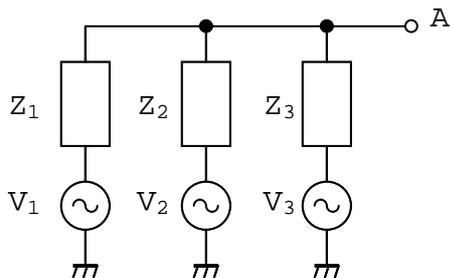


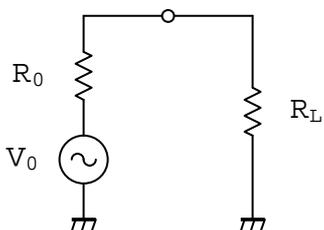
/1/ 理想電圧源と理想電流源の内部インピーダンスを答えなさい。

/2/ 電流源 I とインピーダンス Z の並列接続で表される電源を電圧源による等価電源にかき換えなさい。(テブナンの等価電源)

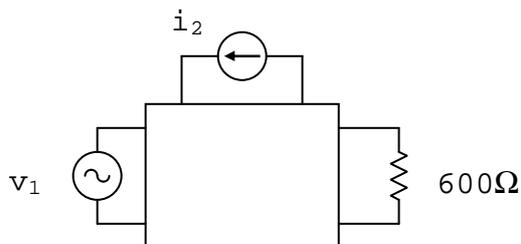
/3/ 図のような回路について節点Aから見込んだインピーダンスと開放電位を答えなさい。



/4/ 内部抵抗 R_0 , 開放電圧 V_0 の電源がある. 負荷抵抗 R_L にこの電源を接続するとき, 負荷で消費される電力が最大になるような負荷抵抗の値を答えなさい。



/5/ 600Ω の負荷抵抗が接続されている回路が電圧源 v_1 と電流源 i_2 で駆動されている. 電圧源を短絡したときと電流源を開放したとき, 負荷抵抗を流れる電流を測定したところ, それぞれ 2mA と 3mA であった. 2つの電源で同時に回路を駆動したとき負荷抵抗に発生する電圧降下を答えなさい。



/6/ 2つの数値 v_1, v_2 を比べるときにデシベルが使われることがある. $v_2=2v_1$ のとき, この2つの電圧の違いは何デシベルか。

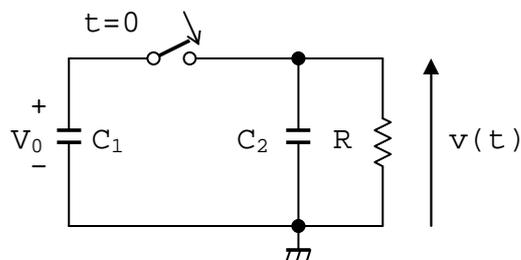
/7/ 開放電圧 5volts の交流電圧源に 50Ω の抵抗と $20\mu\text{F}$ のキャパシタが直列接続されている。

- 1) この接続を回路図として描きなさい。
- 2) 交流電圧源の角周波数が 1M rad/sec の場合と 1 rad/sec の場合についてキャパシタの両端に発生する電圧はいくらか, 電圧の概略値を以下の数値から選びなさい。

注) 詳細な計算をする必要はない。

0, 0.1, 0.25, 0.628, 1, 2.5, 3, 3.14, 5, 6.28, 10, 25, 100, 250, 1000, 6280000

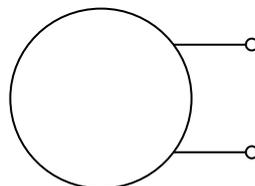
/8/ 図の回路は $t < 0$ で定常状態にあり, キャパシタ C_1 は v_0 に充電されている. スイッチを $t=0$ で閉じたとき, $v(t)$ がどのように変化するか, 以下の間に答えなさい。



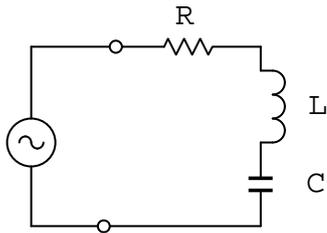
- 1) s を複素角周波数として, $t \geq 0$ に対して成立する節点方程式を書きなさい。
- 2) ラプラス変換をつかって $v(t)$ を計算し, グラフに描きなさい. 必要ならば, 次のラプラス変換対を利用しなさい (ただし p は定数)。

$$e^{pt} \leftrightarrow \frac{1}{s-p}$$

/9/ 図のような未知の2端子回路について計測したところ, 開放電圧, 短絡電流, 内部インピーダンスがそれぞれ v, i, Z であった. これらの間に成立する関係式を書きなさい. また, この回路に対する電圧源による等価回路と電流源による等価回路を描きなさい。



/10/ RLC直列接続による2端子インピーダンスを $Z(s)$ と書き、図のように交流電圧源に接続する。



- 1) この回路の名称を答えなさい。
- 2) $Z(s)$ を書きなさい。
- 3) $s=j\omega$ として $Z(j\omega)=R(\omega)+jX(\omega)$ と表わすとき、 $R(\omega)$, $X(\omega)$ を書きなさい。
- 4) $|Z(j\omega)|$ を書きなさい。
- 5) $|Z(j\omega)|$ が極小となる角周波数 ω_0 を答えなさい。
- 6) この周波数を何と呼ぶか。
- 7) アドミタンスの絶対値 $|Y(j\omega)|=|1/Z(j\omega)|$ の周波数特性を図示しなさい。
- 8) このとき $|Y(j\omega)|$ が極大値より 3dB 低下した2点の角周波数を ω_1, ω_2 を求めなさい。ただし $\omega_1 < \omega_2$ とする。(ヒント: $20\log\sqrt{2}=3\text{dB}$)
- 9) $\omega_0/Q=\omega_2-\omega_1$ によって Q を定義しなさい。また、 $\omega_1\omega_2=\omega_0^2$ が成立することを確認しなさい。
- 10) $Y(s)=1/Z(s)$ を s の有理多項式(多項式の比)として整理しなさい。ただし、分母の s の最高次数項の係数(主係数)は1とすること。
- 11) 分母の1次項の係数と定数項は Q と ω_0 とどのような関係があるか調べなさい。

/11/ つぎの用語を簡単に説明しなさい。

接地 ground

短絡 short, short-circuit

開放 open, open-circuit

電位 potential

電位差 potential difference

電圧降下 voltage drop

起電力 electro-motive force

インピーダンス impedance

アドミタンス admittance

コンダクタンス conductance

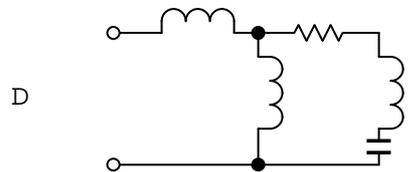
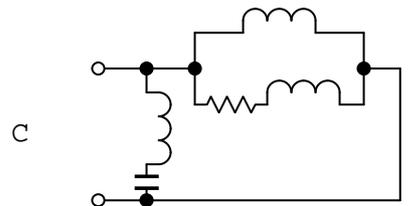
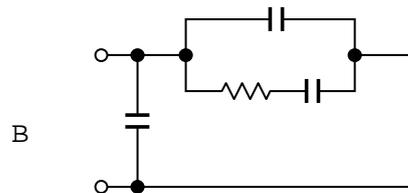
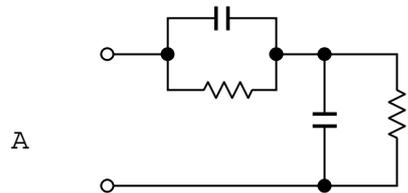
リアクタンス reactance

