

情報工学科 3 年 電子回路 後期末試験 問 題 用 紙

2007 年 2 月 21 日実施

- 問題は 5 ページあります.
- 解答は解答用紙に行なうこと.

1

以下の各問に答えよ.

[13 点]

- (1) 図 1(a)の回路の入力に図 1(b), 図 2(a)の回路の入力に図 2(b)のような電圧 $v_i(t)$ を加えた. それぞれの回路について, 出力電圧 $v_o(t)$ の波形を図示せよ. ただし, 電源電圧及び図中に表れる電圧は表 1 の通りとし, 解答用紙おける破線の波形は, 入力電圧を表すものとする.

表 1 図 1(a)及び図 2(a)における電圧

	V_+ [V]	V_- [V]	V_R [V]
図 1(a)	5.0	-5.0	
図 2(a)	5.0	0.0	3.5

[各 5 点×2=10 点]

- (2) 図 1(a)及び図 2(a)の回路の名称は何か.

[3 点]

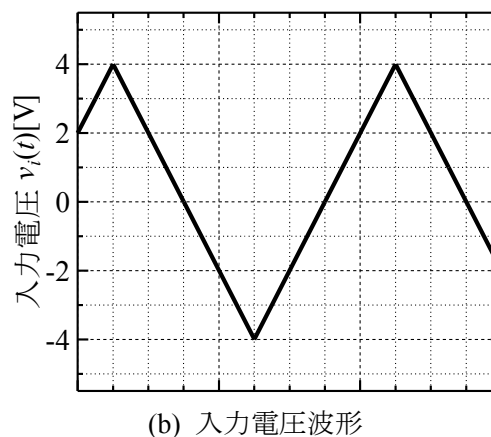
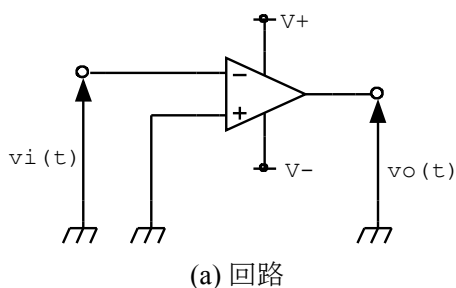


図 1

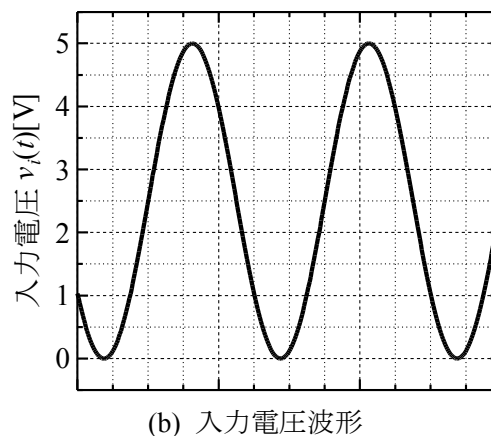
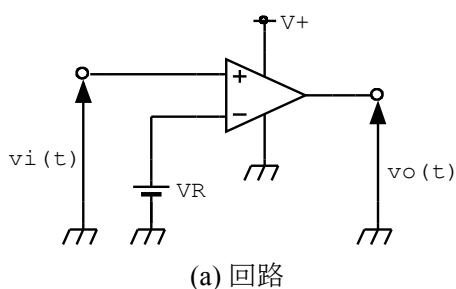


図 2

2

図 3 の回路における入力電圧 v_1 , v_2 , v_3 と出力電圧 v_o の関係を表 2 のようにして導いた. 空欄に適切な式または数値を入れよ.

