

アナログ検定のパンフレット

アナログ検定2016 を実施します！！

アナログ回路技術は、デジタルシステムを活かすための重要な技術です。アナログ技術を極め自分の強みとするには、半導体、回路、評価、シミュレーションなど多くの知識の融合が求められます。そこで、群馬県アナログ関連企業連絡協議会では、アナログ技術に対する理解度を測る「アナログ検定2016」を実施します。この検定は、「群馬アナログフォーラム」の開催に合わせ実施するもので、平成23年度から実施しており、参加者から大変ご好評いただいています。基礎技術の復習、今後の能力開発の指標として、是非この機会をご活用ください。

日 時：2016年2月1日（月）
集合 10時00分
検定 10時15分～11時15分
問題解説 11時15分～12時15分
会 場：群馬県庁昭和庁舎3階35会議室

出題内容・形式：
 アナログ回路基礎に関する設問（約30問）を五者択一方式で解答
 ※詳しい出題範囲はホームページを、昨年度の出題例は裏面をご覧ください。
検定料：無料 定員：50名 受検資格：特になし
当日の持ち物：鉛筆またはシャープペンシル、消しゴム
申込方法：下記ホームページからお申し込みください。
 ※当日午後で開催される「群馬アナログフォーラム」も同時に申し込みます。

その他：
 ・当日、受付にてお弁当の斡旋をいたします（500円、事前申し込み要）。
 午後のフォーラムにも参加される方は必要に応じてご利用ください。
 ・検定結果は、後日、申込者にメールでお送りいたします。
 ・結果は点数にてお示しいたします。
 合否等の判定は行いません。

ホームページはこちら↓
<http://www.pref.gunma.jp/06/g1610059.html>

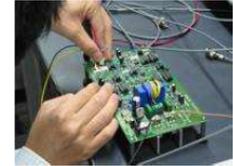
アナログポータル 検索

主催：群馬県アナログ関連企業連絡協議会
 共催：群馬大学 後援：首都圏北部4大学連合（4u）
 問合せ先：群馬県アナログ関連企業連絡協議会事務局
 （群馬県産業経済部次世代産業課次世代産業振興係）
 TEL 027-226-3354 FAX 027-221-3191

昨年度参加者の反応

*アナログ検定受検者、群馬アナログフォーラム参加者へのアンケートより

- ・受検者37名のうち、24人（65%）が検定制度を評価、20人（54%）が来年度も受検したいと回答。評価の理由としては、「スキルアップ・キャリアアップに有効」16人、「社員の人材育成に有効」13人など。
- ・フォーラム参加者（検定受検者以外）のうち21人（75%）が検定制度は意義があると回答。その理由としては、「社員の人材育成に有効」15人、「スキルアップ・キャリアアップに有効」12人となっている。



昨年度の問題例

問30. 雑音について誤った記述を(a)～(e)より選びなさい。

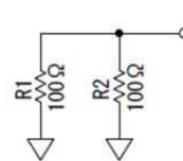
- (a) 1kΩの抵抗から発生する熱雑音は約4nV/√Hzである。
- (b) GBWが10MHzのOPアンプを使用して100倍の非反転増幅器を製作した。入力を短絡して出力雑音電圧を計測したら316μVrmsであった。このOPアンプの入力換算雑音電圧密度は10nV/√Hz以下である。
- (c) 100Ωの抵抗から発生する熱雑音は約1.3nV/√Hzである。100Ωの抵抗を2本並列に接続すると熱雑音は1.3nV/√Hzよりも大きくなる。
- (d) コモンモード雑音は外部から混入するだけでなく装置内部で発生することもある。
- (e) 磁束による雑音混入はシールド線を使用してもあまり効果がない。

解 説

(b)について 下記の計算式に示すように、8nV/√Hzになり、正しい。
 GBW10MHzのOPアンプで利得100倍設定すると、高域遮断周波数は100kHzになる。減衰傾度-20dB/decから、等価雑音帯域幅が157kHzになる。

したがって 入力換算雑音電圧密度=316μVrms÷100÷√157kHz≒8nV/√Hz

(c)について 下記に示すように0.9nV/√Hzになり、誤りである。したがって回答は(a)



