

東京大学大学院工学系研究科 電気工学・電子工学専攻 入試
平成 18 年 物理 第 3 問

(1)

スイッチを閉じた瞬間のインダクタのインピーダンスは無限大であるから、

$$i_1(0) = 0$$

$$i_2(0) = \frac{10\text{V}}{(3\Omega + 2\Omega) // (1\Omega + 4\Omega)} = \frac{10\text{V}}{5/2\Omega} = 4\text{A}$$

端子 A と端子 B を開放した時、AB 間に生じる電圧は、

$$10\text{V} \times \frac{2\Omega}{2\Omega + 3\Omega} - 10\text{V} \times \frac{4\Omega}{4\Omega + 2\Omega} = -4\text{V}$$

また、電圧源を短絡として、AB 間に見える抵抗を求めると、

$$3\Omega + (3\Omega // 2\Omega) + (1\Omega + 4\Omega) = 5\Omega$$

したがって、テブナン等価回路は、 -4V の電圧源と、 5Ω の抵抗を直列に接続した回路になる。(図略)

テブナンの定理

電源を含む線形な回路がある。この回路の端子対の電圧が v であり、その端子間から回路を見た時の内部抵抗が r であるとする。このとき、この回路は、電圧源 v と内部抵抗 r を直列接続したような回路と等価である。

(2)

回路方程式は、

$$4\text{V} = 5\Omega \times i_1 + 2\text{H} \times \frac{di_1}{dt}$$

この微分方程式を解くと、

$$i_1 = ke^{-\frac{5}{2}t} + \frac{4}{5}$$

ここで、 k は積分定数で、 i_1 の初期値より $k = -\frac{4}{5}$ である。

$$\therefore i_1(t) = \frac{4}{5}(1 - e^{-\frac{5}{2}t})$$

(グラフ略)

(3)

1Ω の抵抗に流れる電流を i_3 とおく。

$$10V = 2 \times \Omega(i_1 + i_2 - i_3) + 3\Omega \times (i_2 - i_3)$$

$$10V = 4\Omega \times (i_3 - i_1) + 1\Omega \times i_3$$

これらから i_3 を消去すると、

$$i_2 = 4 + \frac{2}{5}i_1 = \frac{216}{50} - \frac{1}{25}e^{-\frac{5}{2}t}$$

(グラフ略)

(4)

(1) と同様に端子 A と端子 B を開放して、テブナン等価回路の電圧源の大きさを求める。12V の電源から流れる電流 i は、

$$12V = 0.5\Omega \times i + \frac{5}{2}\Omega \times i$$

$$\therefore i = 4A$$

したがって、AB 間に生じる電圧は、

$$2\Omega \times \frac{4}{2}A - 4\Omega \times \frac{4}{2}A = -4V$$

また、12V の電源を短絡して、AB 間の合成抵抗を求めると、 $\frac{31}{15}\Omega$ が得られる。したがって、テブナン等価回路は、 $-4V$ の電圧源と、 $\frac{31}{15}\Omega$ の抵抗を直列に接続した回路である。