並列 parallel

遮断周波数 cut-off frequency

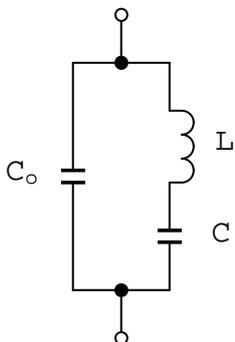
/12/ 下図の回路A~Dの定常応答(steady-state responses)に関して、つぎの性質をもつかどうか吟味し、正否を○×で表に記入しなさい。

- 1) 直流電圧源に対して入力電流が0となる
- 2) 直流電圧源に対して入力電流が ∞ となる
- 3) 直流電流源に対して入力電圧が0となる
- 4) 直流電流源に対して入力電圧が ∞ となる
- 5) 周波数が十分に高い交流電圧源に対して入力電流が ∞ となる
- 6) 周波数が十分に高い交流電流源に対して入力電圧が0となる



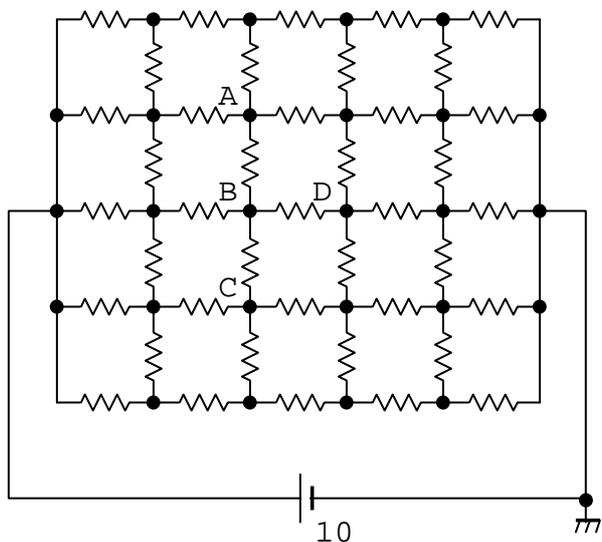
	回路 A	回路 B	回路 C	回路 D
性質 1				
性質 2				
性質 3				
性質 4				
性質 5				
性質 6				

/13/ 図の2端子回路のインピーダンスを複素角周波数 s の関数として求めなさい。つぎに、角周波数を横軸にとり、その周波数特性をグラフに描きなさい。ただし、 $C \ll C_0$ とする。

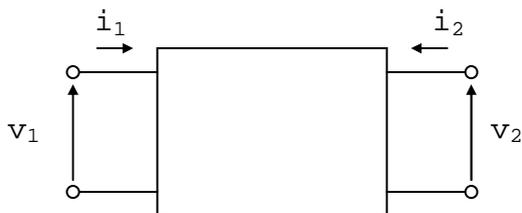


/14/ 同一の抵抗からなる図のような回路がある。向かい合う2辺のそれぞれを導体で短絡し、この向かい合う2辺の間に10ボルトの直流電圧源を接続する。4点、A、B、C、Dの電位分布について答えなさい。

- (1) 4点、A、B、C、Dの電位を答えなさい。
- (2) つぎにB-D間の抵抗を切断するとき、4点における電位の高低を不等式で表わしなさい。
- (3) B-D間の抵抗をキャパシタに取り替えて十分に長い時間が経過した後、電位分布はどうなるか。
- (4) B-D間の抵抗をインダクタに取り替えて十分に長い時間が経過した後、電位分布はどうなるか。



/15/ 線形並進不変な2端子対回路に対して図のように電流、電圧を定めて、回路の動作を記述しよう。



入力端子対と出力端子対のそれぞれについてしかるべき平衡方程式が成立するはずであるから、2つの方程式が成立する。線形回路であるから方程式は線形であり、かつまた並進不変であるから係数は定数であるに違いない。したがって

$$a_1 v_1 + a_2 i_1 + a_3 v_2 + a_4 i_2 = c_1$$

$$b_1 v_1 + b_2 i_1 + b_3 v_2 + b_4 i_2 = c_2$$

2端子対を駆動する外部の独立起電力が零でも方程式が成立しなければならないから、 $c_1 = c_2 = 0$ でなければならない。したがって2行2列の定係数行列で記述されるはずである。2元ベクトルの作り方には電圧と電流の組合せによって ${}_4C_2 = 6$ とおりが存在する。①6種類の2端子対パラメータの名称を列挙しなさい。

たとえばhパラメータは

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

で表わす。4つの係数はそれぞれ

$$h_{11} = (v_1 / i_1) | v_2 = 0, \quad h_{12} = (v_1 / v_2) | i_1 = 0$$

$$h_{21} = (i_2 / i_1) | v_2 = 0, \quad h_{22} = (i_2 / v_2) | i_1 = 0$$

によって定義される。② $v_2 = 0$ とする条件は回路接続をどのようにすることを意味するか答えなさい。また、③ $i_1 = 0$ とする条件は回路接続をどのようにすることを意味するか答えなさい。

いま2端子対回路を記述する方程式が得られており、これよりhパラメータによる表現を知りたいとしよう。hパラメータの変数の組合せに合わせて

$$a_1 v_1 + a_4 i_2 = -a_2 i_1 - a_3 v_2$$

$$b_1 v_1 + b_4 i_2 = -b_2 i_1 - b_3 v_2$$

と変形すれば、これは

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_4 \\ b_1 & b_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} a_2 & a_3 \\ b_2 & b_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

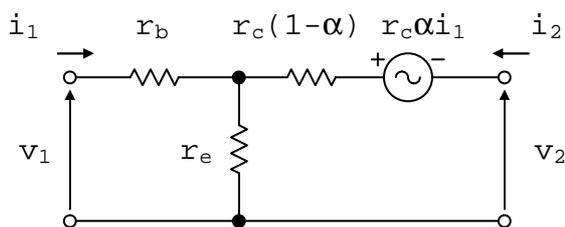
と表わされる。したがって

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} &= -\begin{bmatrix} a_1 & a_4 \\ b_1 & b_4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_2 & a_3 \\ b_2 & b_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{a_1 b_4 - a_4 b_1} \begin{bmatrix} -b_4 & a_4 \\ b_1 & -a_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_2 & a_3 \\ b_2 & b_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

