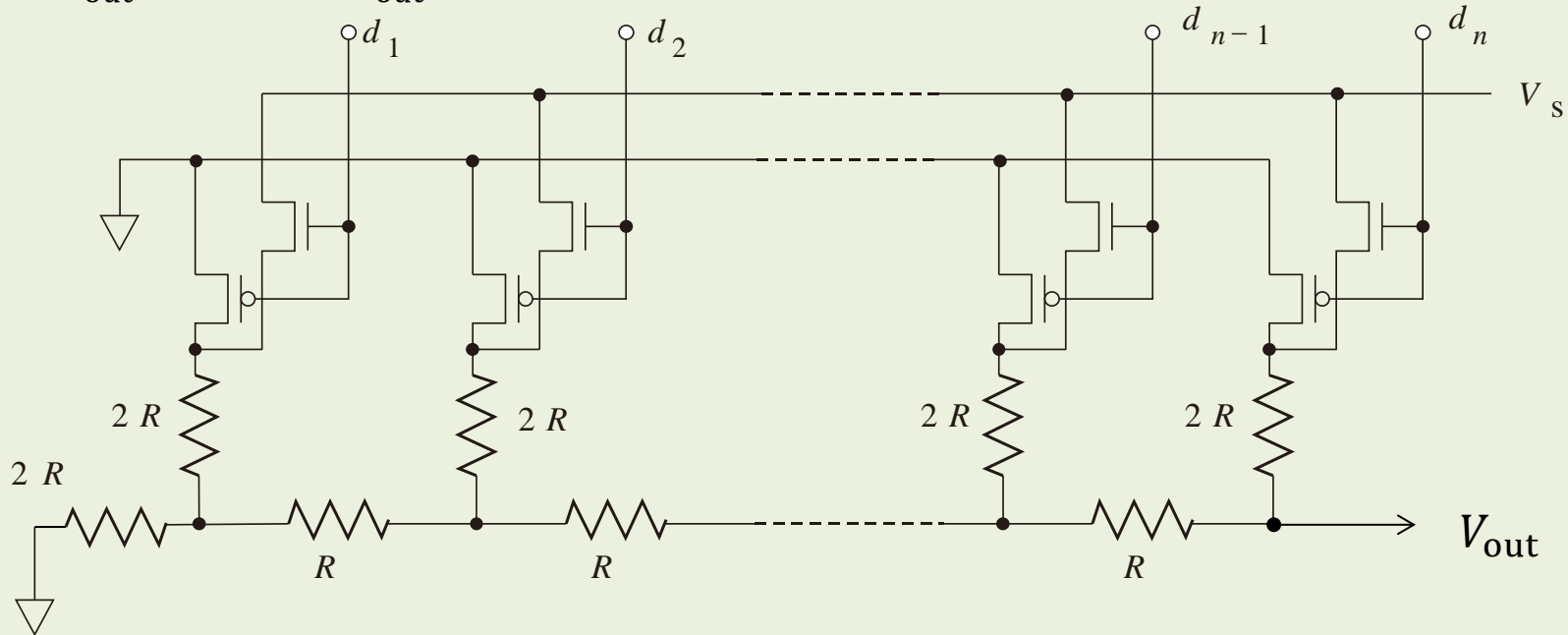


# 電子回路論レポート問題: 1. DA変換回路

(1) 次の図のような抵抗ラダー型DA変換回路を考える。講義で扱ったものと端の処理だけが違っている。この回路に2進数列 $\{d_k\}$  ( $k = 1, \dots, n$ )が入力されたとき、出力電圧 $V_{out}$ を求めよ。 $V_{out}$ は、高入力インピダンスアンプで受けるものとする。



(2) 手元に、 $\{R_0/2^k\}$  ( $k=0, \dots, n$ )の抵抗値列を持つ抵抗、抵抗値 $R_f$ の抵抗、OPアンプ、電圧 $V_s$ の標準電源、 $n+1$ 個の $n$ チャンネルMOSスイッチ、同じく $n+1$ 個の $p$ チャンネルMOSスイッチがある。これらを使って、2進数列 $\{d_k\}$ が入力された時に

