

# アナログ検定のパンフレット

## アナログ検定2017 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2017」を実施します。この検定は、「群馬アナログフォーラム」の開催に合わせて実施するもので、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：2017年2月6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 29階 291会議室**

### 出題内容・形式：

アナログ回路基礎に関する設問(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。(締切 2/1(水))

※当日午後開催される「群馬アナログフォーラム」も同時に申し込みます。

### その他：

- ・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。
- ・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。

お申し込みはこちら！  
<http://www.pref.gunma.jp/06/g1600451.html>

アナログ検定 2017 検索

出題範囲の詳細、  
 アナログフォーラムの詳細 など

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)  
 問い合わせ先：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

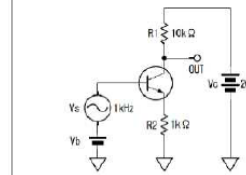
\*アナログ検定受検者、群馬アナログフォーラム参加者へのアンケートより(複数回答)

- ・受検者34名のうち、25名(74%)が検定制度を評価、23名(68%)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」26名、「社員の人材育成に有効」22名など。
- ・フォーラム参加者(検定受検者以外)のうち15名(89%)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」7名、「スキルアップ・キャリアアップに有効」7名となっている。



### 昨年度の問題例

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。

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

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。**

$$\frac{V_{out}}{V_s} = \frac{\Delta I_C \times R_C}{\Delta V_{BE}} = G_m \times R_C = \frac{g_m \times R_C}{1 + (g_m \times R_E)} \approx 9.744$$

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

昨年の検定の様子



# アナログ検定2017の実施概要

日時 2017年2月6日  
 10時15分～11時15分  
 会場 群馬県庁 2 9 階  
 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 63名  
 参加企業 12社



検定および問題解説の様子

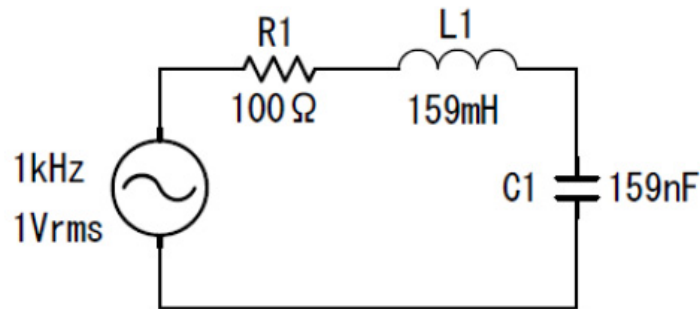
分野	問番号	問題のポイント	正答数	正答率
(A) アナログ回路 基礎	問01	オーム+キルヒホフの法則	56	89%
	問02	RC回路の特性	53	84%
	問03	LC共振回路の特性	28	44%
	問04	コンデンサのインピーダンス周波数特性	33	52%
	問06	電流入力増幅器	33	52%
	問07	同軸ケーブルの特性	27	43%
	問23	バessel特性のLCフィルタ	18	29%
		平均		56%
(B) OPアンプ基本 回路	問08	OPアンプの非反転増幅回路の利得	49	78%
	問09	OPアンプの反転増幅回路の利得(dB表示)	20	32%
	問10	OPアンプ回路の利得の周波数特性	33	52%
	問11	OPアンプの入カインピーダンス	9	14%
	問12	OPアンプ増幅回路の利得計算	26	41%
	問13	OPアンプによるレベル変換回路	21	33%
		平均		42%
(C) 負帰還回路	問14	RCフィルタの利得-周波数特性	17	27%
	問15	RCフィルタの位相-周波数特性	9	14%
	問16	負帰還回路の利得	42	67%
	問17	負帰還回路のループ利得	44	70%
	問18	負帰還回路の上がり利得	32	51%
	問19	負帰還回路とオーバーシュート	19	30%
	問20	負帰還回路の出カインピーダンス	10	16%
問21	負帰還回路による広帯域化	11	17%	
		平均		37%
(D) SPICE	問24	AC解析の注意点	22	35%
	問25	回路図におけるOPアンプの接続法	22	35%
		平均		35%
(E) パワエレ回 路	問05	電源トランスのインピーダンス	23	37%
	問26	スイッチングモード電源の種類	42	67%
	問27	フライバックコンバータ	6	10%
	問28	定電圧電源回路の負帰還技術	28	44%
	問29	熱抵抗の計算	19	30%
	問30	バックコンバータの誤差増幅回路の設計	20	32%
		平均		37%
(G) ノイズ EMC	問22	雑音の実効値	15	24%
		平均		24%