R1で発生する熱雑音はR1とR2で半分に分圧される。
 R2で発生する熱雑音も同様
 雑音波形は相関がないので合成値は2乗の和

$$\sqrt{\left(\frac{1.3nV}{2}\right)^2 + \left(\frac{1.3nV}{2}\right)^2} \cong 0.9nV$$

したがって並列抵抗値である50Ωから発生する熱雑音と同値

昨年の検定の様子



アナログ検定2016の実施概要

日時 2016年2月1日
10時15分～11時15分
会場 群馬県庁昭和庁舎
実施機関 群馬県アナログ関連企業協議会
(事務局:群馬県)
共催 群馬大学 社会人学び直し養成
プログラム事務局
受検者数 34名
参加企業 9社



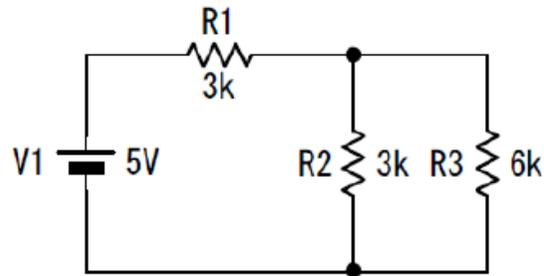
検定風景

分野	問番号	問題のポイント	正答数	正答率
(A) アナログ回路基礎	問01	オーム+キルヒホフの法則	25	74%
	問02	RC回路の特性	18	53%
	問03	LC共振回路の特性	3	9%
	問04	エミッタ接地増幅回路	8	24%
	問05	エミッタ接地増幅回路	10	29%
	問06	E6系列の値	28	82%
	問07	同軸ケーブルの特性	13	38%
	問14	フィルタの減衰特性	10	29%
	問15	フィルタのQ値	10	29%
	問16	ベッセルフィルタの特性	5	15%
	問17	フィルタの群遅延特性	8	24%
	問27	コンデンサのインピーダンス周波数特性	9	26%
			平均	36%
(B) OPアンプ基本回路	問09	OPアンプのバイアス電流	18	53%
	問10	OPアンプの周波数-利得特性	1	3%
	問11	OPアンプの入カインピーダンス	12	35%
	問12	OPアンプの出カインピーダンス	14	41%
	問13	OPアンプの歪特性	13	38%
		平均	34%	
(C) 負帰還回路	問8	RCフィルタの周波数-利得特性	11	32%
	問18	負帰還回路とオーバーシュート	7	21%
	問19	負帰還回路の特性	7	21%
	問20	PLL回路の構成	5	15%
	問21	周波数特性と位相特性の関係	19	56%
		平均	29%	
(D) SPICEシミュレーション	問22	OPアンプのGBWの解析法	9	26%
	問23	OPアンプのSlewRateの解析法	18	53%
	問24	SPICEシミュレーションの注意事項	1	3%
		平均	27%	
(E) パワエレ回路	問25	熱抵抗の計算	20	59%
	問26	過電圧カテゴリ	23	68%
	問28	gmアンプの特性	8	24%
	問29	バックコンバータの電流電圧特性	13	38%
	問30	バックコンバータの誤差増幅器	8	24%
		平均	42%	

分野別正答

検定問題と解説の一部

問1. 下図の回路で R3 を流れる電流値として最も近いものを、(a)～(e)より選びなさい。
ただし電源 V1 の内部抵抗は 0Ω とする。



- (a) 1/3mA
- (b) 2/3mA
- (c) 1mA
- (d) 2mA
- (e) 3mA

解説

R2とR3の合成抵抗は下式より $2k\Omega$ になります。

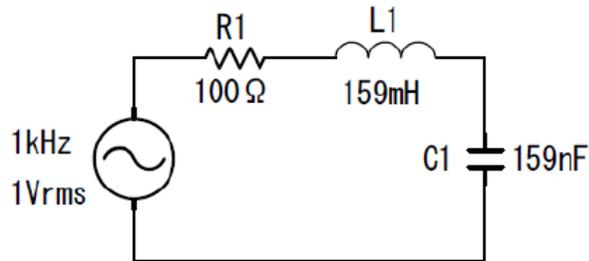
$$R2//R3 = \frac{R2 \times R3}{R2 + R3} = 2k\Omega$$