$$V_{out} = -V_s \frac{R_f}{R_0} \sum_{k=0}^n d_k 2^k$$

を出力するDA変換器回路を考えなさい。

# 電子回路レポート問題：1. DA変換回路

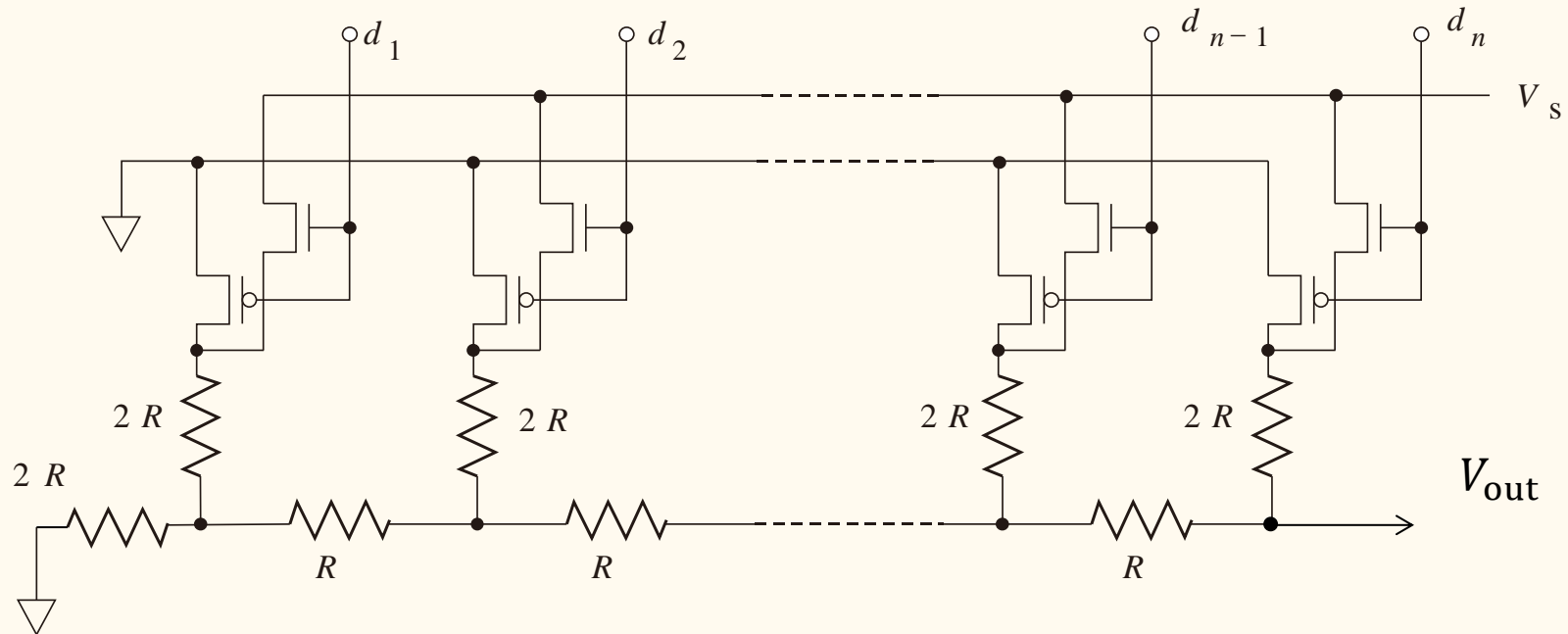
(3) (2) と同様、に手元に、 $\{2^k C_0\}$  ( $k=0, \dots, n$ )の抵抗値列を持つキャパシタ、電圧 $V_s$ の標準電源、 $n+1$ 個の $n$ チャンネルMOSスイッチ、同じく $n+1$ 個の $p$ チャンネルMOSスイッチがある。これらを使って、2進数列 $\{d_k\}$ が入力された時に

$$V_{\text{out}} = \frac{V_s}{2^{n+1} - 1} \sum_{k=0}^n d_k 2^k$$

という出力が得られるようなDA変換回路を考えなさい。ただし、出力は入力インピダンスが高くバイアス電流が無視できるような増幅器で受けることとする。

# Problems for the final report: 1. DA conversion circuits

(1) Let us consider the following resistance ladder DA conversion circuit. The right end is a bit different from the one we treated in the lecture. Calculate the output voltage  $V_{\text{out}}$  for the input  $\{d_k\}$  ( $k = 1, \dots, n$ ).