分野別正答

## 検定問題と解説の一部

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等しくほぼ  $1k\Omega$  である。

定常状態になったとき R1 の両端に現れる波形の振幅に最も近いものを (a)～(e) より選びなさい。ただし信号源の出力インピーダンスは  $0\Omega$  とする。



- (a) 0Vrms
- (b) 0.1Vrms
- (c) 0.707Vrms
- (d) 1Vrms
- (e) 10Vrms

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。

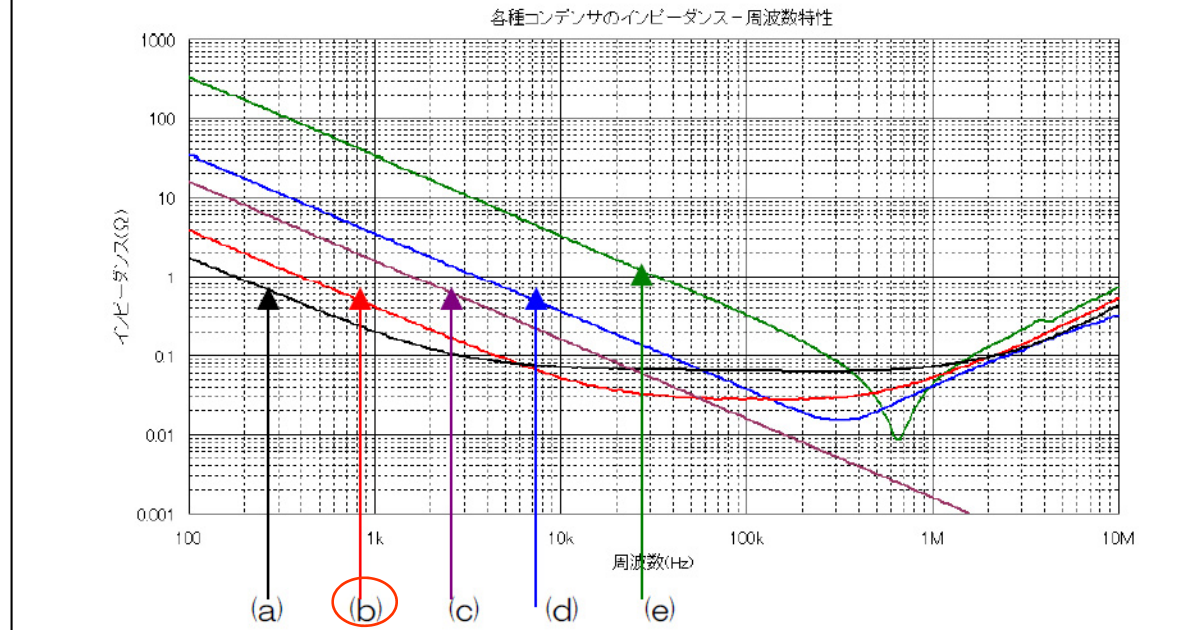
共振周波数ではL1とC1のインピーダンスが等しくなりL1とC1の両端電圧は等しくなります。そして電流波形に対しL1電圧は位相が $90^\circ$ 進み、C1電圧は $90^\circ$ 遅れます。

したがって、L1の電圧とC1の電圧が等しく位相が $180^\circ$ 異なり、L1とC1の両端波形を合成すると0になります。

よって、上記R1とL1の接続点の電圧が0になり、R1の両端電圧は1Vrmsで、

答えは **(d)1Vrms** です。

問4. 下図は下記5種のコンデンサのインピーダンスー周波数特性である。  
 理想コンデンサ、1000uF 電解コンデンサ、470uF 低 ESR 電解コンデンサ  
 47uF 有機電解コンデンサ、4.7uF フィルムコンデンサ  
 470uF 低 ESR 電解コンデンサはどのグラフか(a)～(e)より選びなさい。