[(A)~(F)各 2 点×6+(G)3 点=15 点]

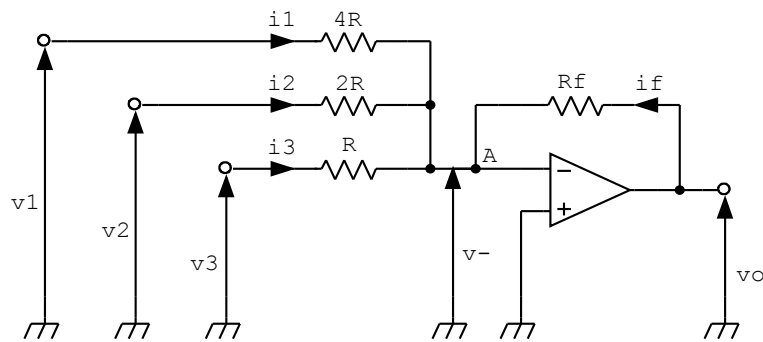


図 3

表 2 図 3 の回路における入出力電圧の関係の導出

2つの入力端子はバーチャルショートであることから, 入力端子と GND との間の電圧 v_- は, (A) [V]である.

これより, 3つの入力電流 i_1 , i_2 , i_3 は, 入力電圧を用いて, それぞれ, 式(2.1), (2.2), (2.3)のように表される.

$$i_1 = \text{ (B) } \quad (2.1)$$

$$i_2 = \text{ (C) } \quad (2.2)$$

$$i_3 = \text{ (D) } \quad (2.3)$$

また, 帰還電流 i_f は, 出力電圧を用いて, 式(2.4)のように表される.

$$i_f = \text{ (E) } \quad (2.4)$$

A点において, 上記の4つの電流の間に式(2.5)の関係が成り立つ.

$$\text{ (F) } \quad (2.5)$$

式(2.5)に式(2.1)から(2.4)の各式を代入し, v_o について解くことにより, 式(2.6)を得る.

$$v_o = \text{ (G) } \quad (2.6)$$

3

図 4 の回路について、以下の各問に答えよ。

[37 点]

- (1) 入力に複素電圧を加えたとき、入出力電圧の関係を表 3 のようにして導いた。空欄に適切な式または数値を入れよ。分数式を用いる場合は、繁分数式にせず、簡単な分数式に変形すること。

[各 2 点×6=12 点]

- (2) 電圧増幅度 A_v を表す式を角周波数 ω の関数として導け。 [7 点]
- (3) 遮断周波数 f_c を表す式を導け。 [7 点]
- (4) $R = 1.80[\text{k}\Omega]$, $C = 0.0220[\mu\text{F}]$, 入力電圧の周波数 $f = 50.0[\text{kHz}]$ のとき、電圧利得 G_v を有効数字 3 桁で求めよ。 [4 点]

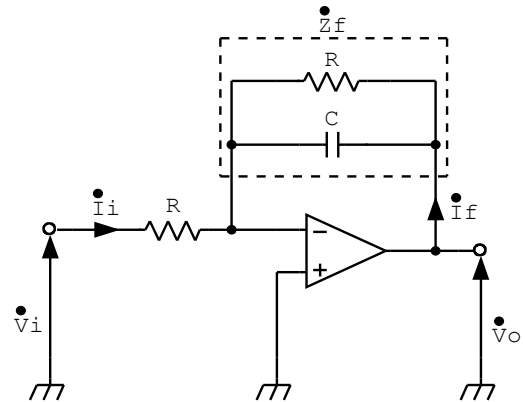


図 4

- (5) (4) と同じ素子値のとき、遮断周波数 f_c を有効数字 3 桁で求めよ。 [4 点]
- (6) この回路の名称は何か。 [3 点]

