

電気電子回路入門

2012年2月1日

演習問題

水の比熱 $c = 4.18 [\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}] = 1 [\text{calg}^{-1}\text{K}^{-1}]$

昇温に必要な熱量は

$$H[\text{cal}] = mc t' = 10^4 \times 1 \times 40 = 4 \times 10^5 [\text{cal}]$$

1 秒当たりのヒーターの発熱量は効率を85%とすると

$$W = 0.24 \times 2000 \times 0.85 = 408 [\text{cals}^{-1}]$$

昇温に必要な時間 T は

$$T = 4 \times 10^5 / 408 = 980.4 [\text{s}] = 16.33 [\text{min}]$$

1 cal=4.2 Jとして計算した場合

$$T = 1.68 \times 10^6 / 1700 = 988 [\text{s}]$$

ちょっと数字が違う結果になる

問題 7.1

実効値

RLC直列回路において、 $R=8[\Omega]$ 、 $L=63.8[\text{mH}]$ 、 $C=228[\mu\text{F}]$ であるとき、 $50[\text{Hz}]$ 、 $100[\text{V}]$ を加えたときの電流、力率、有効電力、無効電力を計算せよ。

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = 8 + j\left(2\pi \cdot 50 \cdot 63.8 \times 10^{-3} - \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 228 \times 10^{-6}}\right)$$
$$= 8 + 6.08j$$

$$|Z| = \sqrt{8^2 + 6.08^2} = \sqrt{101} = 10.0 \text{ [A]}$$

$$\theta = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{6.08}{8}\right) = 37.2^\circ = 0.649 \text{ [rad]}$$

$$|I| = 10 \text{ [A]} \quad \text{電流値}$$

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{E}{|Z|} \varepsilon^{-j\theta} = 10 \varepsilon^{-0.649j}$$

$$\cos 37.2^\circ = 0.797 \quad \text{力率}$$

$$\sin 37.2^\circ = 0.605$$

$$\text{有効電力: } P = EI \cos 37.2^\circ = 797 \text{ [W]}$$

$$\text{無効電力: } Q = EI \sin 37.2^\circ = 605 \text{ [Var]}$$

図の直流回路において、

(1) A、B端子から右を見た回路の合成抵抗を求めよ。

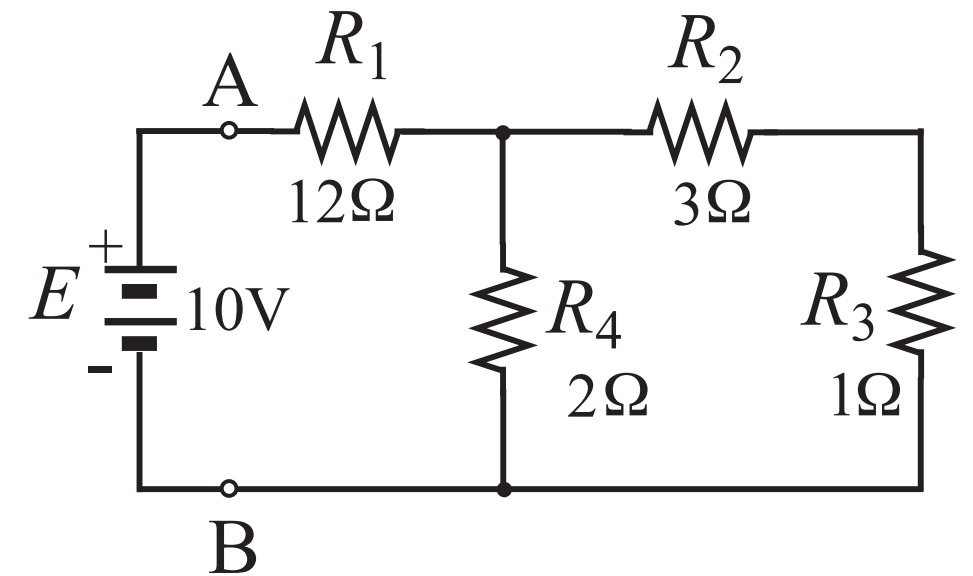
(2) A点を流れる電流を求めよ

(3) 抵抗 R_4 の両端の電圧を求めよ。

$$(1) \quad R_{AB} = 12 + \left(\frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3+1}} \right) = 12 + \frac{4}{3} = 13.3 [\Omega]$$

$$(2) \quad I_A = \frac{10}{13.3} = 0.75 [\text{A}]$$

$$(3) \quad V_{R_4} = 10 - R_1 \cdot I_A = 10 - 12 \times 0.75 = 1.0 [\text{V}]$$