が得られる。これを展開すればhパラメータの各係数が知れる。このようにして、2端子対回路網を記述する任意の方程式から任意の2端子対パラメータへ変換することができる。

/16/ hパラメータにより2端子対回路網の等価回路を描きなさい。次に、 h_{12} および h_{22} が十分に小さく、無視できると仮定して、簡略化した等価回路を描きなさい。また、 h_{11} , h_{12} , h_{21} , h_{22} はそれぞれ入力インピーダンス、電圧帰還率、電流増幅率、出力アドミタンスと呼ばれるのはなぜか、簡単に説明しなさい。

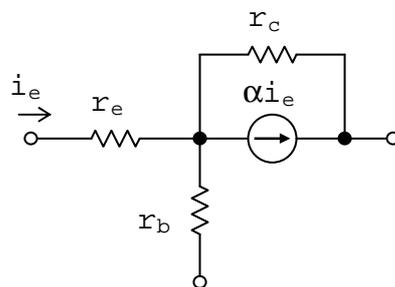
/17/ 図のようなエミッタ接地T型等価回路をhパラメータで表現し、hパラメータによる等価回路を描きなさい。hパラメータによる等価回路はその形状からπ型等価回路といわれるが、π型等価回路の利点をT型等価回路と比較して考察しなさい。
 $r_e=26\Omega$, $r_b=200\Omega$, $r_c=5M\Omega$, $\alpha=0.99$ であるとき、hパラメータの概略値を答えなさい。



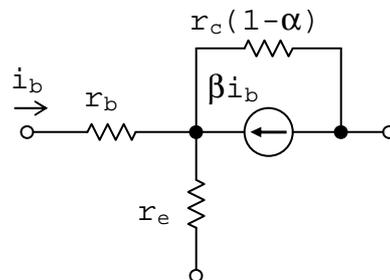
/18/ 次の文中の誤りを2箇所訂正しなさい。
 「バイポーラトランジスタの構造は2つのpn接合が背中合わせになっているほか、ベース幅は多数キャリアの拡散距離よりも十分短くし、コレクタには不純物を入れて強いn型あるいはp型にする。」

/19/ 次の文中の誤りを2箇所訂正しなさい。
 「バイポーラトランジスタの動作は、ベース領域における多数キャリアのドリフトによって支配される。」

/20/ 図はベース接地トランジスタのT形交流等価回路である。どの端子がエミッタ、ベース、コレクタか、E, B, Cの記号を記入しなさい。

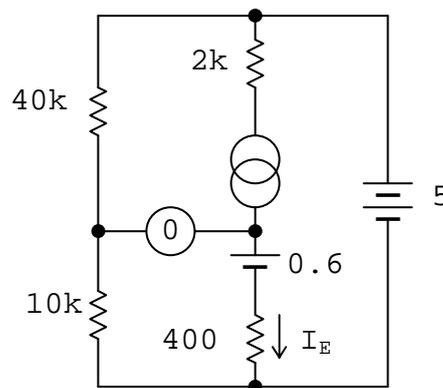


/21/ 図はエミッタ接地トランジスタのT形交流等価回路である。どの端子がエミッタ、ベース、コレクタか、E, B, Cの記号を記入しなさい。

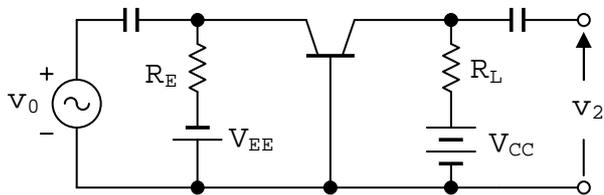


/22/ トランジスタのエミッタ交流等価抵抗 r_e とエミッタバイアス電流 I_E との間に成立する関係式を書きなさい。

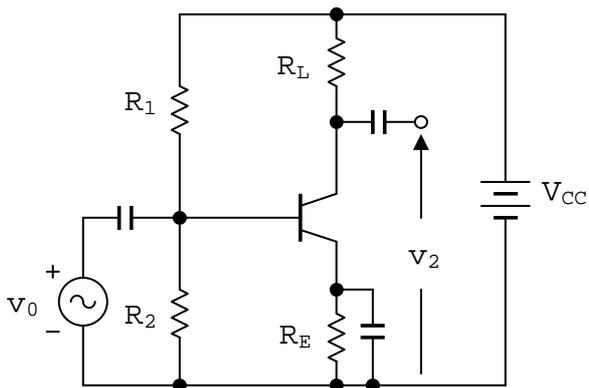
/23/ 図はエミッタ接地増幅回路の直流等価回路をNullator/Noratorモデルで表している。エミッタバイアス電流とエミッタ交流等価抵抗の値を求めなさい。



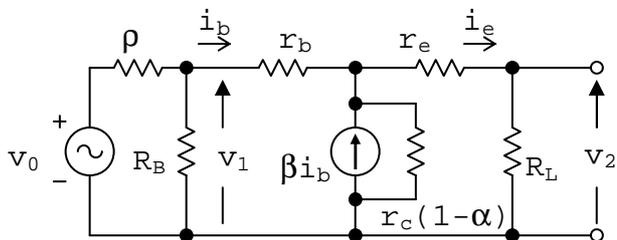
/24/ 図のベース接地増幅回路について、エミッタを示す矢印を記入した後、交流等価回路を描き、電圧利得を求めなさい。ただしコンデンサの容量は十分大きく、 $r_c = \infty$ とする。



/25/ 図のエミッタ接地増幅回路について、エミッタを示す矢印を記入した後、交流等価回路を描き、電圧利得を求めなさい。ただしコンデンサの容量は十分大きく、 $r_c = \infty$ とする。

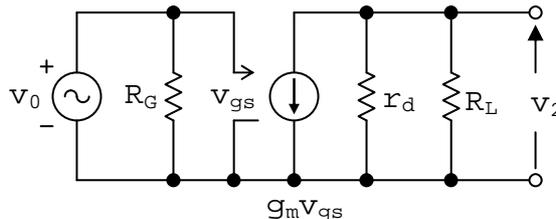


/26/ 図の電子回路について電圧利得 v_2/v_1 を求めなさい。ただし $r_c = \infty$ とする。

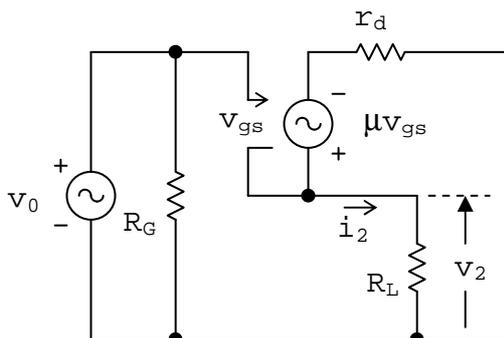


/27/ 前図の電子回路について出力インピーダンス $Z_o = v_2/(-i_e) | v_0=0$ を求めなさい。ただし $r_c = \infty$ とする。

/28/ 図の電子回路について電圧利得を求めなさい。



/29/ 図の電子回路について出力インピーダンス $Z_o = v_2/(-i_2) | v_0=0$ を求めなさい。



/30/ トランジスタ基本増幅回路の簡略化した動作量について、以下の動作量と語群 {ア, イ, ウ} の中から選択して表の空欄をうめなさい。ただし R_L は負荷抵抗を表す。

0, 1, 2β , r_e , r_b , r_c , $r_c(1-\alpha)$, $r_e(1+\beta)$, R_L/r_e , $-R_L/r_e$, α , β , $-\beta$

- ア：電圧増幅および電流増幅,
- イ：低インピーダンス負荷の駆動,
- ウ：高インピーダンス負荷の駆動.

