

## 問題 E

以下の問に答えよ。なお、図の電気回路において、抵抗の値を  $R[\Omega]$ 、コンデンサの静電容量を  $C[F]$ 、コイルのインダクタンスを  $L[H]$  とする。また、時刻  $t=0$  においてコンデンサの電荷はゼロであり、コイルに流れる電流もゼロとする。

- (1) 図1に示す並列回路において、電流  $i(t)[A]$  を入力信号、電圧  $v(t)[V]$  を出力信号とみなしたときのブロック線図を求めよ。
- (2) 図2に示す直列回路において、電圧  $v_i(t)[V]$  を入力信号、コンデンサの両端の電圧  $v_o(t)[V]$  を出力信号とするときの伝達関数  $G_2(s) = V_o(s)/V_i(s)$  を求めよ。なお、 $v_i(t)$ 、 $v_o(t)$  をそれぞれラプラス変換したものを  $V_i(s)$ 、 $V_o(s)$  と表わす。
- (3) 図3に示す直列回路において、電圧  $v_i(t)[V]$  を入力信号、コンデンサの両端の電圧  $v_o(t)[V]$  を出力信号とするときの伝達関数  $G_3(s) = V_o(s)/V_i(s)$  を求めよ。なお、 $v_i(t)$ 、 $v_o(t)$  をそれぞれラプラス変換したものを  $V_i(s)$ 、 $V_o(s)$  と表わす。
- (4) 問(3)で求めた  $G_3(s)$  において、固有角周波数  $\omega_n$  と減衰率  $\zeta$  を求めよ。
- (5) 問(3)で求めた  $G_3(s)$  において、減衰率  $\zeta=1$  の時の単位ステップ応答を求めよ。また求めた応答を  $t$  の関数として図示せよ。
- (6) 問(3)で求めた  $G_3(s)$  において、減衰率  $0 < \zeta < 1$  の時の単位ステップ応答を  $t$  の関数として図示せよ。
- (7) 問(3)で求めた  $G_3(s)$  において、コイルのインダクタンス  $L$  が大きくなると単位ステップ応答の挙動がどうなるかを3行以内で述べよ。ただし、減衰率は  $0 < \zeta < 1$  とする。

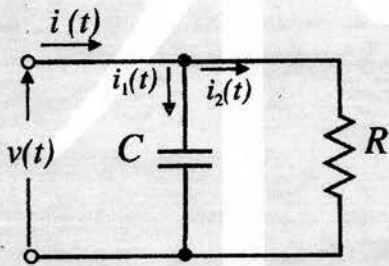


図1

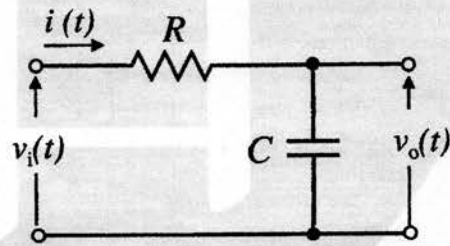


図2

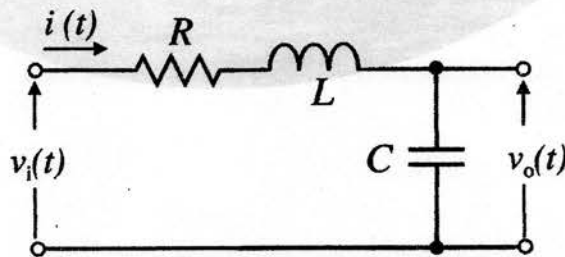


図3

## Problem E

Answer the following questions. Concerning the electrical circuits in the figures,  $R[\Omega]$ ,  $C[F]$ , and  $L[H]$  denote resistance, capacitance of a capacitor, and inductance of a coil, respectively. Assume that no charge is stored in the capacitors and no current flows through the coil at the time  $t = 0$ .

- (1) Concerning the parallel circuit shown in Fig. 1, assume that the current  $i(t)[A]$  is the input signal and the voltage  $v(t)[V]$  is the output signal. Draw a block-diagram representation.
- (2) Concerning the series circuit shown in Fig. 2, assume that the voltage  $v_i(t)$  [V] is the input signal and the voltage  $v_o(t)$  [V] across the capacitor is the output signal. Find the transfer function  $G_2(s) = V_o(s)/V_i(s)$ . Note that  $V_i(s)$  and  $V_o(s)$  denote the Laplace transforms of  $v_i(t)$  and  $v_o(t)$ , respectively.
- (3) Concerning the series circuit shown in Fig. 3, assume that the voltage  $v_i(t)$  [V] is the input signal and the voltage  $v_o(t)$  [V] across the capacitor is the output signal. Find the transfer function  $G_3(s) = V_o(s)/V_i(s)$ . Note that  $V_i(s)$  and  $V_o(s)$  denote the Laplace transforms of  $v_i(t)$  and  $v_o(t)$ , respectively.
- (4) Find the natural angular frequency  $\omega_n$  and the damping ratio  $\zeta$  of  $G_3(s)$  given in Question (3).
- (5) Find the output response to the unit step input, when  $\zeta = 1$  in  $G_3(s)$  given in Question (3). Then draw the obtained output response as a function of  $t$ .
- (6) Draw the output response to the unit step input as a function of  $t$ , when  $0 < \zeta < 1$  in  $G_3(s)$  given in Question (3).
- (7) Describe, in 3 lines, how the output response to the unit step input changes, when the inductance  $L$  gets larger. Assume  $0 < \zeta < 1$  in  $G_3(s)$  given in Question (3).

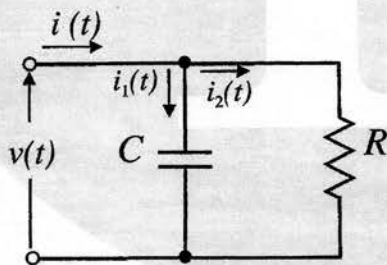


Fig. 1

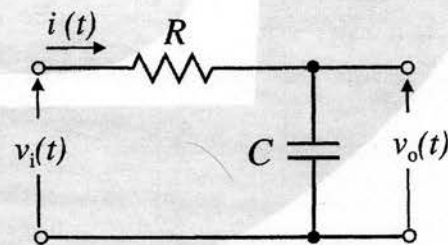


Fig. 2

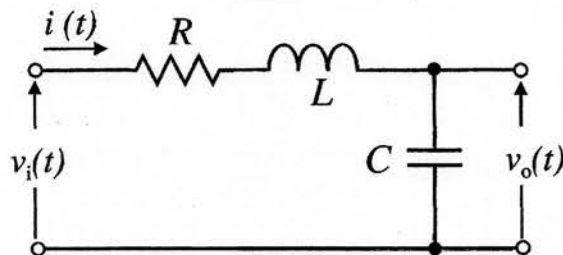


Fig. 3