

1. 内部抵抗 R_A を有する電流計 A と内部抵抗 R_V を有する電圧計 V によって構成された図 1 の回路について、以下の問いに答えよ。
- (1.1) 図 1(a) のように抵抗器とスイッチで構成された分流器を用いることで、最大測定電流を 1 [mA] と 10 [mA] に設定可能な多レンジ電流計を設計する。電流 $I_{\max} = 10\text{ [}\mu\text{A]}$ まで測定できる電流計 A の内部抵抗を $R_A = 1\text{ [k}\Omega]$ とする。分流器の抵抗 r_1 と r_2 を求めよ。
- (1.2) 図 1(b) と図 1(c) の回路を用いて、負荷抵抗 R_L で消費される直流電力 P_{LB} 、 P_{LC} を計測する。 V_{LB} 、 V_{LC} 、 I_{LB} 、 I_{LC} はそれぞれの回路における負荷抵抗両端の電圧、負荷抵抗を流れる電流とする。また I と V はそれぞれ電流計と電圧計が示す値である。この時、 P_{LB} 、 P_{LC} を I 、 V 、 R_A 、 R_V を用いて表せ。
- (1.3) 電流計の示す値 I と電圧計が示す値 V から、直流電力 $P=VI$ を測定する。この時、内部抵抗の影響で P と実際に負荷で消費される直流電力 P_L の間には誤差が生じる。図 1(b) の回路を用いた方が図 1(c) の回路よりも、誤差が小さくなる条件を R_L 、 R_A 、 R_V を用いて表せ。

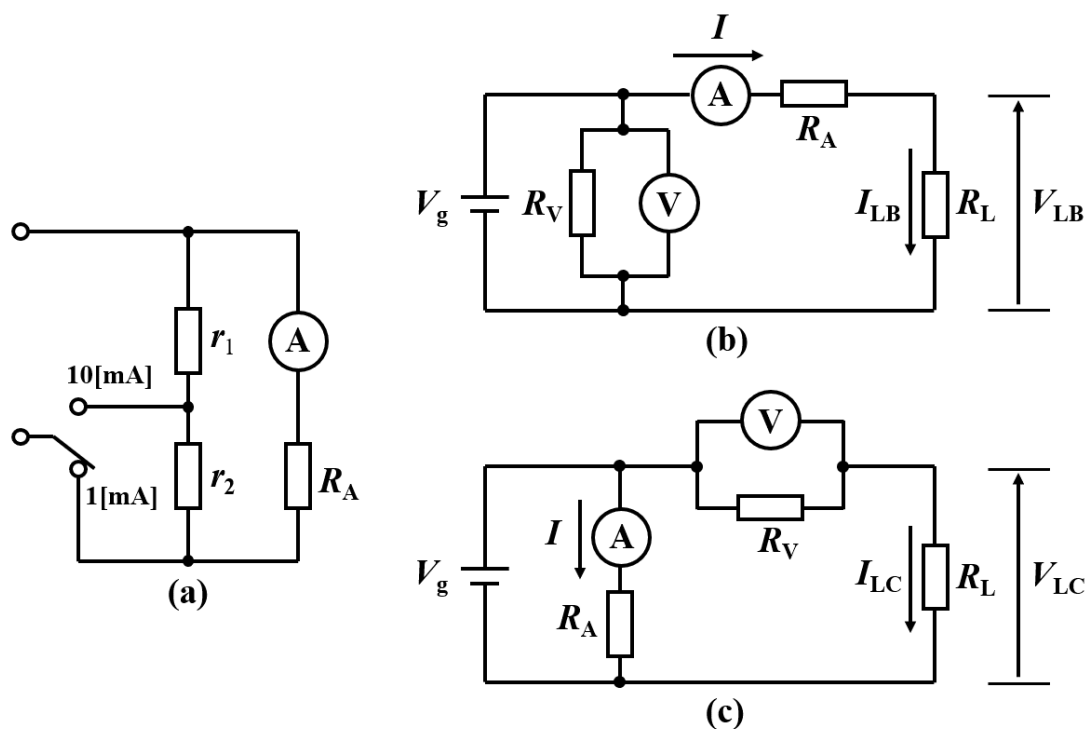


図 1

2. 図2の回路について以下の問いに答えよ。ただし、 R_x は可変抵抗、 L_x は可変インダクタである。また、交流電圧源 E の電圧振幅は E 、各周波数を ω 、虚数単位を j とする。さらに G は交流用検流計である。

(2.1) 破線で囲まれているインピーダンス Z_3 、 Z_x を求めよ。

(2.2) $R_2=2\text{ [k}\Omega\text{]}$ 、 $R_3=4\text{ [k}\Omega\text{]}$ 、 $C_1=1\text{ [}\mu\text{F]}$ 、 $C_3=2\text{ [}\mu\text{F]}$ のとき、可変抵抗 R_x と可変インダクタ L_x を調整し、検流計 G の電流値が 0 となった。このときの R_x と L_x の値を示せ。