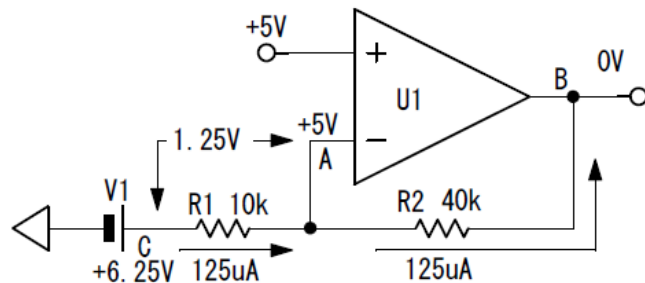
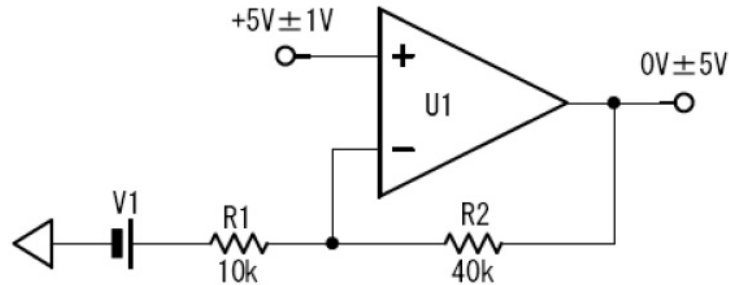
インピーダンスの形から(a)(b)は電解コンデンサ、(c)は理想コンデンサ、(d)はタンタルコンデンサまたは有機電解コンデンサ、(e)はフィルムコンデンサであることが推測されます。

電解コンデンサは1000uFと470uFなので、インピーダンス傾斜が-20dB/decの100Hzに於けるインピーダンスが低い方が1000uF、高い方が470uFになります。

したがって470uF低ESR電解コンデンサは **(b)** になります。

問13. 下記の増幅回路の入力に直流+5Vのオフセット電圧を持つ±1Vの正弦波を印加し、出力から直流オフセットのない±5Vの正弦波を得たい。  
V1に加える直流電圧のもっとも近い値を(a)~(e)より選びなさい。

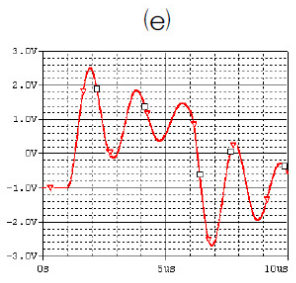
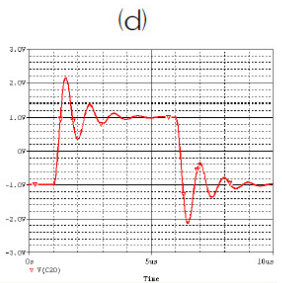
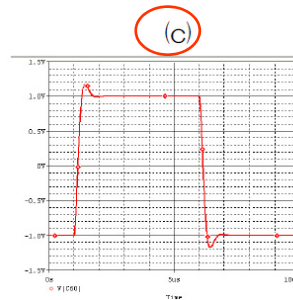
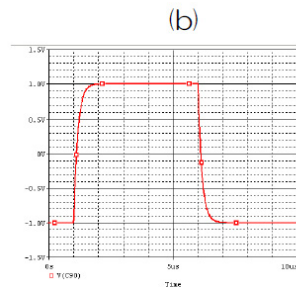
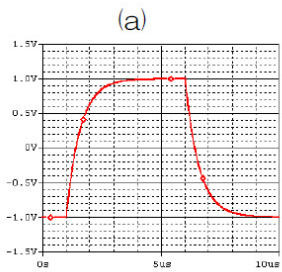
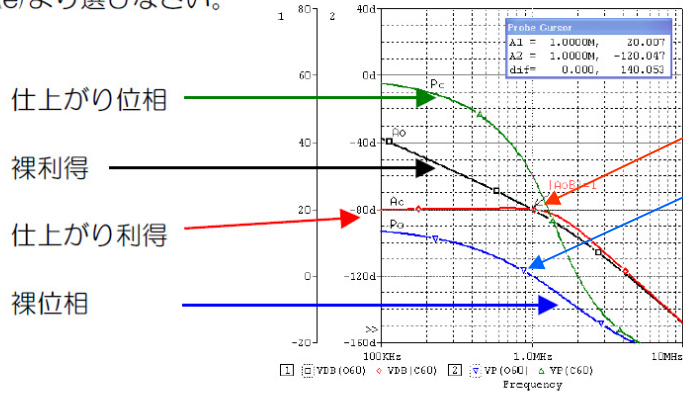
- (a) -5V
- (b) -1.25V
- (c) +1.25V 倍
- (d) +5V
- (e) +6.25V**



