30年度技術士電気電子
一次試験
計算問題主体の解説

平成30年10月
宮田明則技術士事務所

平成30年度
技術士第一次試験【Ⅲ専門科目】試験問題の正答

4. 電気電子部門

問題番号	正答番号
Ⅲ－1	2
Ⅲ－2	2
Ⅲ－3	1
Ⅲ－4	4
Ⅲ－5	2
Ⅲ－6	1
Ⅲ－7	5
Ⅲ－8	2
Ⅲ－9	1
Ⅲ－10	3
Ⅲ－11	2
Ⅲ－12	1
Ⅲ－13	2
Ⅲ－14	1
Ⅲ－15	5
Ⅲ－16	5
Ⅲ－17	5
Ⅲ－18	4
Ⅲ－19	5
Ⅲ－20	2

問題番号	正答番号
Ⅲ－21	2
Ⅲ－22	1
Ⅲ－23	4
Ⅲ－24	2
Ⅲ－25	4
Ⅲ－26	5
Ⅲ－27	2
Ⅲ－28	4
Ⅲ－29	5
Ⅲ－30	5
Ⅲ－31	4
Ⅲ－32	3
Ⅲ－33	2
Ⅲ－34	3
Ⅲ－35	2

Ⅲ-1 正答②

②スタインメッツの実験式によれば、

$$P_h = k_h f B_m^{1.6}$$

ただし、

P_h:ヒステレシス損、f:周波数、
B_m:最大磁束密度、k_h：比例定数

Ⅲ-2 正答②

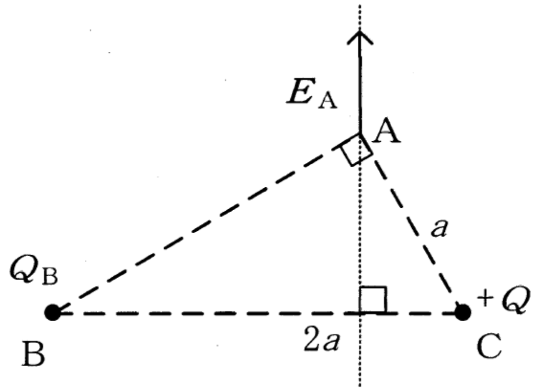
ビオ・サバールの法則において、

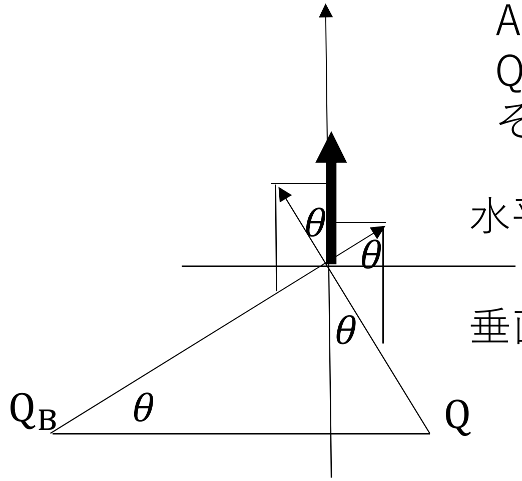
$\mathrm{r} = a, dl = ad\theta, \theta = \frac{\pi}{2}, \sin\theta = 1$ として、

$$dH = \frac{1}{4\pi}\frac{Iad\theta}{a^2}$$

$$H = \int_0^{2N\pi}\frac{1}{4\pi}\frac{Iad\theta}{a^2} = \frac{NI}{2a}$$

Ⅲ-3 正答①





A点でのQBによる電界の水平成分と
Qの電界の水平成分は打ち消し合う。
そして、電界の垂直成分だけが残る。

水平 $\frac{Q_B}{4\pi\varepsilon_0(\sqrt{3}a)^2}cos\theta = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}sin\theta$

垂直 $\frac{Q_B}{4\pi\varepsilon_0(\sqrt{3}a)^2}sin\theta + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}cos\theta$

ここで、$cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}, sin\theta = \frac{1}{2}$