表 3 図 4 の回路における入出力電圧の関係の導出

2つの入力端子はバーチャルショートであるから、 $-$ 入力端子電圧は (A) [V] である。これより、帰還回路（破線部）の合成インピーダンスを $\dot{Z}_f$ とすれば、これと出力電圧 $\dot{V}_o$ を用いて、帰還電流 $\dot{I}_f$ は式(3.1)のように表される。

$$\dot{I}_f = \text{(B)} \quad (3.1)$$

ここで、 $\dot{Z}_f$ は、

$$\dot{Z}_f = \text{(C)} \quad (3.2)$$

となるから、これを式(3.1)に代入し、式(3.3)を得る。

$$\dot{I}_f = \text{(D)} \quad (3.3)$$

同様に、入力電流 $\dot{I}_i$ は、入力電圧 $\dot{V}_i$ を用いて、式(3.4)のように表される。

$$\dot{I}_i = \text{(E)} \quad (3.4)$$

$-$ 入力端子には電流が流れ込まないことから、 $\dot{I}_i$ と $\dot{I}_f$ の間には式(3.5)が成り立つ。

$$\text{(F)} \quad (3.5)$$

式(3.5)に式(3.3)及び(3.4)を代入し、 $\dot{V}_i$ について解くことにより、式(3.6)を得る。

$$\dot{V}_o = -\frac{\dot{V}_i}{1 + j\omega CR} \quad (3.6)$$

4

表 4 は、74AS04 のデータシートより、推奨動作条件及び電気的特性を抜粋したものである。
これを用いて以下の各値を求めよ。計算を要するものについては、計算の過程も示すこと。

[各 3 点×5=15 点]

- (1) H レベル時のノイズマージン
- (2) L レベル時のノイズマージン
- (3) H レベルである出力端子に接続できるゲート数
- (4) L レベルである出力端子に接続できるゲート数
- (5) ファンアウト数

表 4 74AS04 の推奨動作条件及び電気的特性

recommended operating conditions					
		MIN	MON	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
I_{OH}	High-level output current			-0.4	mA
I_{OL}	Low-level output current			8	mA
T_A	Operating free-air temperature	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range					
PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{IK}	$V_{CC}=4.5V, I_I=-18mA$			-1.2	V
V_{OH}	$V_{CC}=4.5V, I_{OH}=-0.4mA$	2.5			V
V_{OL}	$V_{CC}=4.5V, I_{OL}=8mA$		0.35	0.5	V
I_I	$V_{CC}=5.5V, V_I=7V$			0.1	mA
I_{IH}	$V_{CC}=5.5V, V_I=2.7V$			20	μA
I_{IL}	$V_{CC}=5.5V, V_I=0.4V$			-0.1	mA
I_O	$V_{CC}=5.5V, V_O=2.25V$	-30		-112	mA
I_{CCH}	$V_{CC}=5.5V, V_I=0$		0.65	1.1	mA
I_{CCL}	$V_{CC}=5.5V, V_I=4.5V$		2.9	4.2	mA

†All typical values are at $V_{CC}=5V, T_A=25^{\circ}C$.

5

図 5 の回路において、スイッチ S を ON 及び OFF にした場合のそれぞれについて、点 A 及び B に流れる電流の向きを図示せよ。
[各 4 点×2=8 点]

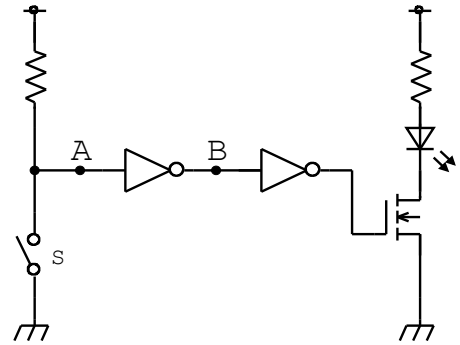


図 5

6

図 6 の回路において、入力電圧 V_i 、出力電圧 V_o 、FET Q_p 及び Q_n の状態の関係を表 5 のようにまとめた。空欄を埋め、表を完成させよ。ただし、出力電圧については“H”または“L”，FET の状態については“ON”または“OFF”のいずれかで答えよ。