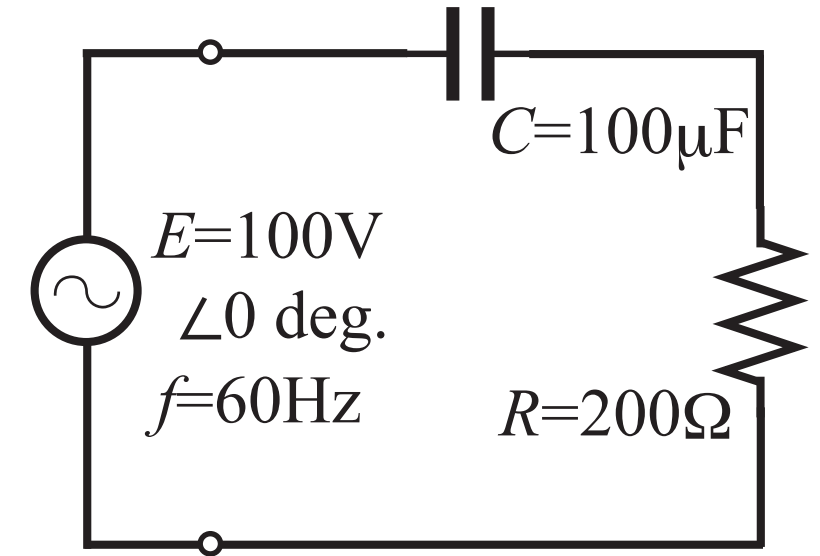


交流回路を図に示す。交流電源 E は実効値で表わされている。

(1)回路に流れる電流の大きさと位相角を求めよ。

(2)この回路の力率を求めよ。

(3)有効電力、無効電力を求めよ。



(1)

$$Z = R + \frac{1}{j\omega C} = 200 - \frac{j}{2\pi \cdot 60 \cdot 1 \times 10^{-4}} = 200 - j\frac{10^4}{377} = 200 - 26.5j$$

$$|Z| = \sqrt{200^2 + 26.5^2} = 201.7 \approx 202$$

$$I = \frac{E}{|Z|} = \frac{100}{202} = 0.495 \text{ [A]}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{1}{\omega C}}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{26.5}{200} \right) = 7.54^\circ = 0.132 \text{ [rad]}$$

$$(2) \quad \cos \theta = \cos(7.54^\circ) = 0.991$$

(3)

有効電力

$$= EI \cos \theta = 100 \times 0.495 \times 0.991 = 49.1 \text{ [W]}$$

無効電力

$$= EI \sin \theta = 100 \times 0.495 \times 0.131 = 6.48 \text{ [Var]}$$

バイポーラトランジスタの増幅回路の等価回路を図に示す。コレクタ電流 $I_C=10\text{mA}$ を動作点に選び、電流増幅率 $\beta=90$ とするとき

- (1) 相互コンダクタンス g_m 及び入力抵抗 r_π を求めよ。
- (2) トランジスタのベースにかかる電圧 v_1 を求めよ。
- (3) 電圧制御電流源 g_mv_1 及び抵抗 R_C 両端の電圧、即ち v_o を求めよ。
- (4) 増幅器の増幅度 $A_V=v_o/e_s$ を求めよ。