	Common Base	Common Emitter	Common Collector
Z_{in}	r_e		$(r_e + R_L)(1 + \beta)$
Z_{out}	r_c	$r_c(1 - \alpha)$	
A_v			
A_i			$1 + \beta$
用途			

/31/ シリコン基板上のバイポーラトランジスタでは $V_{B'E}$ の温度係数は $-2.2\text{mV}/^\circ\text{C}$ であり、コレクタ遮断電流 I_{CO} は 10°C 上昇すると 2 倍に増加する。 $V_{B'E} = 0.6\text{V}$, $I_{CO} = 1\text{nA}$ で動作しているトランジスタ

で温度が 100°C 上昇したとする. このとき $V_{B'E}$ と I_{C0} の値を答えなさい.

/32/ トランジスタについて以下の事項が電子回路の常識としてほぼ正しいか否か答えなさい.

- 1) $r_c(1-\alpha) \gg R_L$
- 2) $r_c(1-\alpha) \gg r_e$
- 3) β はすごく大きい
- 4) $\alpha \doteq 1$
- 5) $r_c \gg r_b$
- 6) $R_L(1+\beta) \gg r_b$
- 7) r_b は $50 \sim 500\Omega$
- 8) r_c は $5 \sim 10\text{M}\Omega$
- 9) $r_c(1-\alpha)$ はアーリー電圧 $\div I_c$
- 10) FET のゲート電流はほぼ零である
- 11) $g_m = \alpha_0 / r_e$
- 12) $r_e = (kT/q) / I_E$
- 13) エミッタ接地増幅回路設計においては電圧配分比を $V_{RC} : V_{CE} : V_{RE} = 1 : 1 : 1$ と定める
- 14) $\omega_\alpha = 2D/W^2$ ただし D はベース領域における少数キャリアの集中定数
- 15) $r_e C_d = 1 / \omega_\alpha$

/33/ 図 A のような FET 増幅回路の小信号交流動作について以下の設問に答えなさい. ただし, FET の交流等価回路は図 B とし, 無記名のキャパシタのインピーダンスは十分低いものとする.

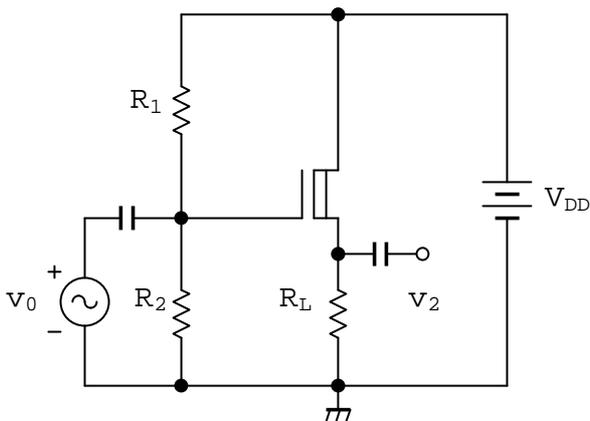


図 A

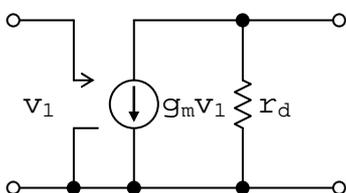
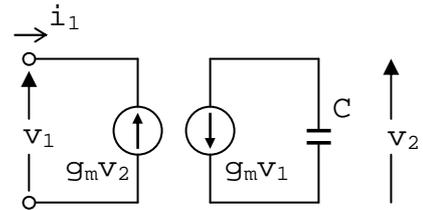


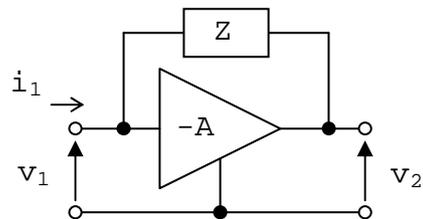
図 B

- (1) この回路の名称は何か。
- (2) 交流等価回路を描きなさい。
- (3) 電圧利得を求めなさい。
- (4) $g_m r_d \gg 1$ ならびに $g_m R_L \gg 1$ とすると, 電圧利得はどのように表わされるか。
- (5) 出力インピーダンスを求めなさい。

/34/ 図において入力インピーダンスを計算しなさい. また, この電子回路の意義を答えなさい.

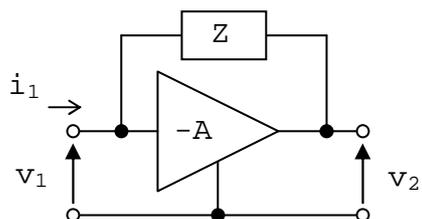


/35/ 図のように電圧利得が $-A$ 倍の理想増幅器の入出力間にあるインピーダンス Z が接続されている. 増幅器の入力インピーダンスが無限大であり, 増幅器に流れ込む電流は無視できると仮定する. この回路の入力インピーダンスを計算しなさい. また, この結果から引き出される教訓は何か, 説明しなさい.



/36/ 文中{ }内の正しい語句や数式を選択しなさい.

下図のように, 電圧利得が $-A$ 倍の理想増幅器の入出力間にあるインピーダンス Z が接続された場合の入力インピーダンスについて考えよう.



理想増幅器の①{入力, 出力, 電源}インピーダンスは②{無限大, 零, 1}であるから, 増幅器に流れ

込む電流を無視すると、 i_i は③ $\{Z, -A\}$ を流れる電流に等しい。したがって、

$$i_i = ④ \{v_1/Z, v_2/Z, (v_1-v_2)/Z, (v_2-v_1)/Z\}$$

である。また、出力電圧は

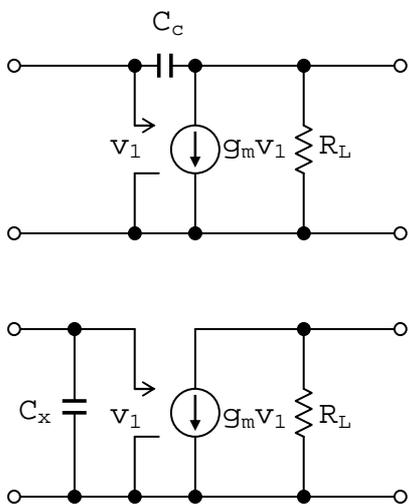
$$v_2 = ⑤ \{-Av_1, -Ai_1, -Zi_1, -Azi_1\}$$