(2) We have resistors with values  $\{R_0/2^k\}$  ( $k = 0, \dots, n$ ), and  $R_f$ , an OP amp., a standard voltage source of the voltage  $V_S$ ,  $n + 1$  n-channel MOS switches,  $n + 1$  p-channel MOS switches. With these components, design a DA conversion circuit which has the output

$$V_{\text{out}} = -V_S \frac{R_f}{R_0} \sum_{k=0}^n d_k 2^k \quad \text{for the binary input } \{d_k\}.$$

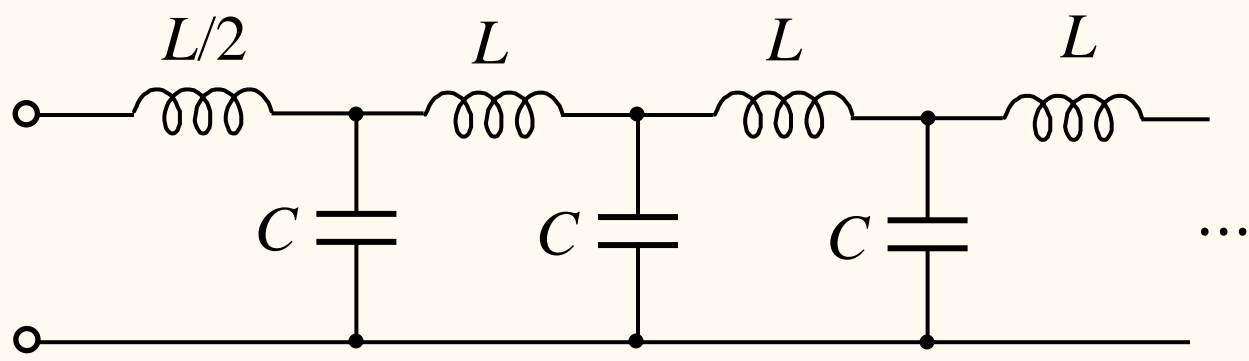
# Problems for the final report: 1. DA conversion circuits

(3) We have capacitors with values  $\{2^k C_0\}$  ( $k = 0, \dots, n$ ), a standard voltage source of the voltage  $V_S$ ,  $n + 1$  n-channel MOS switches,  $n + 1$  p-channel MOS switches. With these components, design a DA convertor circuit which has the output

$$V_{\text{out}} = \frac{V_S}{2^{n+1} - 1} \sum_{k=0}^n d_k 2^k$$

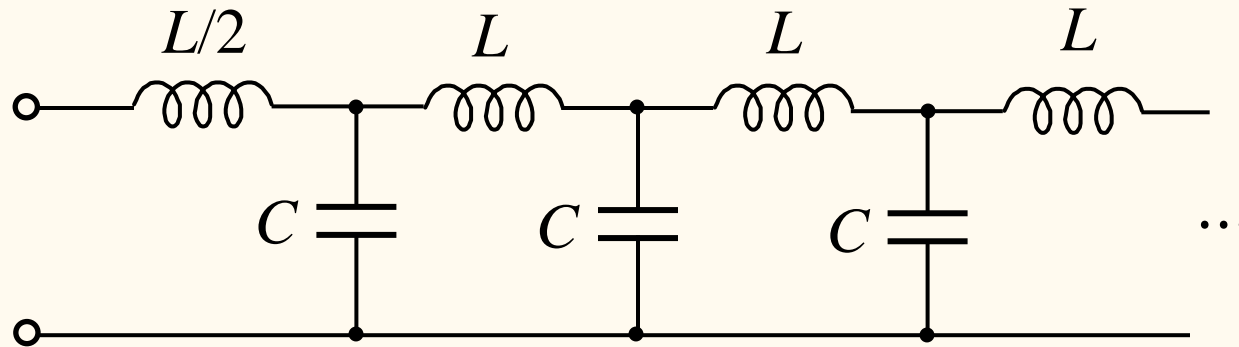
for the binary input  $\{d_k\}$ .

# 電子回路論レポート問題：2. 分布定数回路



上図のように，端のインダクタンス $L/2$ を除いて $L$ と $C$ が無限に繰り返す回路がある．この回路の，周波数軸上での透過域と減衰域を求めよ．また，左の端子から見たインピーダンスの周波数特性(周波数 $\omega$ に対するインピーダンス)を求めよ．

# Problems for the final report: 2. Distributed constant circuit



Consider the above circuit with  $L, C$  infinite repetition to the right and the inductor  $L/2$  at the left end. Obtain the transmission range and the attenuation range in the frequency domain. And what is the total impedance from the left end for the frequency  $\omega$ .