ここに、電圧の“H”とは、H レベルとみなすことのできる十分に高い電圧を、“L”とは、L レベルとみなすことのできる十分に低い電圧を表すものとする。

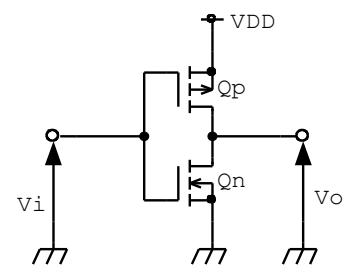


図 6

表 5 図 6 各部の状態

入力電圧 V_i	FET の状態		出力電圧 V_o
	Q_p	Q_n	
L			
H			

情報工学科 3 年 電子回路 期末試験 略 解

1

(1)

図 1(a) の出力電圧

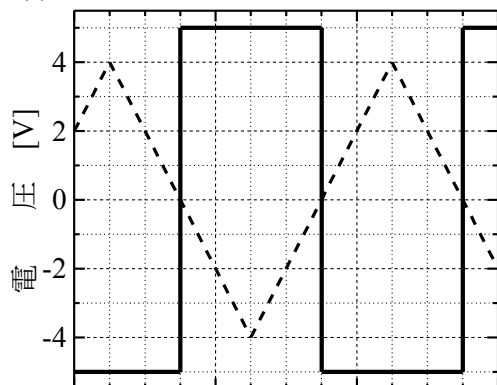
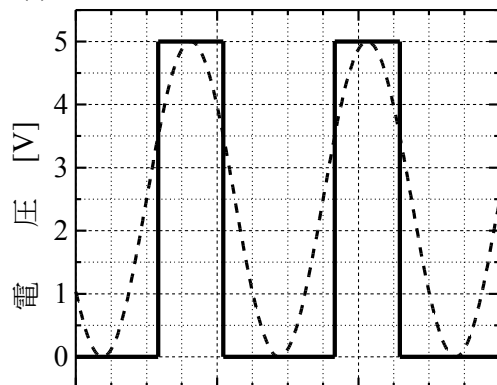


図 2(a) の出力電圧



(2) 略

2

(A)~(F) 略

$$(G) \quad -\frac{R_f}{R} \left(\frac{v_1}{4} + \frac{v_2}{2} + v_3 \right)$$

3

(1) 略

$$(2) \quad A_v = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 C^2 R^2}}$$

$$(3) \quad f_c = \frac{1}{2\pi C R}$$

$$(4) \quad G_v = -21.9[\text{dB}]$$

$$(5) \quad f_c = 4.02[\text{kHz}]$$

(6) 略

4

$$(1) \quad 0.5[\text{V}]$$

$$(2) \quad 0.3[\text{V}]$$

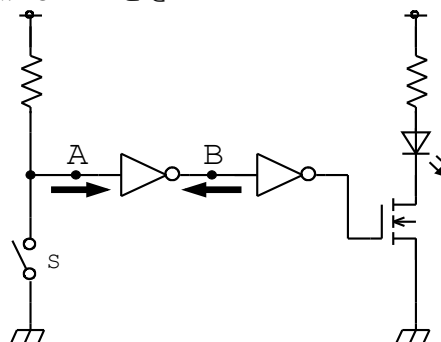
$$(3) \quad 20$$

$$(4) \quad 80$$

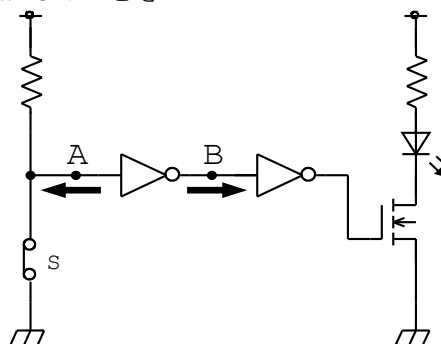
$$(5) \quad 20$$

5

S が OFF のとき



S が ON のとき



6

入 力	FET の状態		出 力
	Q_p	Q_n	
L	ON	OFF	H
H	OFF	ON	L