したがってR1,R2,R3の合成抵抗は $5k\Omega$ になりV1から流れ出る電流は1mAとなり、R1の両端電圧が3V、R3の両端電圧は2Vになります。

下式よりR3に流れる電流は $1/3$ mAになり、**答えは(a)です。**

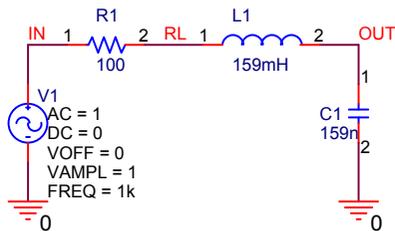
$$I_{R3} = \frac{2V}{6k\Omega} = \frac{1}{3} \text{ mA}$$

問3. 下図の回路はほぼ 1kHz で C1 と L1 が直列共振している。L1 と C1 は 1kHz でのインピーダンスがほぼ 1k Ω である。
 C1 の両端に現れる電圧値として最も近いものを(a)~(e)より選びなさい。
 ただし信号源の出カインピーダンスは 0 Ω とする。

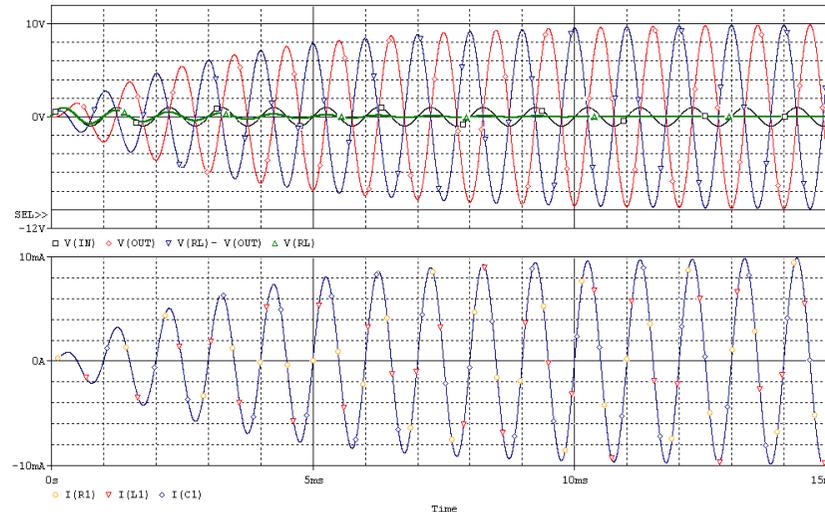


- (a) 1mVrms
- (b) 10mVrms
- (c) 100mVrms
- (d) 1Vrms
- (e) 10Vrms

解説



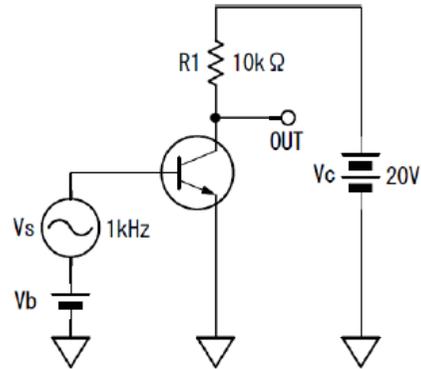
キルヒホッフの法則により、R1,L1,C1に流れる電流は全く同じになります。



共振周波数ではL1とC1のインピーダンスが等しくなりL1とC1の両端電圧は等しくなります。そして電流波形に対しL1電圧は位相が90°進み、C1電圧は90°遅れます。したがって、L1の電圧とC1の電圧が等しく位相が180°異なるためL1とC1の波形を合成すると0になります。よって、上記RL点の電圧が0になるためR1に流れる電流は10mAになります。C1のインピーダンスが1k Ω なのでC1の両端電圧は10mA \times 1k Ω = 10Vになり

答えは(e)です。

問4. 下図のエミッタ接地増幅回路の交流利得としてもっとも近いものを選びなさい。
ただし $I_c = 1\text{mA}$ $h_{fe} = 100$ $r_e = 26\Omega$ $g_m = 38\text{mS}$ とする。