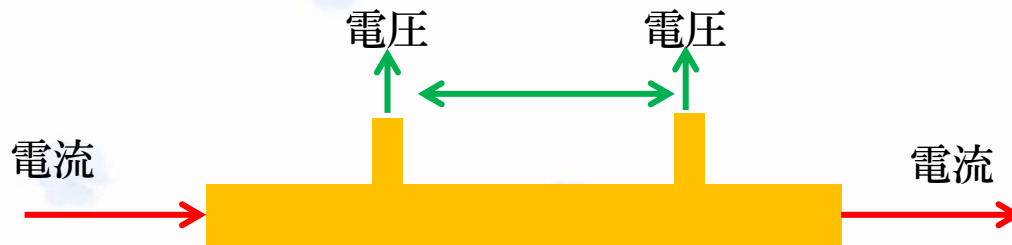
# 電子回路論レポート問題：3. OPアンプ回路

次のような回路部品がある。

高精度OPアンプ・・・4個

定電圧ダイオード(逆方向に電圧を印加するとツェナートンネルにより一定電圧を発生する) 2.5V・・・1個

これらを使って、低温で試料の電気抵抗を測定するための回路を構成しなさい。試料は下の図のように、電流端子、電圧端子が別に出た構造をしている。



ただし、

- (a) 抵抗, キャパシタ, インダクタの類の受動素子は適当に追加してよい。
- (b) OPアンプの電源を供給するためのトラッキング電源は準備されているものとする。
- (c) 測定抵抗の範囲は $100\Omega \sim 10\text{k}\Omega$ で、接触抵抗を含めて $50\text{k}\Omega$ 以内である。
- (d) OPアンプのオフセット電圧, バイアス電流は無視できるとする。従ってオフセット調整回路を入れる必要はない。

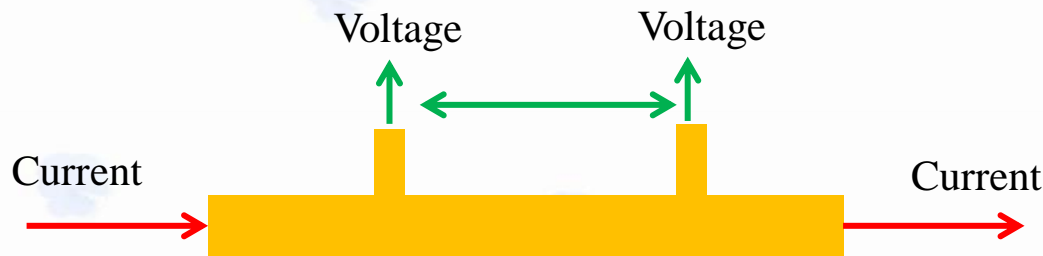
# Problems for the final report: 3. OP amp. circuit

We have the following components:

4 high precision operational amplifiers,

1 high precision Zener tunnel diode with the constant voltage 2.5V (this diode provide precise 2.5V for the reverse bias).

With these components, design a circuit to measure the electric resistance of a sample at low temperatures. The shape of the sample is shown below:



(a) You can add any passive elements (resistors, capacitors, inductors).

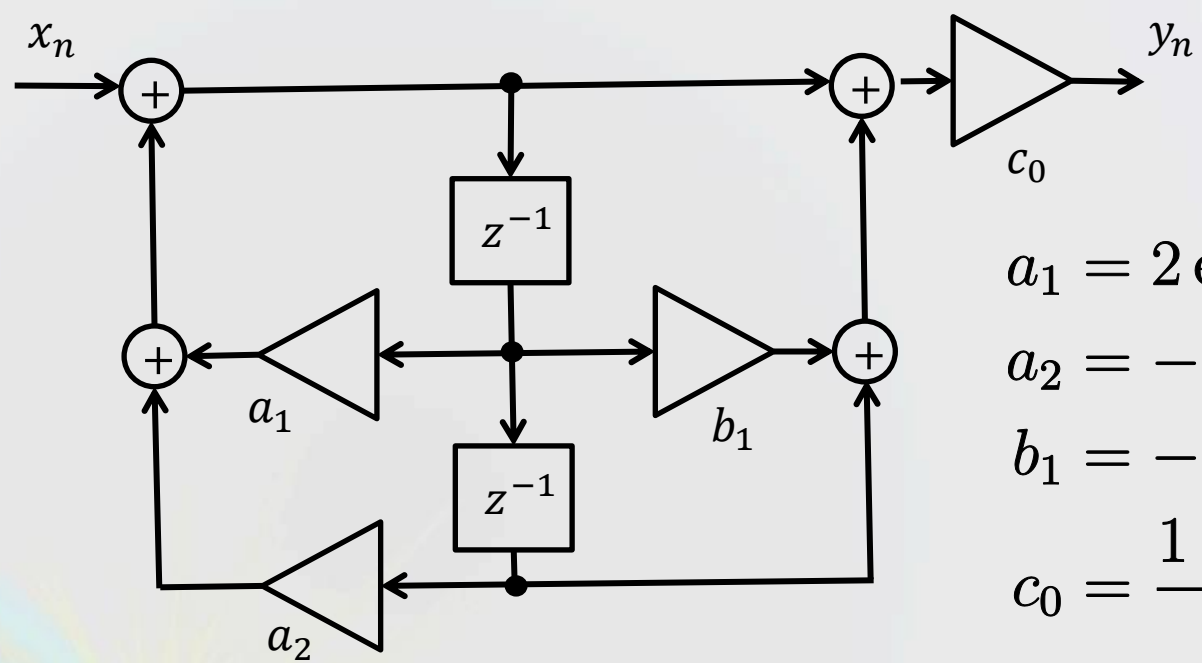
(b) The power supply for the OP amps. is ready.