と書ける。したがって入力インピーダンスは

$$Z_i = ⑥ \{Z(1-A), Z(1+A), Z/(1-A), Z/(1+A)\}$$

となる。つまり、この回路では入出力間に接続されたインピーダンスが⑦ {内, 外, 入力, 出力, 電流, 電圧} 側から見ると⑧ $\{A, -A, 1/A, -1/A, 1+A, 1-A, 1/(1+A), 1/(1-A)\}$ 倍に見える。このインピーダンスが容量 C のコンデンサであるとするれば、等価的な容量は⑨ $\{CA, -CA, C/A, -C/A, C(1+A), C(1-A), C/(1+A), C/(1-A)\}$ と表される。これを⑩ {テブナン, ミルマン, ミラー, アーリー, 電流源, 電界, 増幅, 負帰還} 効果という。

/37/ 以下の2つの回路について入力側端子対は等価であることを説明しなさい。ただし、 $C_x = C_c(1+g_m R_L)$ である。



/38/ Fig. A のトランジスタの交流等価回路を用いて設問に答えなさい。

- 1) Fig. B のエミッタ接地増幅回路の交流等価回路を描きなさい。ただし、無記名のコンデンサの容量は十分に大きいと仮定する。
- 2) 次に電圧利得 v_2/v_1 を計算し、高域遮断周波数を答えなさい。
- 3) $C_t \ll C_1$ と仮定して v_1/v_0 を計算し、増幅回路の

低域遮断周波数を答えなさい。

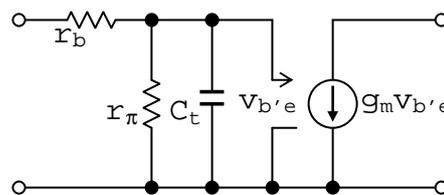


Fig. A

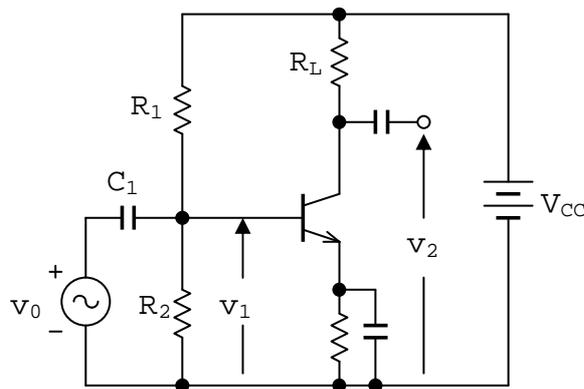
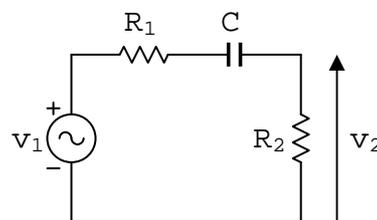
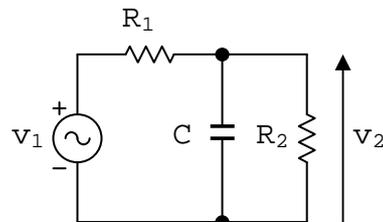


Fig. B

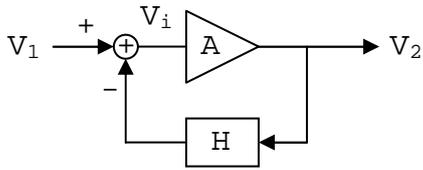
/39/ 図のような回路で v_2/v_1 を計算し、遮断周波数を求めなさい。また周波数特性の概略をスケッチしなさい。



/40/ 図のような回路で v_2/v_1 を計算し、遮断周波数を求めなさい。また周波数特性の概略をスケッチしなさい。



/41/ 図のような帰還回路モデルについて以下の問いに答えなさい。ただし、 A は正相増幅回路の利得であり、 H は帰還回路の帰還係数である。

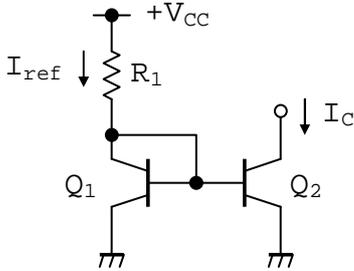


- 11) 不安定な帰還回路のボード (Bode) 線図を描きなさい。
- 12) 不安定な帰還回路のボード (Bode) 線図を説明しなさい。

- 1) V_1 , V_2 , V_i について成立する方程式を書き、利得 $G=V_2/V_1$ を求めなさい。
- 2) ループ利得とは何か、説明しなさい。
- 3) $|AH| \gg 1$ のとき、利得はどのように表されるか、答えなさい。そして、この表現は何を意味するか、答えなさい。
- 4) 帰還回路を受動回路で構成する理由を答えなさい。
- 5) 負帰還増幅回路のインピーダンスについて質問します。入力側において信号源、増幅回路、および帰還回路を直列に接続する場合、入力インピーダンスはどれだけ大きくなるか、小さくなるか答えなさい。
- 6) 出力側において負荷、増幅回路、および帰還回路を並列に接続する場合、出力インピーダンスはどれだけ大きくなるか、小さくなるか答えなさい。
- 7) 一般に、 A と H は複素周波数 s の関数であり、周波数とともに振幅も位相も変化する。帰還回路が安定であるための必要十分条件は、利得の分母多項式がフルビツ (Hurwitz) 多項式となることである。では、フルビツ多項式の根は複素平面上のどこに存在するか、答えなさい。
- 8) 安定であるとは、利得が有限の値にとどまることである。不安定になるとは、利得が無限大に発散することである。では、ループ利得の位相がどれだけ回転すると不安定になる可能性があるか、答えなさい。
- 9) そのとき、ループ利得の絶対値がどのような条件を満たすとき不安定になるか、答えなさい。
- 10) 不安定になるとき正弦波発振回路となることがある。なぜ正弦波が発生するか、なぜ矩形波が発生しないか答えなさい。

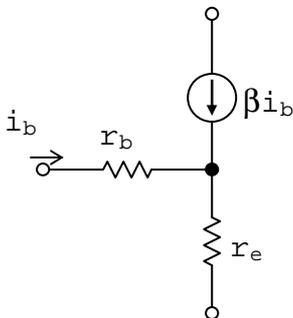
/42/ 下図の両トランジスタのエミッタに矢印を記入してカレントミラー回路図を完成しなさい。電流 I_C を求めなさい。 $V_{CC}=5V$ とするとき、 $I_C=2mA$ となるような R_1 の値はいくらか。 Q_2 のコレクタから見込んだインピーダンスはどれほどの大きさか、次の { } の中から選びなさい。