- (a) 10 倍
- (b) 26 倍
- (c) 100 倍
- (d) 380 倍
- (e) 1000 倍

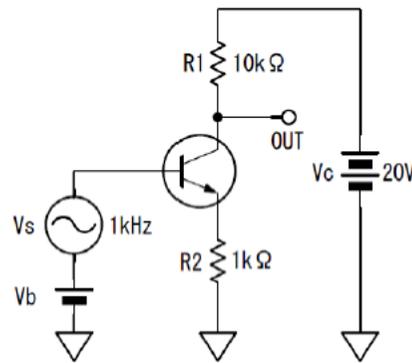
解説

g_m (相互コンダクタンス)は V_{BE} (ベースエミッタ間電圧)の微小変化に対する I_c (コレクタ電流)の変化の割合です。したがって下式から利得が求まり、

答えは(d)です。

$$\frac{V_{out}}{V_s} = \frac{\Delta I_c \times R_1}{\Delta V_{BE}} = g_m \times R_1 = 38\text{mS} \times 10\text{k}\Omega = 380$$

問5. 下図のエミッタ接地増幅回路の交流利得としてもっとも近いものを選びなさい。
 ただし $I_c = 1\text{mA}$ $h_{fe} = 100$ $r_e = 26\Omega$ $g_m = 38\text{mS}$ とする。



- (a) 10 倍
- (b) 11 倍
- (c) 100 倍
- (d) 110 倍
- (e) 380 倍

解説

エミッタ共通増幅回路にエミッタ抵抗が挿入されると、ベースエミッタ間に加わる電圧が入力電圧からエミッタ抵抗の両端電圧を引いた値になり、部分負帰還の動作となります。このときの入力電圧の微小変化に対するコレクタ電流の微小変化を G_m とすると、その値は下式から求まります。

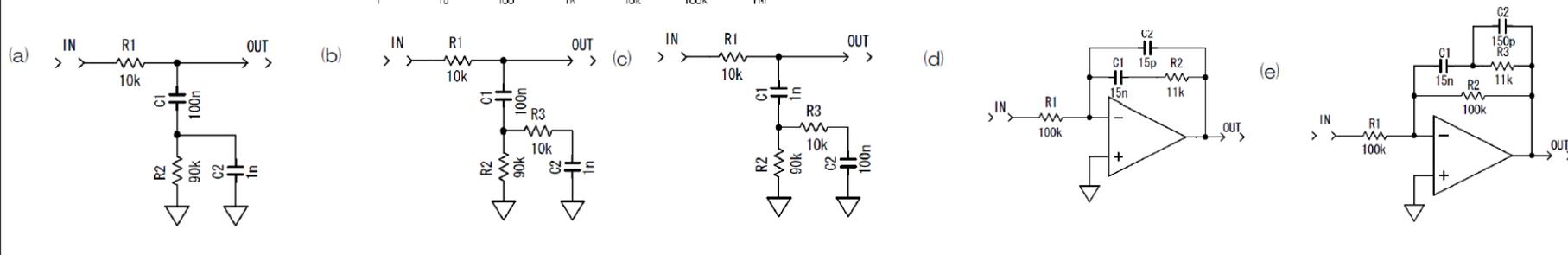
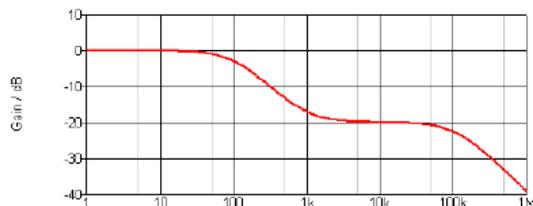
$$G_m = \frac{g_m}{1 + (g_m \times R_2)}$$

したがって上記回路の交流利得は下式から求まり、**答えは(a)です。**

$$\frac{V_{out}}{V_s} = \frac{\Delta I_c \times R_1}{\Delta V_{BE}} = G_m \times R_1 = \frac{g_m \times R_1}{1 + (g_m \times R_2)} \doteq 9.744$$