(c) The sample resistance range is from  $100\Omega$  to  $10\text{k}\Omega$ , lower than  $50\text{k}\Omega$  including the contact resistance.

(d) The offset voltages, the bias currents of the OP amps. can be ignored. No need for the offset cancellation circuit.



# 電子回路論レポート問題:4. デジタル・フィルタ



$$a_1 = 2 \exp(-\pi g_0 \tau) \cos(2\pi f_0 \tau)$$

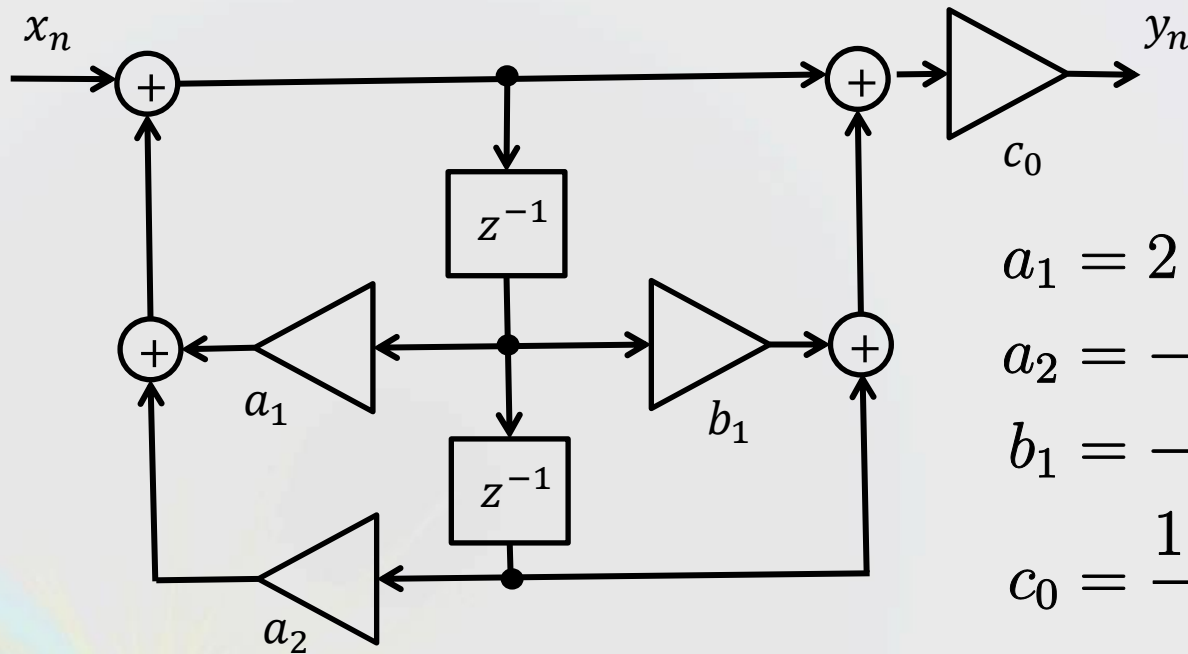
$$a_2 = -\exp(-2\pi g_0 \tau)$$

$$b_1 = -2 \cos(2\pi f_0 \tau)$$

$$c_0 = \frac{1 - a_1 - a_2}{2 + b_1}$$

- (1) 上のブロックダイアグラムから、出力 $y_n, y_{n-1}, y_{n-2}$ と入力 $x_n, x_{n-1}, x_{n-2}$ との関係式を示せ。
- (2) 係数 $a_1, a_2, b_1, c_0$ が右上のような関係を満たすとき、このフィルタはどのような周波数特性を示すか。ただし、 $g_0 < f_0 < f_s/2$  (サンプリング周波数)を満たすとする。(  $20g_0 = 10f_0 = f_s$  としてグラフを描いてみよ。 )