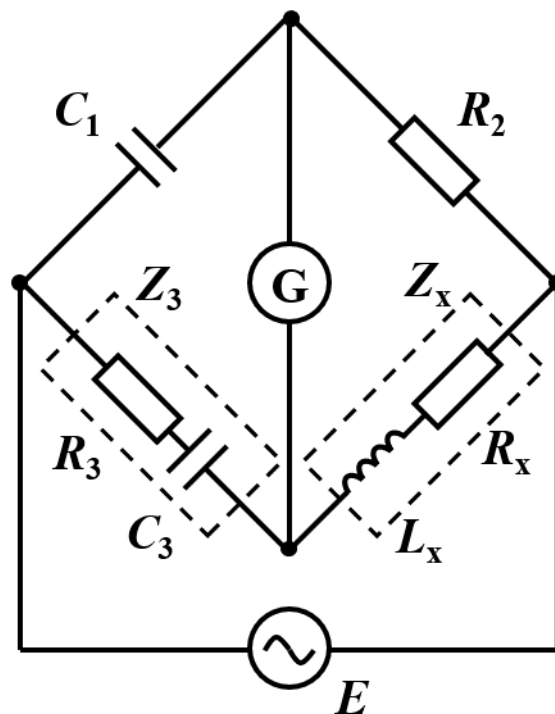


図 2

3. 図3の回路について以下の問いに答えよ。ただし、オペアンプ U は理想的なものとし、入力電圧 $V_{in1}=V_{in2}=V_{in3}$ (ω : 角周波数)、虚数単位を j とする。

(3.1) 図3(a)の回路について、 V_{out1} を V_{in1} 、 R を用いて表せ。

(3.2) 図3(b)の回路について、 V_{out2} を V_{in2} 、 R 、 C を用いて表せ。

図3(c)の回路について、(3.3)-(3.5)の問いに答えよ。

(3.3) 伝達関数 $G(j\omega)=V_{out3}/V_{in3}$ を表せ。

(3.4) ゲイン $|G(j\omega)|$ を求めよ。

(3.5) 入力電圧 $V_{in3}=V\sin\omega t$ 、 $\omega=1/(RC)$ とした時、出力電圧 V_{out3} を示せ。

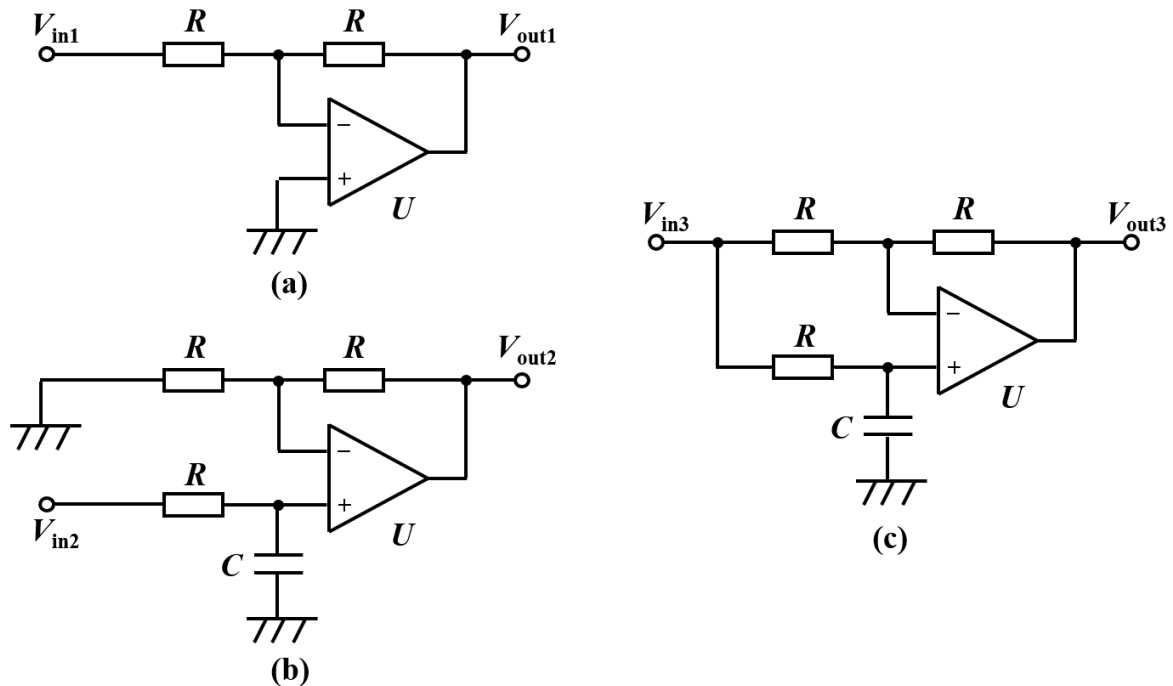


図3