{ r_c , $r_c(1-\alpha)$, $r_e(1+\beta)$, r_e }

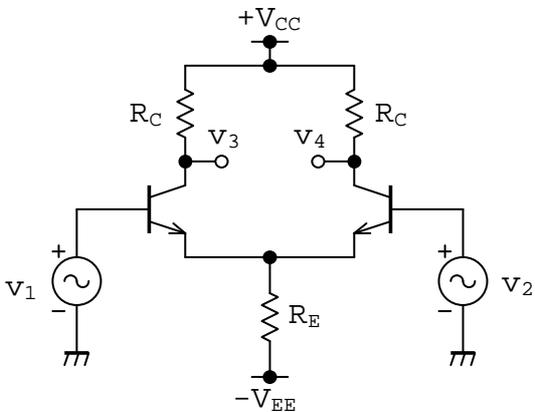


/43/ 差動増幅回路について以下の設問に答えなさい。ただしトランジスタ Q_1 と Q_2 、 Q_3 と Q_4 、および Q_5 と Q_6 の特性はそれぞれ揃っているものとする。

(1) 図Aのトランジスタ交流等価回路を用いて、図Bの基本差動増幅回路の交流等価回路を描きなさい。

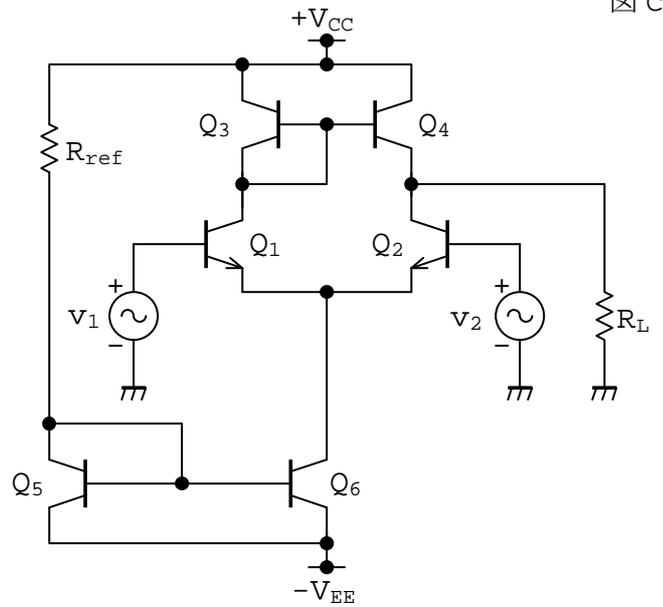


図A



図B

図C



(2) 差動利得 A_d と同相利得 A_c を求めなさい。ただし、

$$A_d = \frac{v_3 - v_4}{v_1 - v_2} \quad A_c = \frac{v_3 + v_4}{v_1 + v_2}$$

(3) 差動利得を大きく、同相利得を小さくしたい。なぜか。次の中から理由を選びなさい。

- ① 温度は近接する2点ではほぼ同一である。 A_d は2点間の電位差の関数だから、温度に起因する変動分は差分によって消失する。いっぽう、 A_c は2点の電位の平均値の関数だから、温度変動分を表現する。
- ② 温度は近接する2点ではほぼ逆極性で変化する。 A_d は2点間の電位差の関数だから、温度変動分は差分の反転によって増加する。いっぽう、 A_c は2点間の平均温度の関数だから、温度変動分の反転で減衰する。
- ③ 雑音は近接する2点では相関がある。 A_d は2点間の電位差の関数だから、雑音成分は差分によって消失する。いっぽう、 A_c は2点間の平均電位の関数だから、雑音成分を表現する。

(4) 差動利得を大きく、同相利得を小さくするにはどうすればよいか。

(5) 図Cの差動増幅集積回路について $Q_3 \sim Q_6$ のエミッタの矢印を描き加えて回路図を完成しなさい。

(6) $V_{CC}=V_{EE}=3V$ とする。 Q_1 と Q_2 にそれぞれ $1mA$ の直流バイアス電流を供給するには R_{ref} の値をいくらにすればよいか。ただし、 $V_{B'E}=0.6V$

(7) Q_3 と Q_4 の役割を説明しなさい。

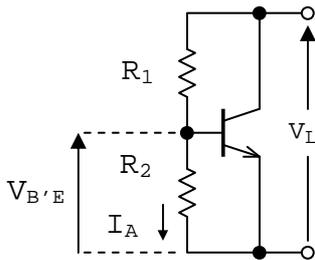
(8) Q_5 と Q_6 の役割を説明しなさい。

※(7), (8) については下の①~⑤から選びなさい。

- ① 高インピーダンス負荷を形成し高利得を得る
- ② 電流をコピーして single-ended output にする
- ③ 電流源を形成し、直流バイアスを供給する
- ④ バイアス抵抗を高くし、同相利得を下げる
- ⑤ カレントミラーとして電流を閉じ込める

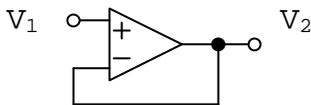
- ① V_1 と V_2 の平均を微分する。
- ② V_1 と V_2 の平均を積分する。
- ③ V_1 と V_2 の平均を増幅する。
- ④ V_1 と V_2 の平均を発振する。
- ⑤ V_1 と V_2 の平均をラプラス変換する。
- ⑥ V_1 と V_2 の差を微分する。
- ⑦ V_1 と V_2 の差を積分する。
- ⑧ V_1 と V_2 の差を増幅する。
- ⑨ V_1 と V_2 の差を発振する。
- ⑩ V_1 と V_2 の差をラプラス変換する。

/44/ 下図のレベルシフト回路において R_2 には電流 I_A が流れていると仮定する。 I_A を $V_{B'E}$ で表わしなさい。ベース電流を無視してコレクタ・エミッタ間電圧を求めなさい。



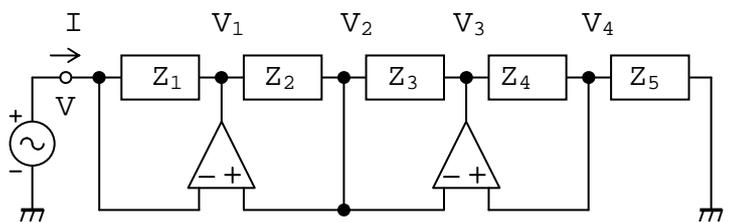
/47/ スルーレート (Slew Rate) は、増幅器が波形ひずみなく信号を出力する角周波数と振幅との積の上限を与える。演算増幅器 $\mu A741$ は $SR=0.5V/\mu s$ である。正弦波で $5V_{pp}$ の無ひずみ出力が得られる最大周波数はいくらか。また、 $10kHz$ では無ひずみ最大出力電圧はいくらか。

/45/ 図示の演算増幅器回路の電圧利得を求めなさい。また、この回路の名称を答えなさい。

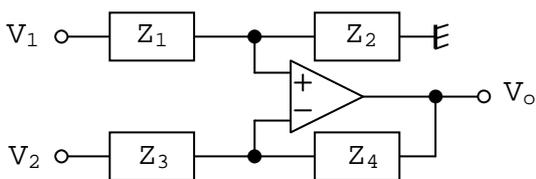


/48/ 図のような演算増幅器回路 (the Riordan circuit) について以下の設問に答えなさい。

- 1) ナレータ・ノレータモデルによって等価回路を描きなさい。
- 2) 入力インピーダンス $Z_{in}=V/I$ を求めなさい。
- 3) $Z_1 \sim Z_5$ のうちのいずれか1つをキャパシタとし、他を抵抗とする。入力インピーダンスをインダクタンスと等価にするには、どれをキャパシタとすればよいか。