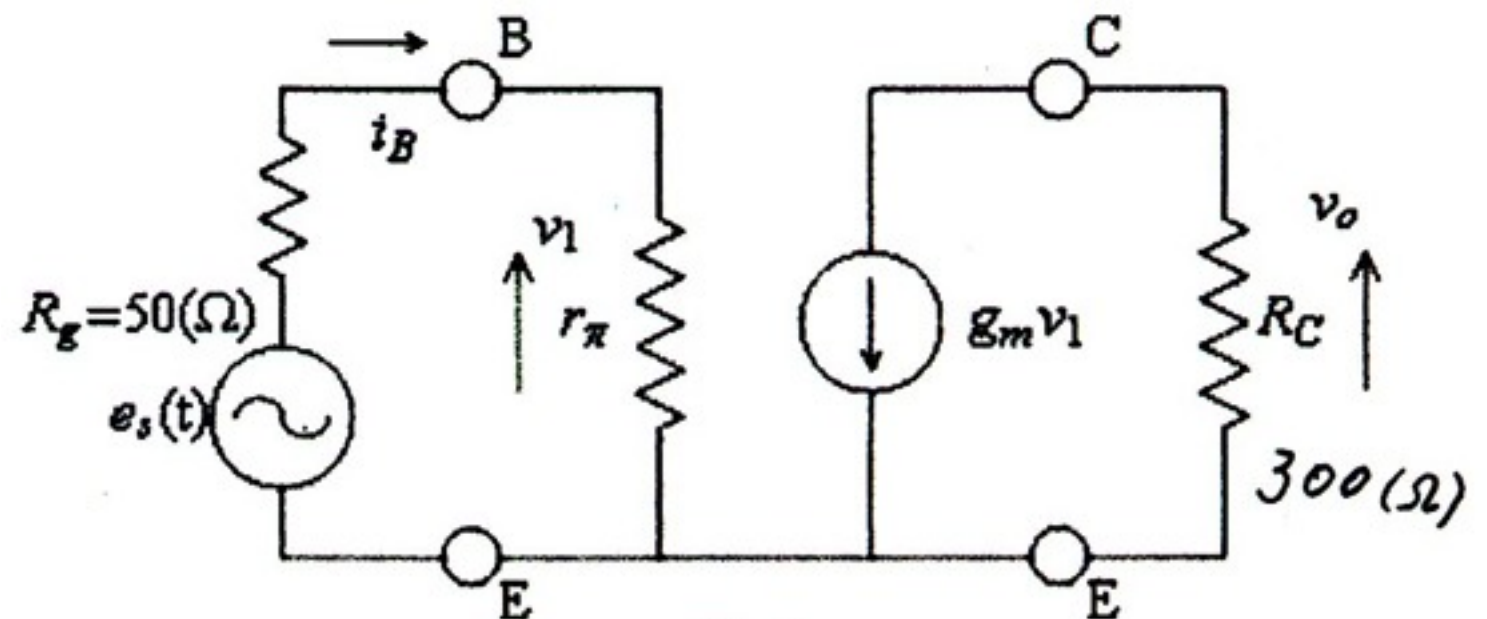
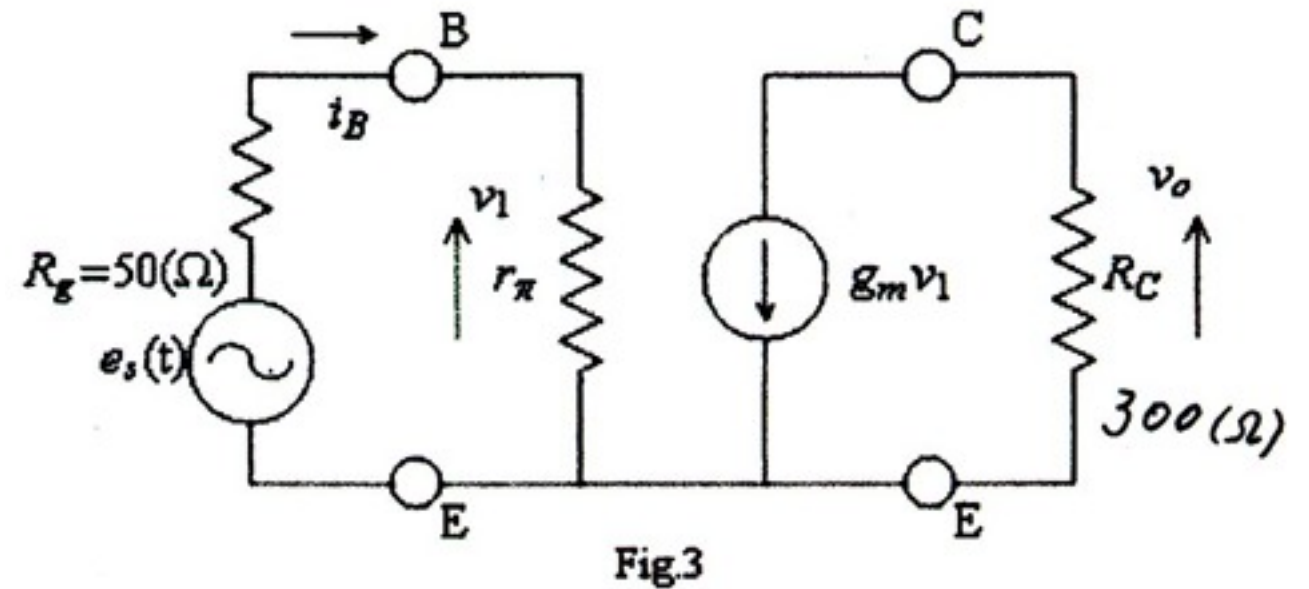