上式よりわかるようにエミッタ抵抗が挿入され
 $1 \ll g_m \cdot R_2$ ならば**利得はほぼ R_1/R_2 の値**になります。

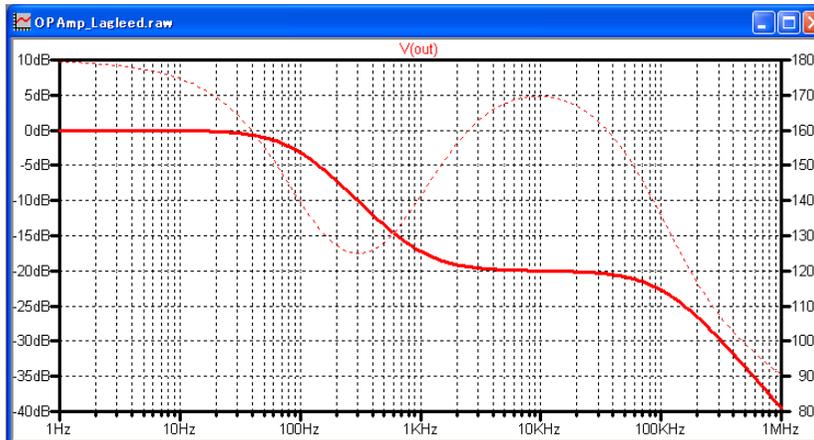
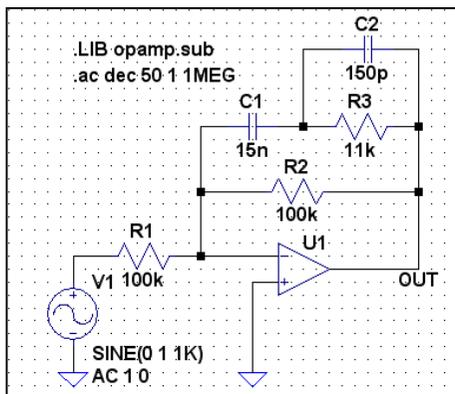
問8. 下記の利得一周波数特性を実現できる回路はどれか。(a)~(e)より1つ選びなさい。



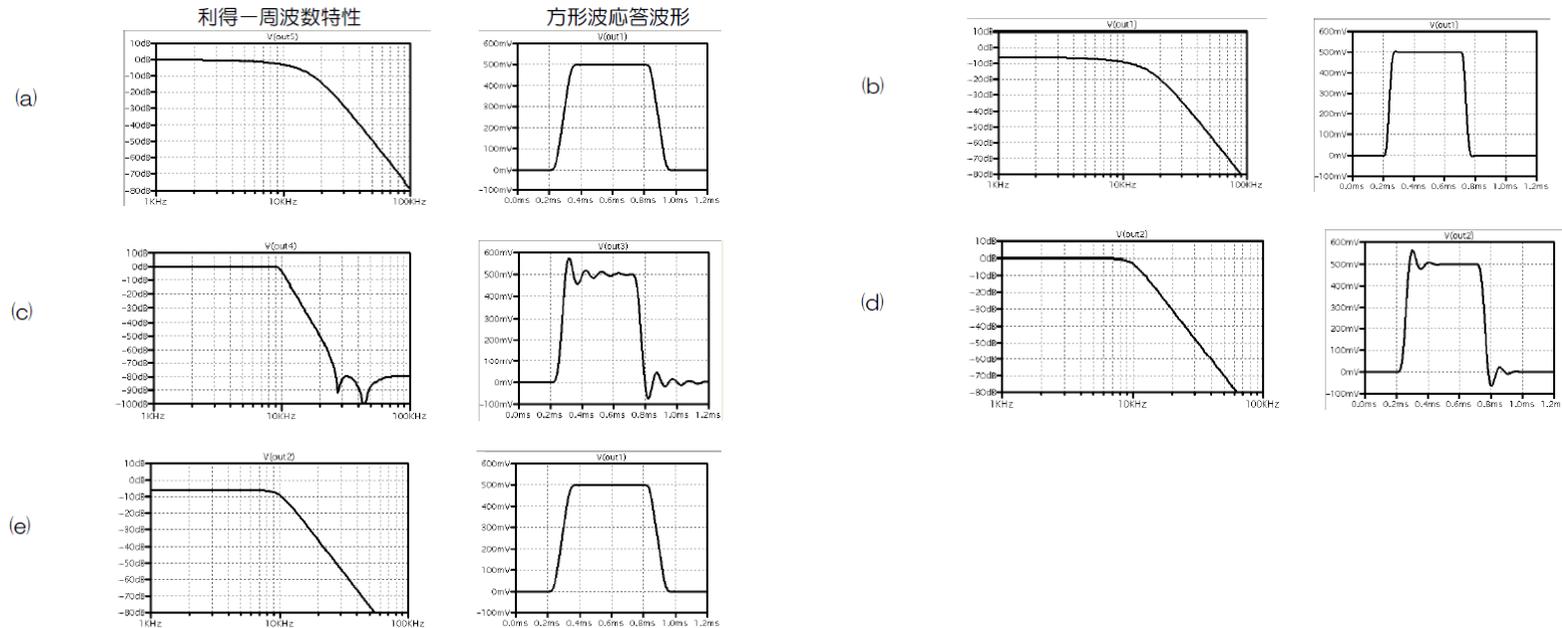
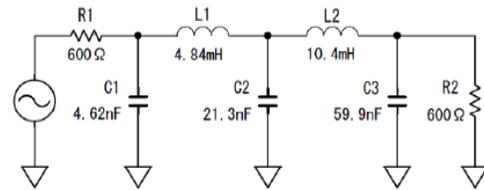
解説