入力電圧が+5Vのとき、出力電圧を0Vにしたい。  
したがって各部分の直流電圧は左記の通り。  
バーチャルショートの状態から+入力が5Vなので、  
-入力のA点も同じ+5Vでなくてはならない。  
R2の両端電圧が5Vなので、R2には125uA

R2の両端電圧が5Vなので、R2には得上図の矢印の方向に125uAの電流が流れる。  
OPアンプの-入力には電流が流れないのでR1に流れる電流はR2に流れる電流と同じ125uA。  
R1の両端電圧が $125\mu\text{A} \times 10\text{k}\Omega = 1.25\text{V}$ になるので、  
 $V1 = 5\text{V} + 1.25\text{V} = 6.25\text{V}$  で、答えは **(e) 6.25V** です。

問19. 下記の負帰還特性をもつ増幅器がある。この増幅器の方形波応答波形に一番近いものを(a)~(e)より選びなさい。

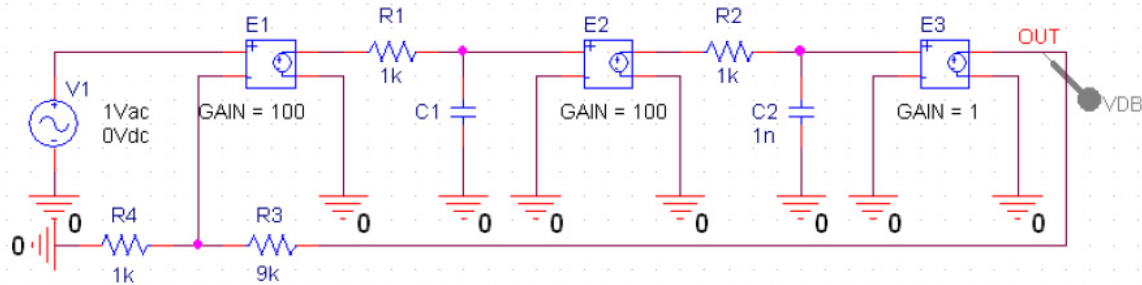


左のグラフはループ利得が1になった周波数での裸位相が $-120^\circ$ で、位相余裕が $60^\circ$ です。

位相余裕 $60^\circ$ の方形波応答は若干のオーバシュートが生じますが、リングングは生じません。

したがって答えは (c) です。

