

学籍番号 _____ 名前 _____

1. 搬送波を $v_c(t) = V_c \cos \omega_c t$ 、変調波を $v_s(t) = V_s \cos \omega_s t$ として振幅変調と周波数変調を行った。ただし、 $V_c = 1[V]$ とする。以下の問いに答えよ。

(1) 図1のような被変調信号が得られたときの変調度 m を求めなさい。また、変調度より振幅 V_s を求めなさい。 V_s は単位も忘れずに記入すること。

変調度 m	振幅 V_s

搬送波
上側帯波
下側帯波

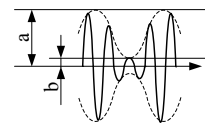


図1 被変調信号の波形
 $a=4, b=1$

(2) 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。
また、(1)で求めた変調度 $m (= V_s / V_c)$ より、搬送波および上下の側帯波スペクトル成分を右上の解答欄にそれぞれ記入すること。単位も記入すること。

(3) (2)で求めた各スペクトルを図2に図示しなさい。ただし、スペクトルの大きさは合わせて作図し、その大きさも図中に記入すること。

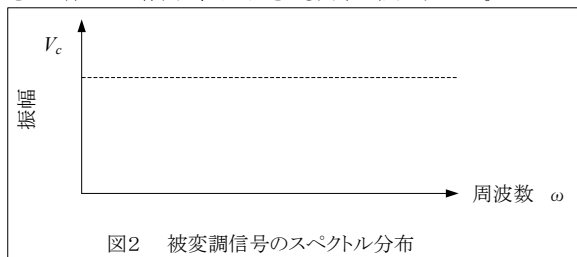


図2 被変調信号のスペクトル分布

(4) 周波数変調したときの被変調波信号 $v_{FM}(t)$ が以下のように導かれたとする。

$$v_{FM}(t) = V_c J_0(m_f) \cos \omega_c t + V_c \sum_{n=1}^{\infty} J_n(m_f) \{ \cos(\omega_c + n\omega_s)t + \cos(\omega_c - n\omega_s)t \}$$

$m_f = 1.0$ 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3に図示しなさい。 $J_n(m_f)$ は図4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。

ただし、スペクトルの大きさは合わせて作図し、その大きさも図中に明記すること。

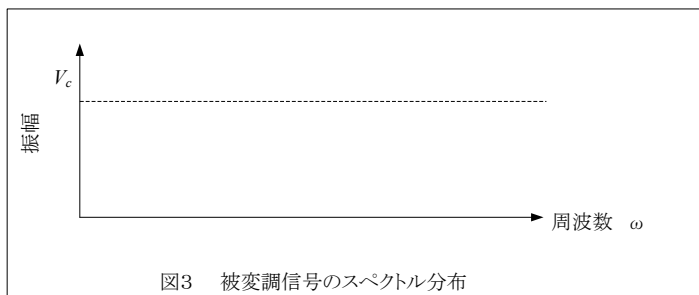


図3 被変調信号のスペクトル分布

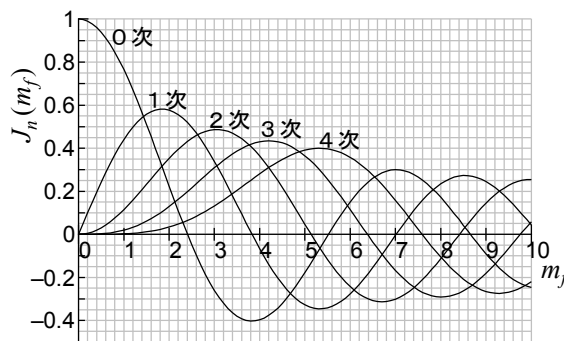


図4 第1種ベッセル関数(4次まで)