(d)は出力と一入力の間直接抵抗が接続されておらず直流ではOPアンプの裸利得になります。そして $R1 \gg R2$ のため、 $R1C1$ で決定される周波数約100Hzで利得が0dBになる積分特性になります。(a)(b)(c)は $R1:10k\Omega$ 、 $R2:90k\Omega$ のため一度低下し再び平坦になる利得は $R2/(R1+R2)=0.9$ になり-20dBではありません。

(e)は低域の利得が $R2/R1=1=0dB$ 再び平坦になる利得が $(R2//R3)/R1=0.1=-20dB$ になり、**答えは(e)です。**



問16. 下記は遮断周波数 10kHz ベッセル特性の5次LPFである。
得られる特性を(a)~(e)より選びなさい。ただし信号源の内部抵抗は0Ωとする。



解説

ベッセル特性では利得一周波数特性がなで肩で、方形波応答にはリングングが見られず僅かなオーバershootが見られます。上記のLCフィルタは通過域利得はR1とR2で分圧されるために0.5倍(約-6dB)になります。

したがって**答えは(b)です。**

問23. LT1122はGBW:14MHz、SlewRate:60V/usのOPアンプである。
 SPICEでSlewRateを確かめる方法として正しいものを(a)~(e)より1つ選びなさい。

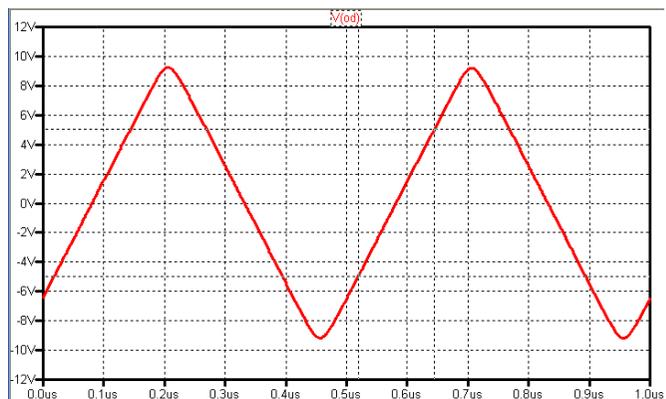
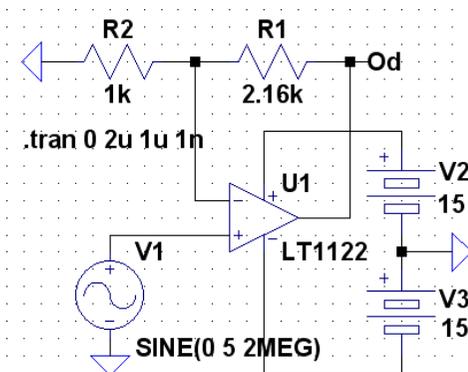
- (a) 利得+20dBの非反転増幅器を構成し、AC解析で利得+17dBになる周波数を求める。
- (b) 負帰還を施さず、-入力をグラウンドに接続し、+入力に1の振幅の正弦波を加え、AC解析で周波数1kHzでの利得を求める。
- (c) 利得+60dBの非反転増幅器を構成し、AC解析で1MHzでの利得を求める。
- (d) 利得+10dBの非反転増幅器を構成し、過渡解析で入力に2MHz5Vo-pの正弦波を加え、出力波形を求める。
- (e) 負帰還を施さず、-入力をグラウンドに接続し、+入力に100kHz1mVo-pの正弦波を加え、出力振幅を求める。