# Problems for the final report: 4. Digital filter



$$a_1 = 2 \exp(-\pi g_0 \tau) \cos(2\pi f_0 \tau)$$

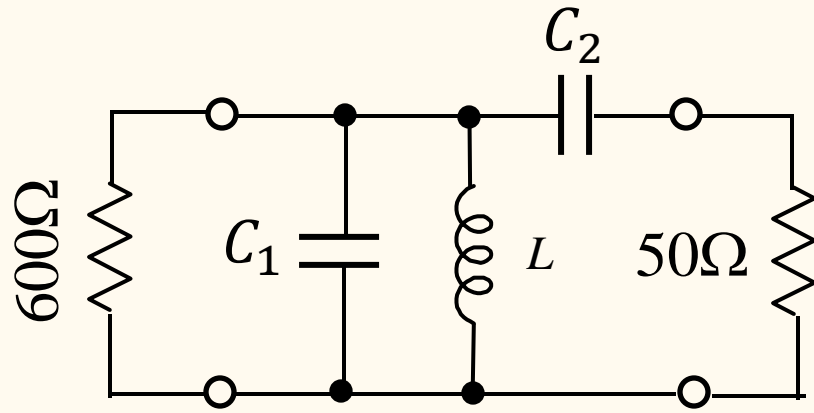
$$a_2 = -\exp(-2\pi g_0 \tau)$$

$$b_1 = -2 \cos(2\pi f_0 \tau)$$

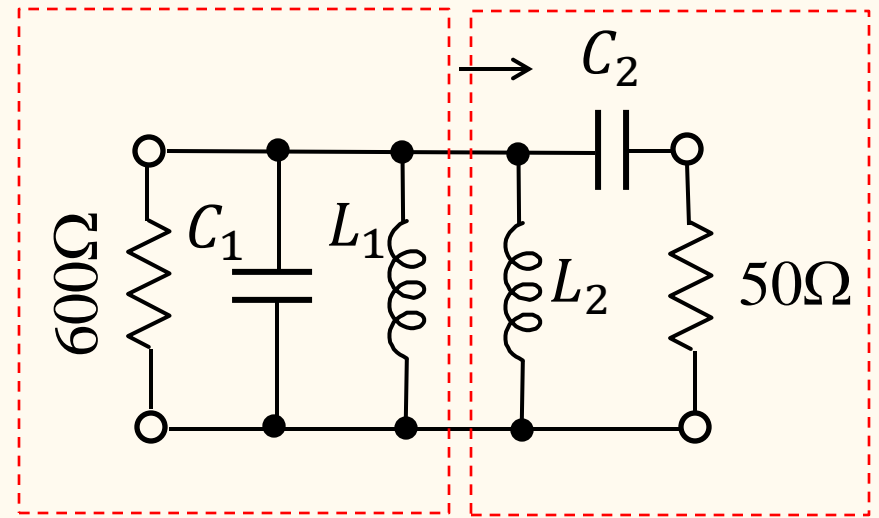
$$c_0 = \frac{1 - a_1 - a_2}{2 + b_1}$$

- (1) From the above diagram, write down the relation between the output  $y_n, y_{n-1}, y_{n-2}$  and the input  $x_n, x_{n-1}, x_{n-2}$ .
- (2) When the coefficients  $a_1, a_2, b_1, c_0$  satisfy the above relations, obtain the frequency characteristics of this filter. Draw a rough sketch of the graph for  $20g_0 = 10f_0 = f_s$ .

# 電子回路論レポート問題：5. インピーダンスマッチ



(a)

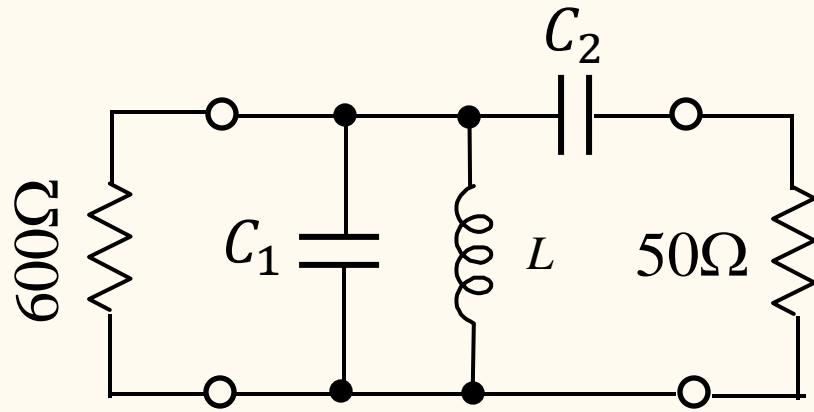


(b)