水平条件式から、$Q_B = \sqrt{3}Q$ が得られる。

合計電界*Ea*は、垂直式から $\frac{\sqrt{3}Q}{6\pi\varepsilon_0 a^2}$ が得られる。

点AのQBによる電位$\emptyset_{\mathrm{AB}}$ は、

$$\int_{-\infty}^{\mathrm{A}} H_{\mathrm{B}}\mathrm{dx} = \int_{-\infty}^{\sqrt{3}a}\frac{\sqrt{3}Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}dx = -\frac{\sqrt{3}Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{\sqrt{3}a} - 0\right] = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}$$

点AのQによる電位$\emptyset_{\mathrm{AC}}$ は、

$$\int_{-\infty}^{\mathrm{A}} H_{\mathrm{C}}\mathrm{dx} = \int_{-\infty}^{a}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}dx = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a} - 0\right] = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}$$

*A*点の電位は上記2つの和で、 $\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 a}$ となる。正答は①

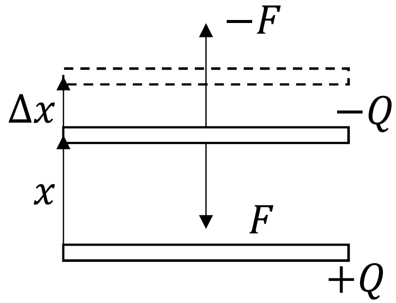
Ⅲ-4 正答④

光速 $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$、$\varepsilon\mu$が大のとき　cは小

周波数 ×波長＝速度

①	波長×周波数=光速	正
②	真空中電磁波速度 =光速	正
③	波長は長くなる	正
④	速さは小さくなる。	誤
⑤	速さは小さくなる、	正

Ⅲ-5 正答②



コンデンサ容量　$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

Cの保有エネルギーU

$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2C}Q^2$　、Qは一定

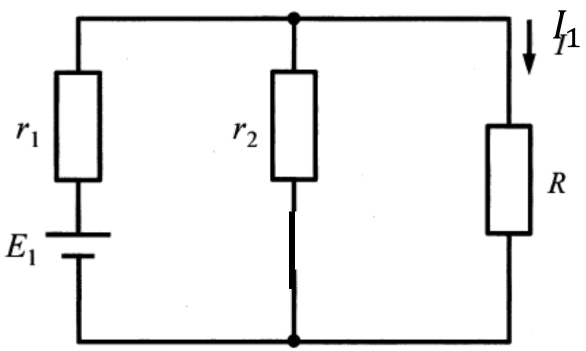
$\Delta U = \frac{Q^2}{2}\Delta\left(\frac{1}{C}\right) = \frac{Q^2}{2}\Delta\left(\frac{x}{\varepsilon_0 S}\right) = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}\Delta x$

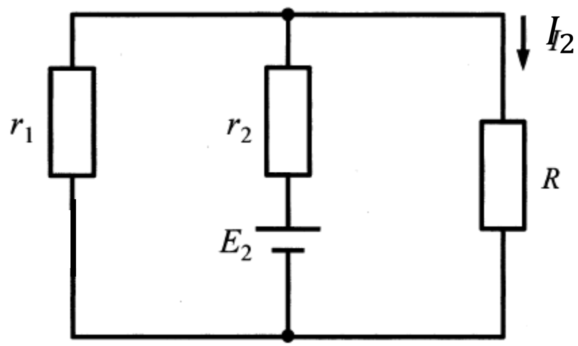
$-F\Delta x = \Delta U, \therefore F = -\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S} = -\frac{C^2V^2}{2Cd}$

単位面積当たりの吸引力fは,$-f = \frac{C^2V^2}{2CdS} = \frac{CV^2}{2dS} = \frac{\varepsilon_0 V^2}{d^2}$