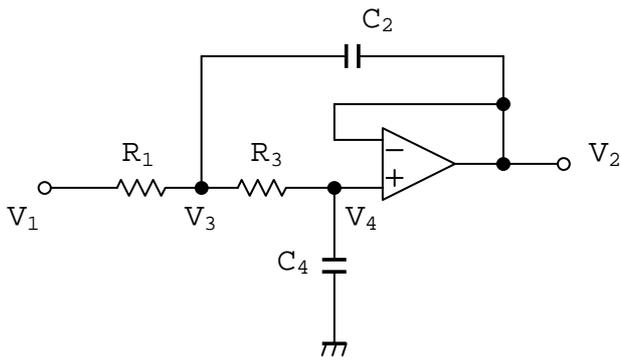


/46/ 図のような演算増幅器回路について以下の設問に答えなさい。

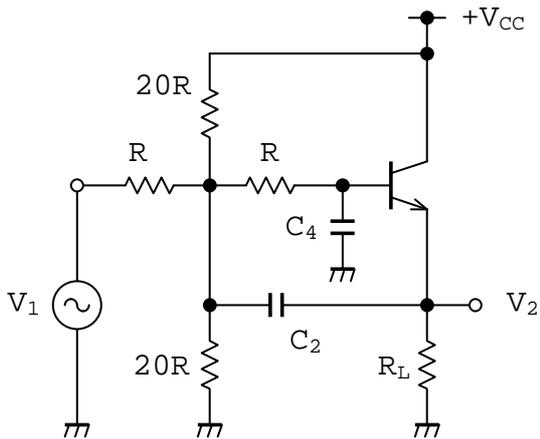


- 1) 出力電圧 V_0 を入力電圧 V_1, V_2 によって表わしなさい。
- 2) $Z_1=Z_3=R, Z_2=Z_4=1/sC$ と定めるとき、この回路の働きを以下の中から選びなさい。

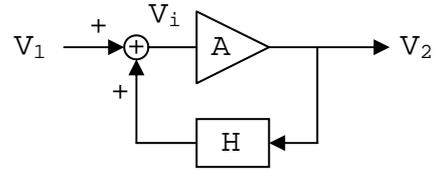
/49/ 図示の回路は Sallen-Key の低域通過フィルタ(LPF, lowpass filter)である。



- 1) V_1 から V_2 への電圧伝達関数を計算しなさい。
(アドミタンスを使用し、 $G_1=1/R_1$, $G_3=1/R_3$ と書くと計算しやすい)
- 2) 抵抗をキャパシタに、キャパシタを抵抗に置き換えると、どのような周波数選択特性が得られるか答えなさい。(つまり、高域通過(HPF)か、帯域通過(BPF)か、帯域阻止(BSF)か、答えなさい)
- 3) R_3 をキャパシタに置き換え、 C_4 を抵抗に置き換えると、どのような周波数選択特性が得られるか答えなさい。
- 4) 下図の回路は電圧ホロワをエミッタホロワで置き換えたトランジスタ回路である。この回路はどのような周波数選択特性をもつか答えなさい。



/50/ 図のような正帰還による正弦波発振について以下の問いに答えなさい。ただし、A は正相増幅回路の利得であり、H は帰還回路の帰還係数である。



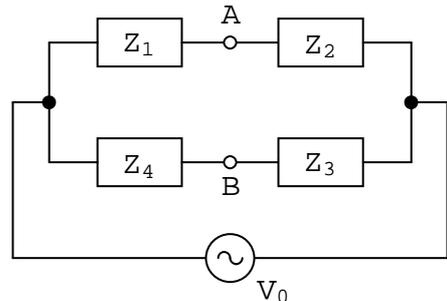
- 1) V_1 , V_2 , V_i について成立する方程式を書き、利得 $G=V_2/V_1$ を求めなさい。
- 2) 複素周波数 s の関数 $A(s)H(s)$ がいかなる条件を満たすとき回路が発振するか答えなさい。
- 3) なぜ正弦波が発生するか、なぜ矩形波が発生しないか答えなさい。
- 4) 帰還回路を受動回路で構成する理由は何か。
- 5) $D_E(s^2)$ と $D_O(s^2)$ を s^2 に関する有理多項式として、 AH が

$$A(s)H(s) = \text{実定数} / \{D_E(s^2) + sD_O(s^2)\}$$
と書けるとき、発振角周波数を定める方程式を書きなさい。
- 6) a, b, c, d, k を適当な正数として AH が

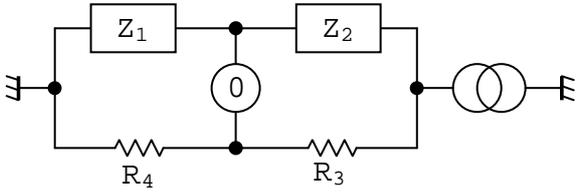
$$A(s)H(s) = k / \{a + b/s^2 + (c/s + d/s^3)\}$$
と書けるとき、発振角周波数を答えなさい。
- 7) この角周波数で発振が持続するために必要な条件を不等式で答えなさい。

/51/ 図のようなブリッジ回路においてブリッジの平衡条件は A 点と B 点が同電位となり、2 点間をいかなるインピーダンスで接続しても電流が流れなくなることである。これよりブリッジの平衡条件が

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4$$
であることを示しなさい。



/52/ ブリッジ回路で $Z_3=R_3$, $Z_4=R_4$ とし, 交流電圧源を Norator で置き換え, 節点 A-B 間を Nullator で置き換えると図のような回路が得られる. このような回路を考えることの妥当性を検討しなさい.

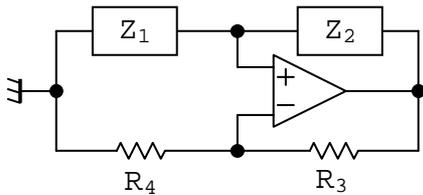


/53/ 上図の Nullator/Norator 対を演算増幅器で置き換えると図示の回路が得られる. ここで

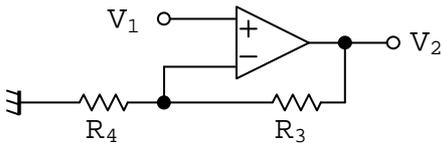
$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{R_1 + sC_1}$$

$$Z_2 = R_2 + \frac{1}{sC_2}$$

とすると, これはウィーンブリッジ発振回路にはかならない. 演算増幅器の入力端子の極性を図示のように定める理由を答えなさい.



/54/ 図の電子回路において電圧利得 $A=V_2/V_1$ を求めなさい.