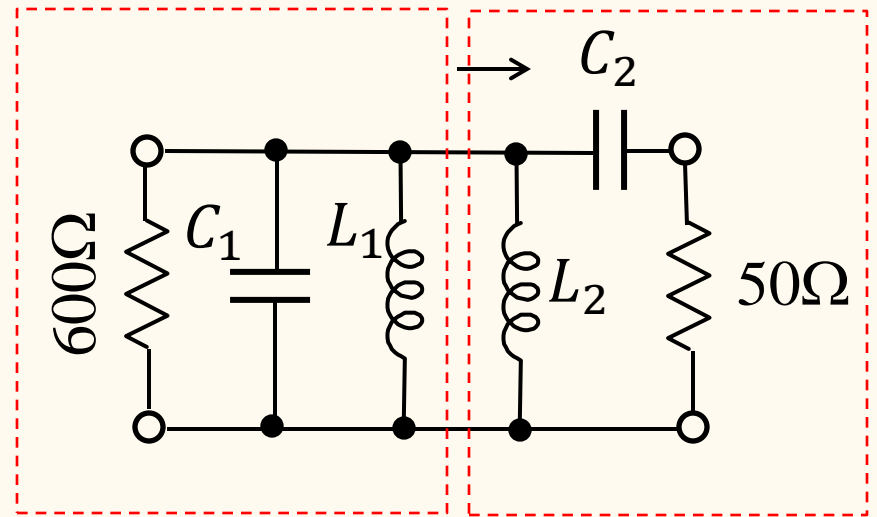
FM受信機のプリアンプをFETで作ったところ、出力インピーダンスが $600\Omega$ になった。受信機の入力インピーダンスは $50\Omega$ なので、インピーダンスマッチを取る必要がある。中心周波数を $85\text{MHz}$ 、有効周波数幅を $10\text{MHz}$ 、として(a)のような回路でマッチを取ると、回路定数 $C_1, C_2, L$ はどうか。有効数字3桁で答えよ。

(ヒント) (b)のようにインダクタンスを2つに分割し、左の共鳴回路で $85\text{MHz}$ 、 $10\text{MHz}$ 幅に同調させる。この後、左右のインピーダンスが一致するように定数を求める。

# Problems for the final report: 5. Impedance matching



(a)



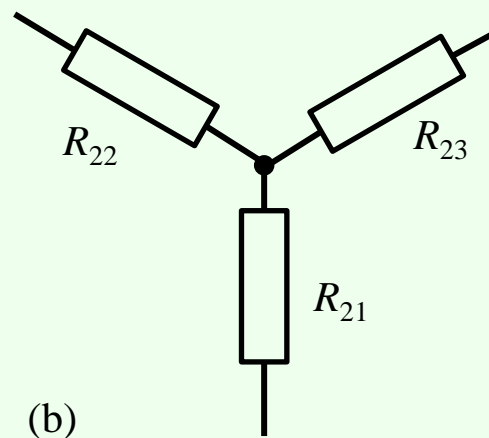
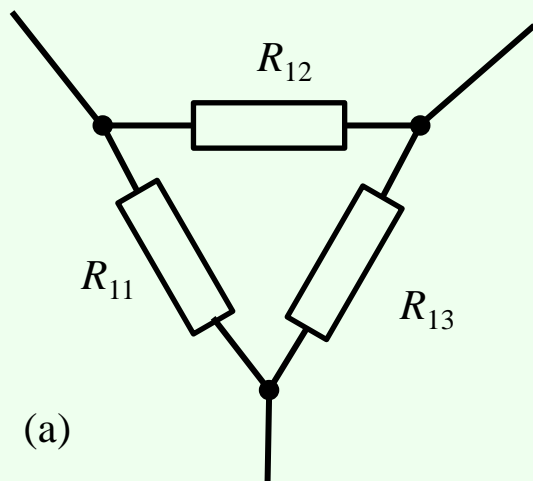
(b)

A preamplifier with FETs for an FM receiver has the output impedance of  $600\Omega$ . The FM receiver has the input impedance of  $50\Omega$  and we need to make impedance matching. The central frequency is  $85\text{MHz}$ , the effective width of amplification is  $10\text{MHz}$ . Obtain  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $L$  in the matching circuit with 3 digits significant figures.