Ⅲ-6 正答①

Ⅲ-7 正答⑤　E1とE2を個別に接続し電流を重ね合わせる。





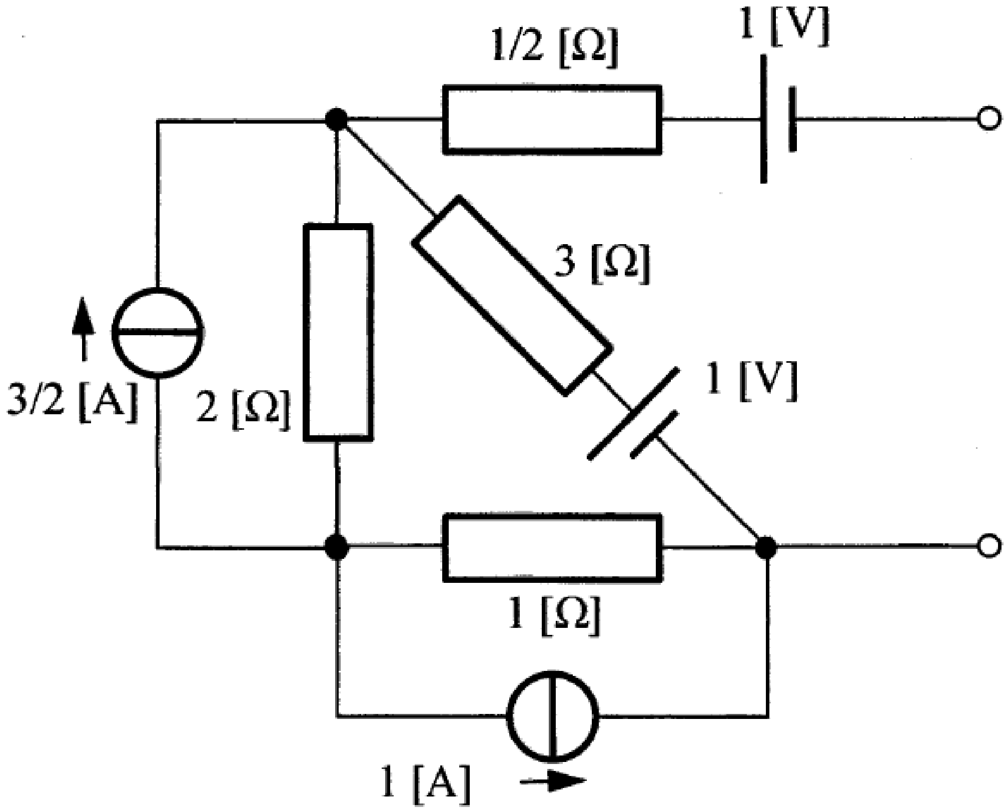
$$I_1 = \frac{\frac{E_1 r_2}{R + r_2}}{r_1 + \frac{R r_2}{R + r_2}} = \frac{E_1 r_2}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$$

$$I_2 = \frac{\frac{E_2 r_1}{R + r_1}}{r_2 + \frac{R r_1}{R + r_1}} = \frac{E_2 r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$$