解説

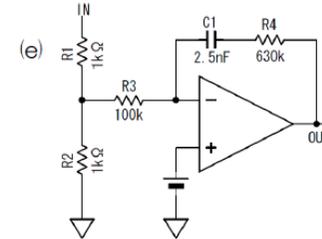
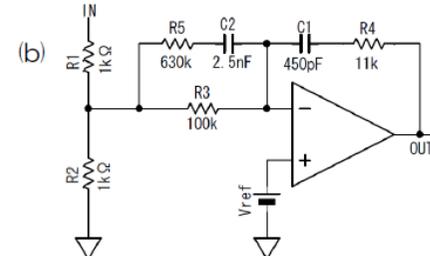
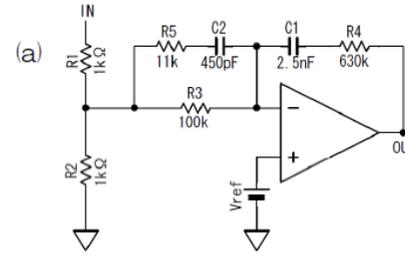
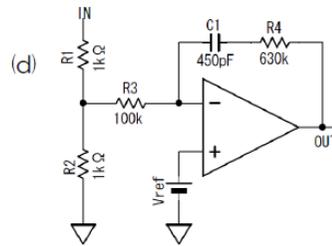
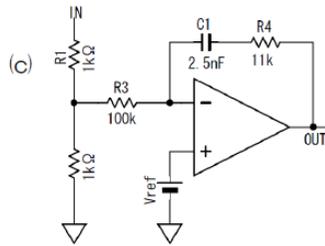
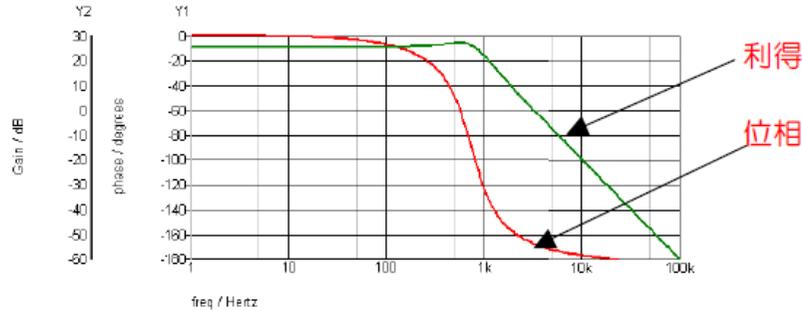
(a)(b)(c)の交流解析では得られるのが小信号利得のみで飽和特性は得られない。

(e)では出力の正弦波のスルーレートが60V/usの速度に達しない。

(d)では下記のように出力が三角波状になり、その傾きから
 $10.0351\text{V} \div 125.651\text{ns} \doteq 79.86\text{V/us}$ とスルーレートが検証できる。したがって**答えは(d)です**。

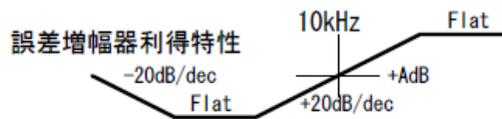
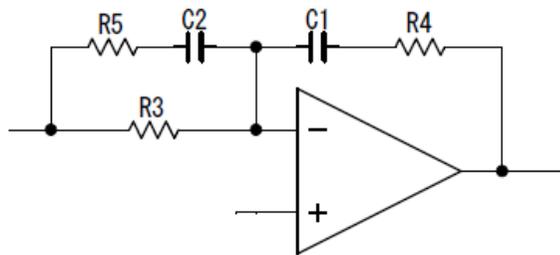


問 30. スwitching制御部が下記の特性をもつバックコンバータがある。クロスオーバー周波数を10kHzにして負帰還を施したい。誤差増幅器として適切な回路はどれか。(a)~(e)より選びなさい。



解説

誤差増幅器 タイプⅢ



上記の特性は10kHzで、 -40dB/dec の傾きになり、位相が 180° 近く遅れています。したがって位相遅れを 120° 以内にするためには誤差増幅器に位相進みが得られる左記のタイプⅢを用います。

位相を進ませる10kHzを中心とした周波数で、左回路図のR3,R5,C2の合成インピーダンスを高域周波数でR3の値から1/10程度に低くなる値にしなくてはなりません。したがってR3//R5の値がR3の1/10程度になるようR5の値を設定します。

よって、**答えは(a)です。**