(hint) Express  $L$  with a parallel of  $L_1$  and  $L_2$  as shown in (b). The left resonance circuit should be tuned to  $85\text{MHz}$ , width  $10\text{MHz}$ . Then the left and the right circuit should be impedance matched.

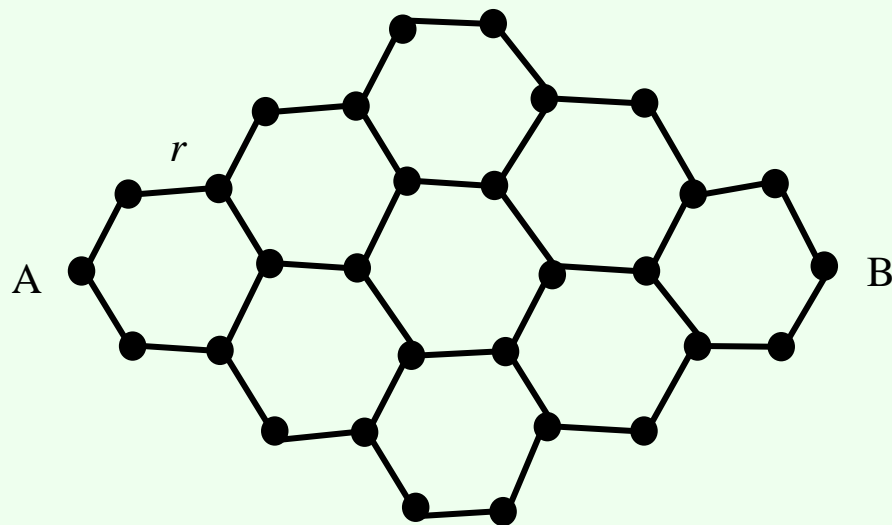
# 電子回路論レポート問題：6. 回路網

(1) (a)のような $\Delta$ 結線網と,(b)のようなY結線網とが外部に対して全く等価になるためには,  $R_{ij}$ の間にどのような関係があればよいか. ( $\Delta$ -Y変換)



(2) 右図のようにすべて同じ抵抗値  $r$  の抵抗で対称な蜂の巣状格子を作ると, A-B間の電気抵抗はいくらになるか.

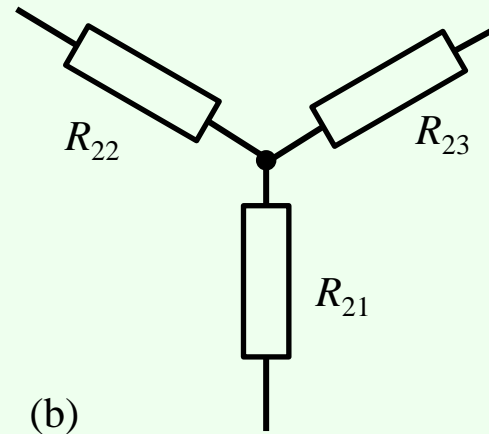
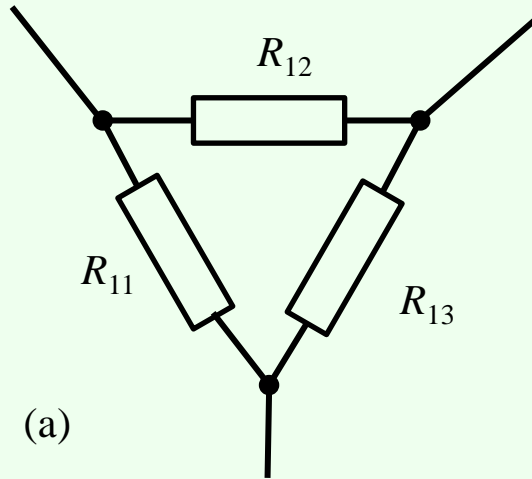
(ヒント) 回路の対称性を考え, (1)の $\Delta$ -Y変換を適用するとよい.



# Problems for the final report: 6. Resistor network

(1) Obtain the sufficient condition on  $R_{ij}$  for the circuits (a) and (b) to be equivalent.

( $\Delta$ -Y transform)



(2) Calculate the resistance between A and B, which are connected with the honeycomb of resistances  $r$  as shown in the right figure.

(hint) Consider the symmetry of the circuit and apply  $\Delta$ -Y transform.