$J_0(1.0) =$	$J_1(1.0) =$
$J_2(1.0) =$	$J_3(1.0) =$
$J_4(1.0) =$	

2. 図5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。

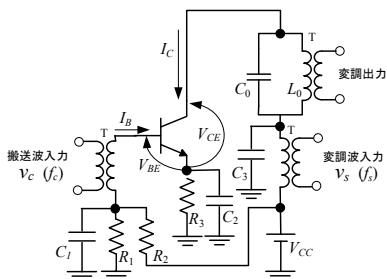


図5 コレクタ変調回路

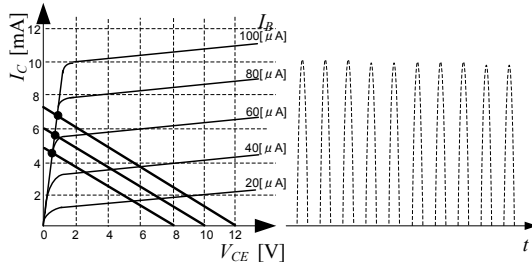


図6 変調信号による負荷曲線と動作点の変化

(1) 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6のように変化したとする。破線のように i_b が与えられたときの i_c を図6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。

(2) 図6において変調波入力信号 v_s の振幅と抵抗 R_3 を求めなさい。単位も忘れずに書くこと。

v_s	R_3

(3) 図5の同調増幅回路の等価回路を図7に示す。右の解答欄に
入力電圧 v_{in} 、出力電圧 v_{out} 、電圧利得 A_v を導出しなさい。
同様に、共振周波数 f_0 における最大利得 A_{v0} も求めなさい。
また、共振周波数は搬送波と変調波のどちらの周波数に
合わせればよいか答えなさい。

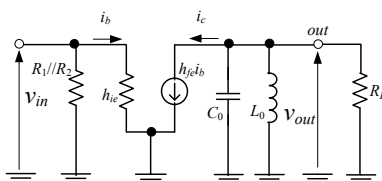


図7 同調増幅回路の等価回路

3. 図8のコルピッツ発振回路で周波数変調させたいとする。この回路の発振周波数 f_c は図中の式であり、 C_e は等価キャパシタンス、 e は外部発振器であるとする。

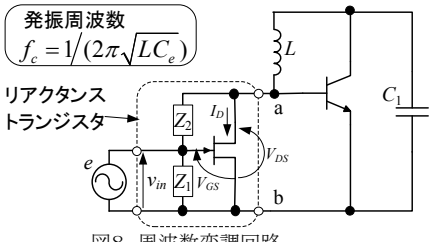


図8 周波数変調回路

(1)この回路において搬送波信号および変調波信号の周波数はどのように与えられるか述べよ。

搬送波
変調波

(2)リアクタンストランジスタを計算すると $Y_{ab} \approx (1+gmZ_1)/Z_2$ が導かれる。 Z_1, Z_2 に適切な式を入れて、 Y_{ab} が等価的にキャパシタンスとなることを導き、 C_e を求めなさい。近似条件も示すこと。

(3) gm の大きさは図8のどれに比例するか。該当するものを○で囲みなさい。また、 gm の値が±20%変化したときの発振周波数の変化の範囲を求めよ。

4. 図9のセンタタップ形全波整流回路について以下の間に答えよ。ただし、トランスから $v = V_m \sin \omega t$ の交流入力電圧が供給されたとする。

(1)ダイオードの順方向抵抗を r_d としたとき、整流された電流 $i(\omega t)$ を求めなさい。ただし、式は半周期でよい。

(2)整流波形を平滑化するためのコンデンサを図9の適切な位置に書き込みなさい。

(3)ダイオードブリッジ形の全波整流回路を図10に図示して完成させなさい。

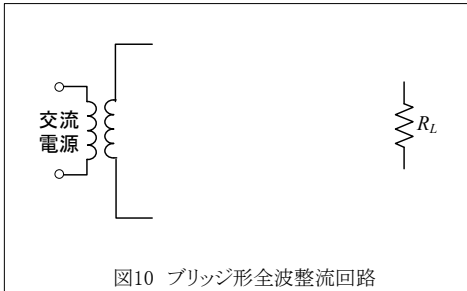


図10 ブリッジ形全波整流回路

(4)整流後の直流電流 I_{DC} と直流電力 P_{DC} を導きなさい。

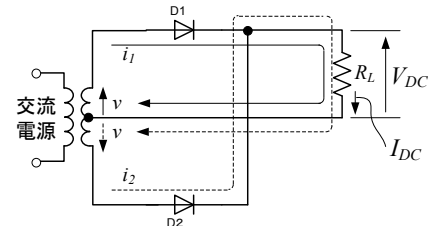


図9 センタタップ形全波整流回路

交流波形の平均値(直流値) I_{DC}

$$I_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi i(\omega t) d(\omega t)$$