Fig.3

(1)

入力抵抗の定義から

$$r_{\pi} = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} = \frac{\Delta V_{BE}}{\frac{\Delta I_C}{\beta}} = \frac{\beta}{\left(\frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} \right)} = \frac{\beta}{g_m}$$



$I_C = 10\text{mA}$ 、 $V_T = 26\text{mV}$ 、 $\beta = 90$ とすると

$$g_m = \frac{10 [\text{mA}]}{26 [\text{mV}]} = 0.385 [\text{S}]$$

$$r_{\pi} = \frac{90}{0.385} = 234 [\Omega]$$

(2)

$$v_1 = \frac{R_{\pi}}{R_{\pi} + R_g} e_s(t) = \frac{234}{234 + 50} e_s(t) = 0.824 e_s(t)$$

$$(3) \quad v_o = -g_m v_1 \cdot R_C$$

$$g_m v_1 = 0.385 \times 0.824 e_s(t) = 0.295 e_s(t)$$

$$\therefore v_o = -0.295 e_s(t) \times 300 = -88.5 e_s(t)$$

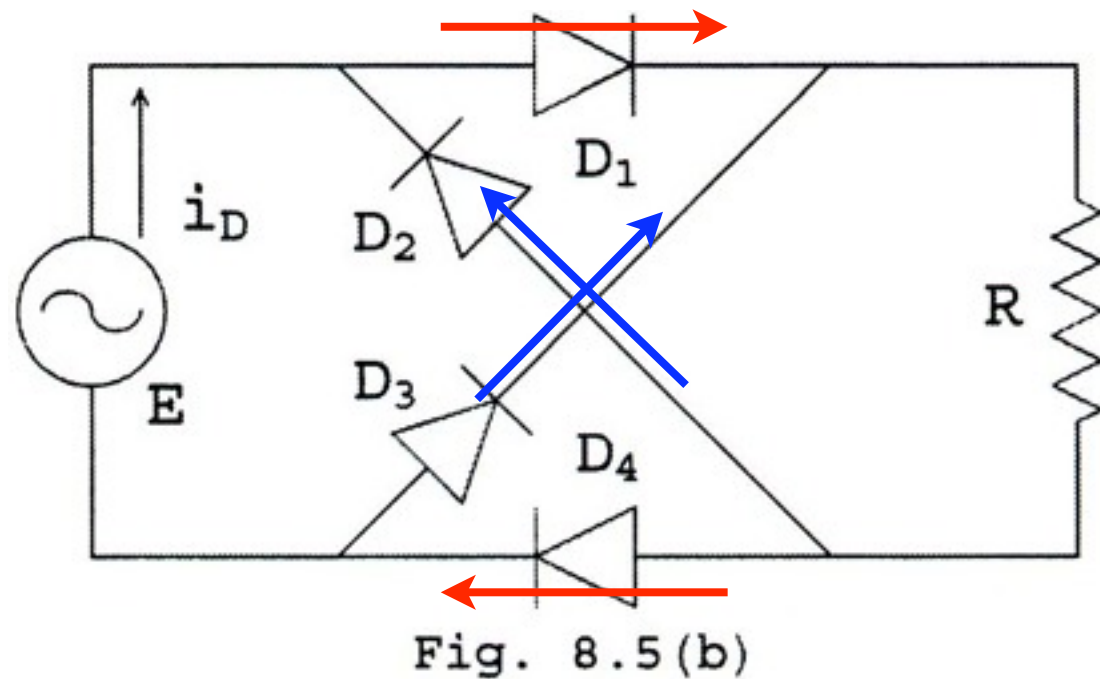
$$(4) \quad A_v = \frac{v_o}{e_s(t)} = -88.5$$