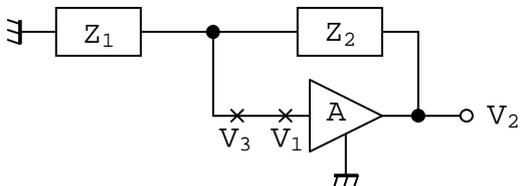


/55/ 電圧利得が A の理想増幅器を使用した図のような発振回路がある. ただし

$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{R_1 + sC_1}$$

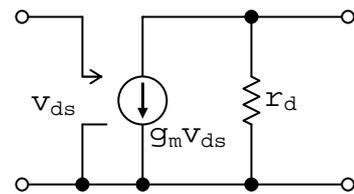
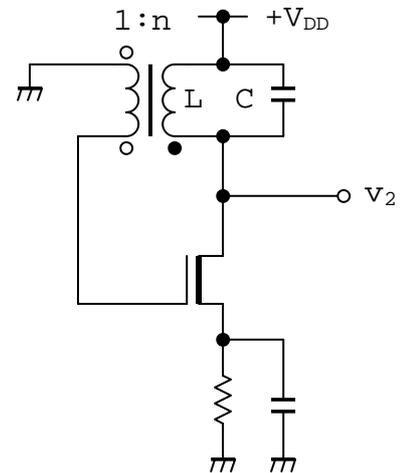
$$Z_2 = R_2 + \frac{1}{sC_2}$$

である. 図示のように正帰還ループを切断し, ループ利得を計算しなさい. 発振角周波数を計算しなさい. 利得 A に対する条件を計算しなさい.

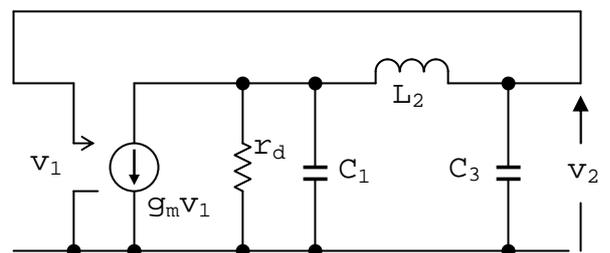


/56/ 図の発振回路では変成器を介して正帰還ループを形成する.

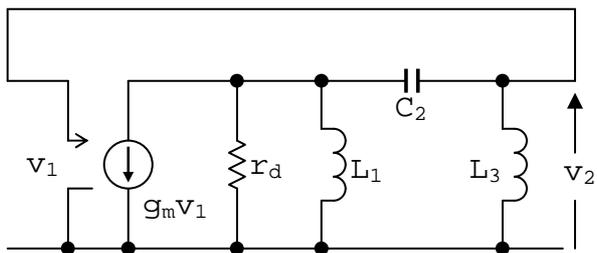
- (1) この発振回路の名称は何か.
- (2) 巻線の正しい極性を黒く塗りつぶして印をつけなさい.
- (3) この発振回路の交流等価回路を描きなさい. ただし, FET の等価回路は下段の図を参照し, ソースに接続されているコンデンサの容量は十分大きいとする.
- (4) 帰還ループを正しく切断して等価回路に記入し, ループ利得を計算しなさい.
- (5) 発振角周波数と所要の相互コンダクタンスの下限を計算しなさい.



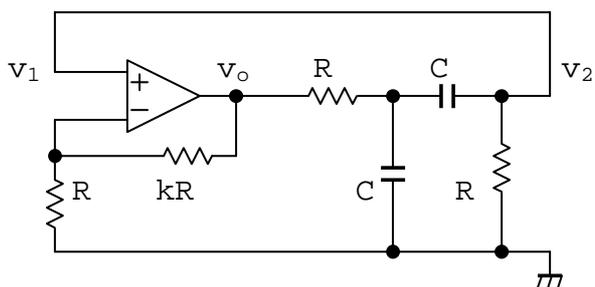
/57/ 図の Colpitts oscillator について発振角周波数と利得 $g_m r_d$ を計算しなさい.



/58/ 図の Hartley oscillator について発振角周波数と利得 $g_m r_d$ を計算しなさい。



/59/ 図のような演算増幅器による発振回路について以下の設問に答えなさい。

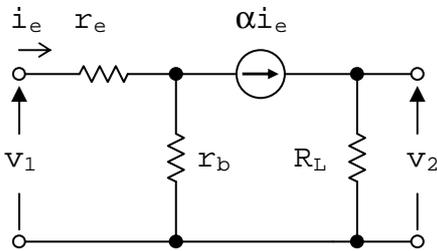


- (1) ループ利得を計算するために、帰還ループを切断すべき箇所を×印で示しなさい。
- (2) 増幅回路の利得 v_o/v_1 を求めなさい。
- (3) ループ利得を計算しなさい。
- (4) 周波数条件により発振周波数を求めなさい。
- (5) 電力条件により発振に必要な k の値を求めなさい。

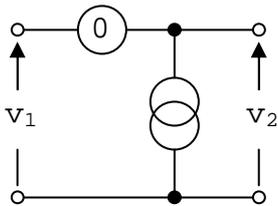
/99/ この講義ではなるべく分かりやすい説明と板書に留意しているつもりです。興味を持ったこと、知り得たこと、改善すべき点など、受講した感想を書いてください。

/61/ 電子回路に関する以下の設問に答えなさい。なお、文中の中括弧 { } で囲まれた語句等については適切なものを選んで書きなさい。電流増幅率 α の値は十分 1 に近いものとする。

- 1) 図のようなトランジスタ回路について
 - a) 電圧利得を計算しなさい。
 - b) この回路の接地形式を答えなさい。
 - c) この回路は同相増幅か、逆相増幅か。



2) ナレータとノレータから構成される図のような電子回路について電圧利得と入力インピーダンスを答えなさい。この回路のような働きをする電子回路の呼称を答えなさい。

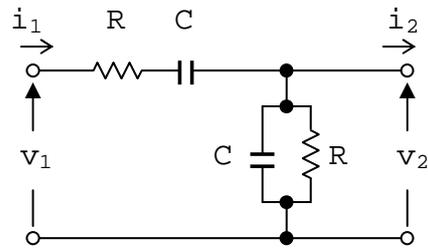


3) 図の RC 回路は F 行列 (縦続行列)

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_2 \\ i_2 \end{bmatrix},$$

$$\text{where } A = \frac{(sCR)^2 + 3sCR + 1}{sCR}$$

によって記述される。電圧利得を求めなさい。



- 4) 下図の帰還回路について設問に答えなさい。
 - a) 負帰還か正帰還か答えなさい。
 - b) ×印を付した 2 箇所でループを切断し、ループ利得を求めなさい。
 - c) $s = j\omega$ として、ループ利得の {実数部, 虚数部} が零となる角周波数を答えなさい。
 - d) ループ利得の {実数部, 虚数部} が 1 より大きくなるためには、いかなる不等式が成立しなければならないか。