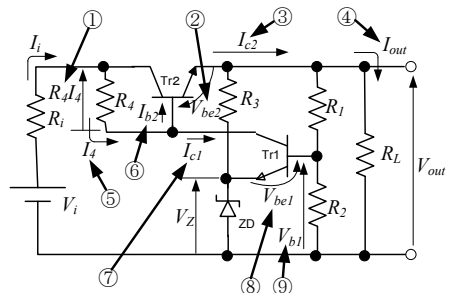


図11 直列制御形安定化電源

(5)図11の安定化電源では、出力電圧 v_{out} が外部の影響により増加した場合、出力電圧が減少するように回路が動作する。その動作の流れを解答欄にまとめること。ただし、解答欄には図中の①～⑨を記入し、また、各電流が増加するのか減少するのか答えること。

v_{out} 増加 →

①	増加
---	----

 →

--	--

 →

--	--

 →

--	--

 →

--	--

 → v_{out} 減少 (元の値に戻る)

5. 図12の無安定マルチバイブレータを用いてパルス波形を生成した。その動作の流れは枠内に示している。以下の間に答えよ。

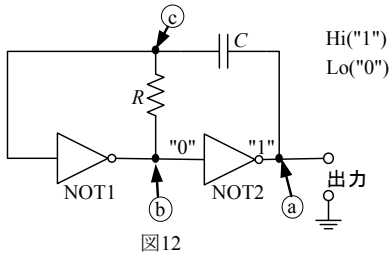


図12

①最初の状態でNOT2の入力は"0"なので出力は"1"となる。
 ②a、b間に電位差が生じるので電流 I_1 が流れる。
 ↓
 ③時間が経過して電流が流れなくなると、cの電位は"0"になる。
 ↓
 ④cの電位が"0"のとき、NOT1の入力は"0"なので出力は"1"になる。
 ⑤NOT2の入力は"1"なので出力は"0"となる。
 ⑥b、a間に電位差が生じるので電流 I_2 が流れる(図13参照)。
 ↓
 ⑦時間が経過して電流が流れなくなると、cの電位は"1"になる。
 ↓
 ⑧cの電位が"1"のとき、NOT1の入力は"1"であるから、出力は"0"。
 ⑨bの電位が"0"になるので、NOT2の入力は"0"、よって出力は"1"。
 これで最初の状態に戻る。

(1)枠内の各状態におけるa～cの信号レベル(1か0)を右の表に記入しなさい。また、表から下の図を完成させなさい。

	①	③	④	⑤	⑦	⑧	
	②		⑥		⑨		
a							Hi("1")
							Lo("0")
b							Hi("1")
							Lo("0")
c							Hi("1")
							Lo("0")

状態	a	b	c
①			
②			
③			
④			
⑤			
⑥			
⑦			
⑧			
⑨			

(2)上の図よりbの電位は出力であるaの電位に対して位相が反転するはずである。では、cの電位の位相はaの電位に対して進むか遅れるか選択しなさい。また、位相のずれは何によって決定されるか述べよ。

進み・遅れ

(3)電流 I_1 の方向を図1に記入しなさい。

(4)図13の状態では入力電圧 v_1 に対して出力電圧 v_2 の波形を図示しなさい。また、この動作は微分か積分か選択しなさい。

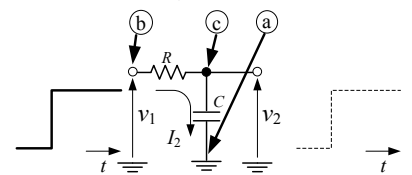


図13

微分・積分