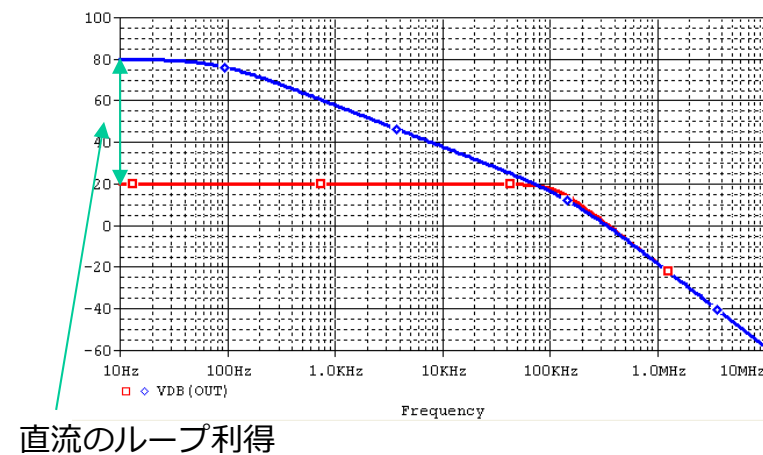
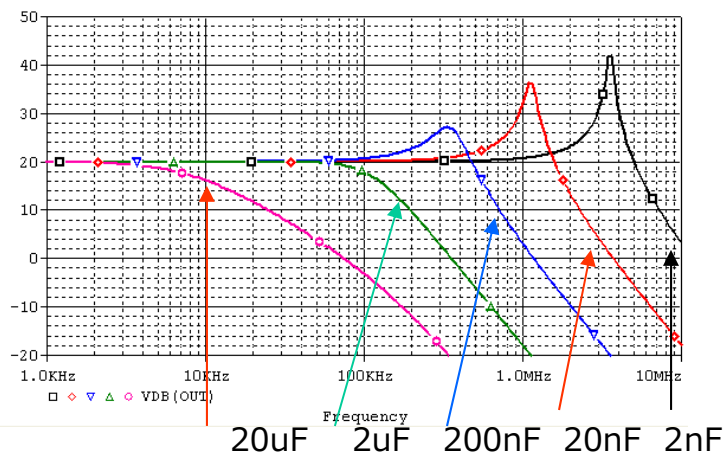
問21. 下記の負帰還増幅器の利得特性が平坦で、しかも広帯域にするためのC1の一番適切な値を(a)~(e)より選びなさい。



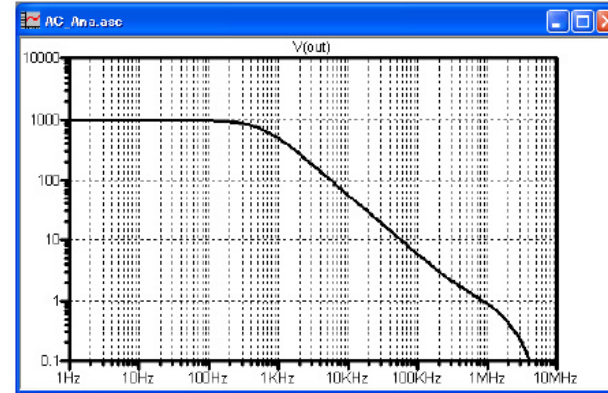
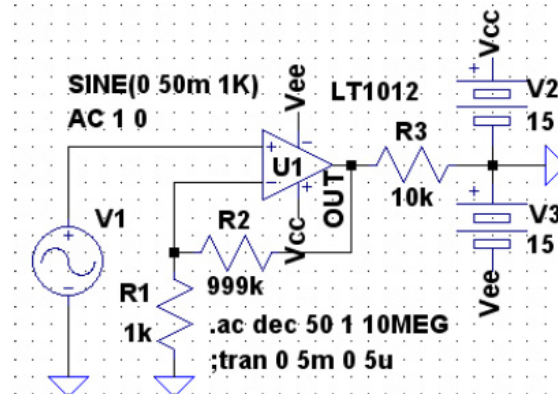
- (a) 2nF    (b) 20nF    (c) 200nF    (d) 2uF    (e) 20uF

時定数が2つある増幅回路に負帰還を施す場合、2つの時定数の比(スタガ比)は直流のループ利得の2倍にすると平坦で広帯域が実現できます。上の回路の場合直流利得が  $E1 \times E2 \times E3 = 100 \times 100 \times 1 = 10000$  で仕上がり利得が10です。したがって直流のループ利得は1000倍になります。

R1 = R2なのでC1はC2の2000倍で 2uF になり、答えは (d)2uF です。



問24. 下記のシミュレーション回路でAC解析をしたところ下記の結果になり、1 Hz~100Hzの範囲で出力に1000Vが出力されているようである。原因は下記のどれか(a)~(e)より選びなさい。