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$$

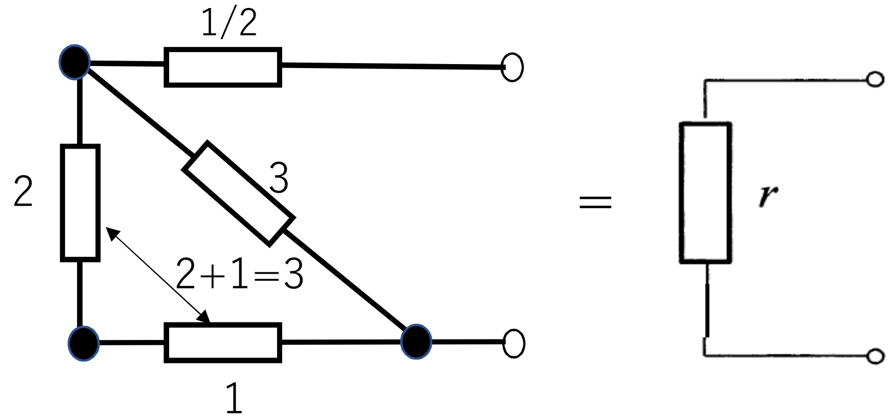
Ⅲ-8 正答②

１．等価内部抵抗ｒを求める。

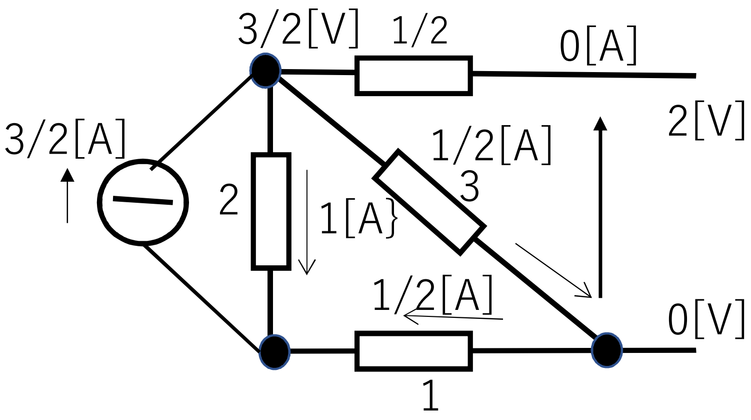


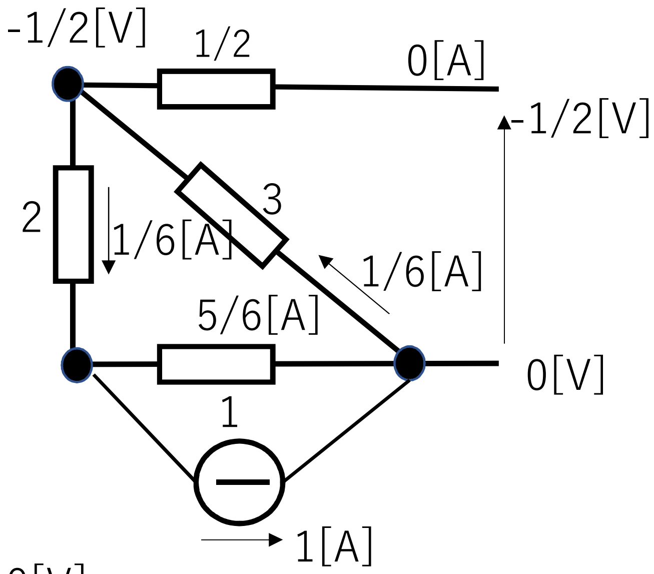
内部電流源、電圧源共に０のとき開放端子から見た内部インピーダンスｒは

$$r = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} = 2[\Omega]$$



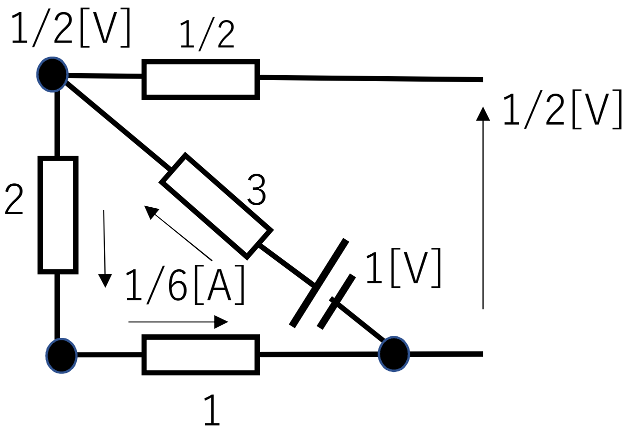
２．等価電圧源Vを求める。

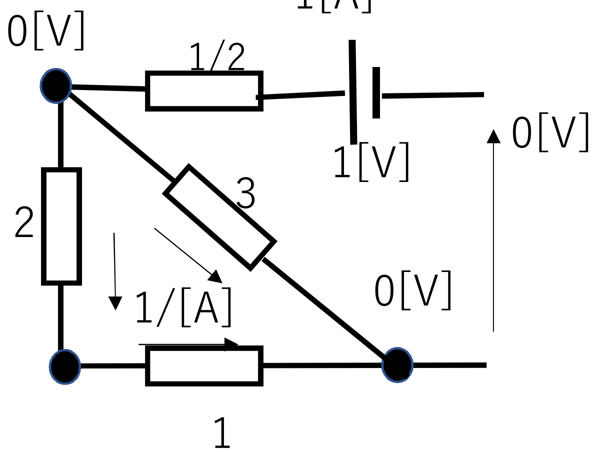


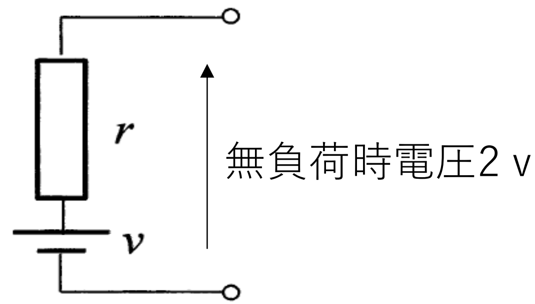


各電圧源と電流源を個別に接続し、端子の開放時の端子間電圧の合計値を求めると2[V]となる。

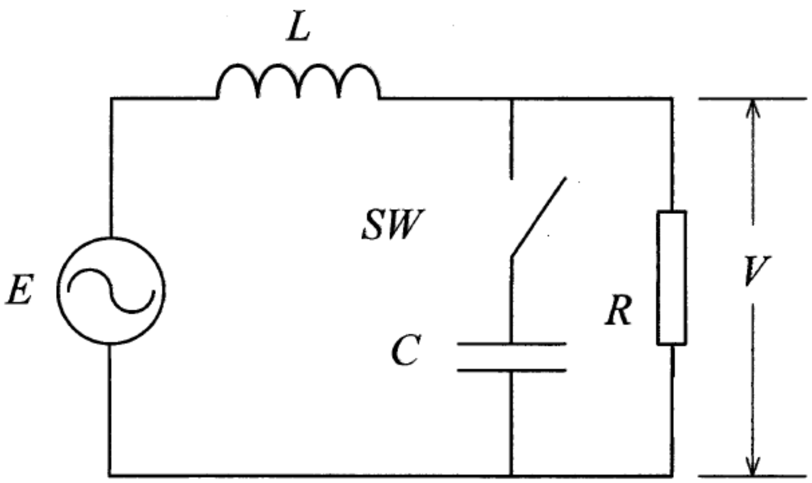
以上１，２から、r=2[Ω」、電圧源2[V]を得る。







Ⅲ-9 正答①



ア　SWが開いているときのV

$$\dot{V} = \frac{E}{R + j\omega L} \times R = \frac{R}{R + j\omega L} E$$