全波整流回路の動作を説明せよ。特に電源 E の正の半周期及び負の半周期に電流はどのダイオードを流れるか明示せよ。

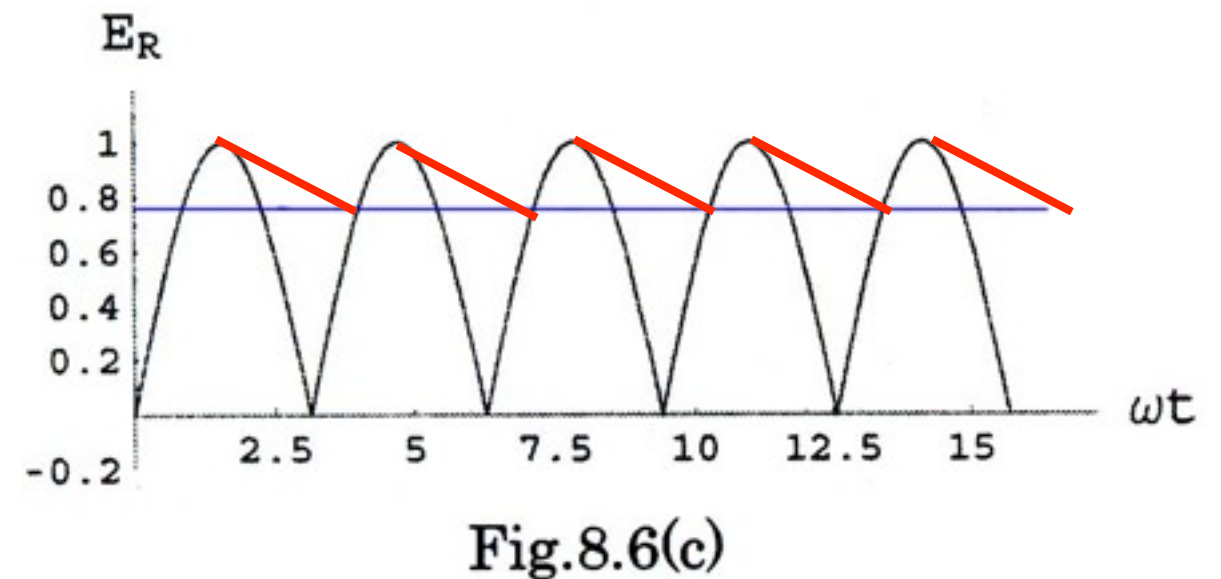
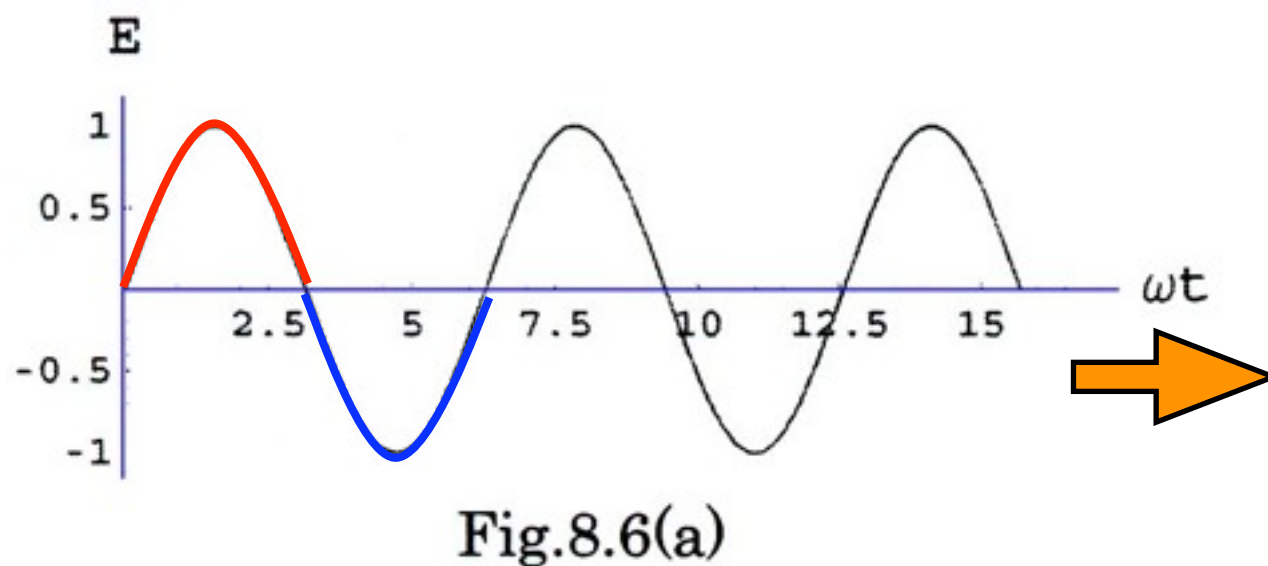
また直流出力に大容量のコンデンサを付加すると電圧波形はどのように変化するか。

