 コルピッツ発振回路