- (a) 正常なシミュレーション結果である。
- (b) V1 の振幅が大きすぎる
- (c) V2 の電源電圧が大きすぎる
- (d) V3 の電源電圧が大きすぎる
- (e) U1 のモデルが不適切である

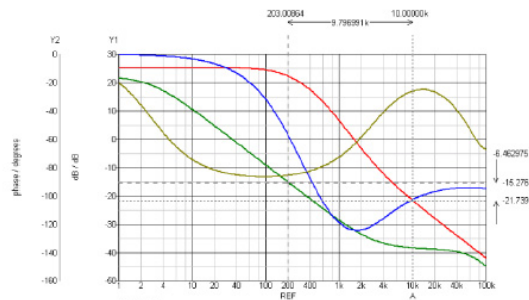
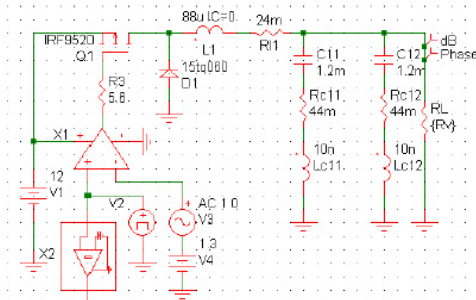
SPICEのAC解析は利得と位相を求める小信号特性(歪みのない信号)です。

解析結果は入力信号が何倍になったかを示すもので、絶対電圧を示すものではありません。

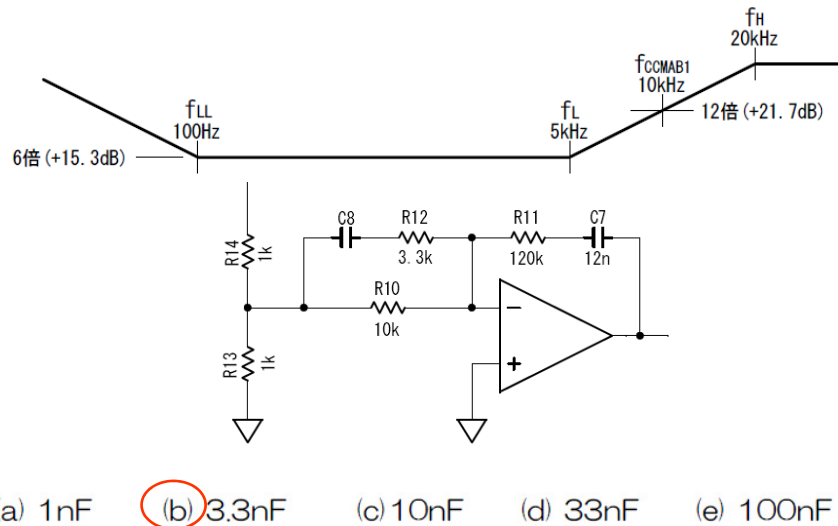
したがって答えは (a) です。



問30. buck コンバータ方式のDC-DC コンバータを設計するため、スイッチング部分のみのシミュレーションを行ったら下記の結果が得られた。



上記の結果から下記の利得の漸近線をもつ誤差増幅器を設計した。  
C8 に使用するコンデンサ容量に一番適した値に近い値を(a)~(e)より選びなさい。



左図の利得の漸近線の変曲点は次の式で決定されます。

$$f_{LL} = \frac{1}{2\pi \cdot C7 \cdot R11}$$

$$f_L = \frac{1}{2\pi \cdot C8 \cdot R10}$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi \cdot C8 \cdot (R10 // R12)}$$

上2番目の式から

$$\begin{aligned} C8 &= \frac{1}{2\pi \cdot f_L \cdot R10} \\ &= \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^3 \times 10 \times 10^3} \\ &= \frac{1}{0.1\pi \times 10^9} \\ &= \frac{1}{0.1\pi} \text{ nF} \doteq 3.18 \text{ nF} \end{aligned}$$

したがって答えは

**(b)3.3nF** です。