半波整流回路と比べて全波整流回路はどのような点が優れているか。

• 全波整流回路



- コンデンサが無くても平均電圧は高い
- 電圧変動が小さい（小さいコンデンサでよい）
- トランスの効率が良い



演算増幅器を用いた演算回路を図に示す。

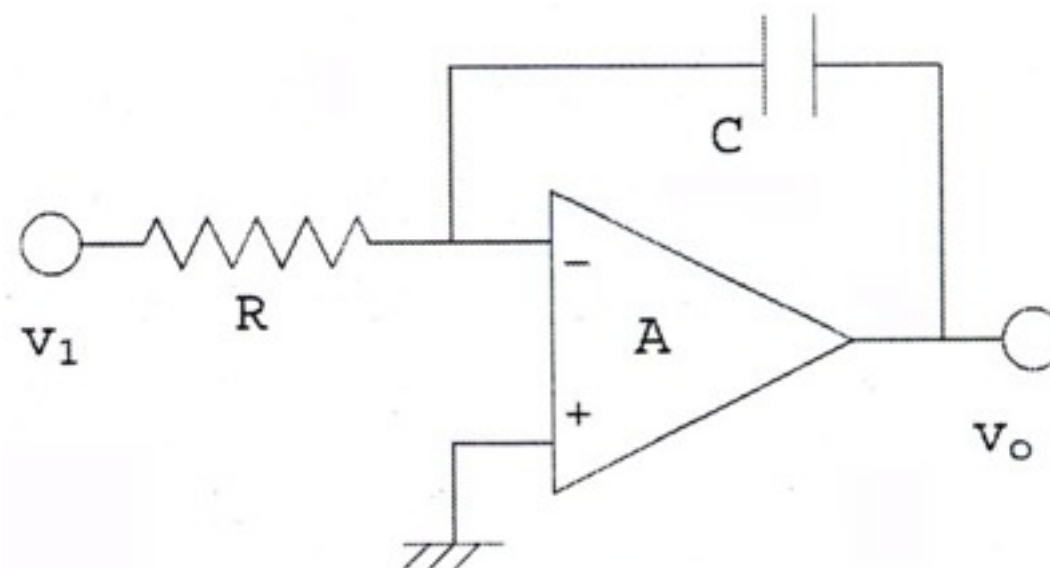
(1) 入力に複素正弦波 $v_1 = B\varepsilon^{j\omega t}$ を加えたとき、出力 v_o を求めよ。ここで、 B は振幅(V)であり、 ω は角周波数(rad/s)である。

(2) この回路の特徴を述べよ。

(3) 周波数 $f=10\text{Hz}$ の時の出力 v_o は $f=1\text{Hz}$ のときに比べて何倍あるいは何分の一になるか。

(4) 入力と出力の位相関係はどのようなになるか。

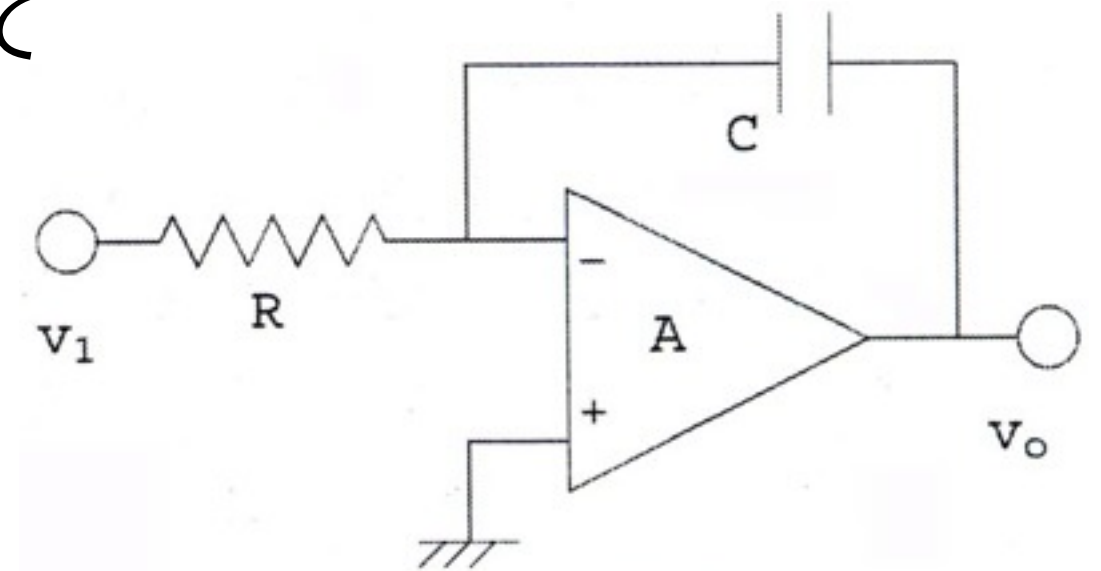
(5) R と C を入れ替えると、どのような演算が行なえるか。



(1) 一般に v_o は次式のように書けて

$$v_o = -\frac{Z_2}{Z_1} v_1$$

$$Z_1 = R, \quad Z_2 = \frac{1}{j\omega C} \quad \text{であるから}$$



$$v_o = -\frac{1}{j\omega CR} v_1$$

$$v_1 = B\varepsilon^{j\omega t} \quad \text{とおくと}$$

$$v_o = -\frac{1}{j\omega CR} B\varepsilon^{j\omega t}$$

$$\text{ここで、} \int B\varepsilon^{j\omega t} dt = \frac{1}{j\omega} B\varepsilon^{j\omega t} = \frac{1}{j\omega} v_1 \quad \text{であるから}$$

$$v_o = -\frac{1}{CR} \int B\varepsilon^{j\omega t} dt = -\frac{1}{CR} \int v_1 dt$$

(2) 入力信号を積分する事ができる。

(3) $v_o = -\frac{1}{j\omega CR} v_1$ の式から、 v_1 の振幅が一定の場合、出力の振幅は ω に反比例する。したがって、 $f=10\text{Hz}$ の出力は $f=1\text{Hz}$ の時の1/10になる。

(4) 入力に正弦波($\sin \omega t$)を入れた場合、出力は入力の積分波形($-\cos \omega t$)になるので、位相は 90° 遅れる。

(5) 入力に対して微分した出力が得られる (微分演算器)

期末試験について

- ・15日、2次限目の予定
- ・学生証は必携
- ・テキスト、ノート、参考書等持ち込み可
- ・電卓は必須（ルート、三角関数、逆三角関数）
- ・携帯を電卓又は時計代わりに使用は不可