実効値は　$V = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} E$

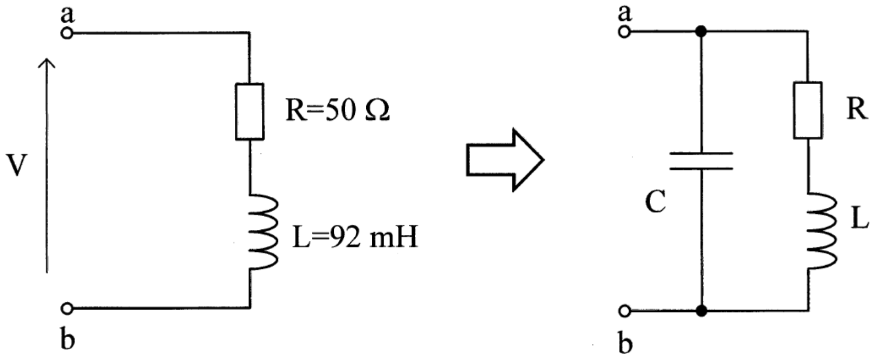
イ　SWが閉じているときの電圧は

$$\dot{V} = \frac{E}{j\omega L + \dfrac{1}{j\omega C + \dfrac{1}{R}}} \times \frac{1}{j\omega C + \dfrac{1}{R}}$$

$$= \frac{E}{1 + j\omega L(j\omega C + \dfrac{1}{R})} = \frac{E}{(1 - \omega^2 LC) + j\dfrac{\omega L}{R}}$$

実効値は、$V = \dfrac{RE}{\sqrt{R^2(1 - \omega^2 LC) + (\omega L)^2}}$

Ⅲ-10 正答③



図A　　図B

図Aにおける電流は、$I_A = \frac{V}{R+j\omega L}$,電圧は$V$、

よって、電力式は

$$S = V\overline{I_1} = \frac{V\bar{V}}{R - j\omega L} = \frac{V^2(R + j\omega L)}{R^2 + (\omega^2 L^2)} = P + jQ$$

$$R = 50, \qquad \omega L = 2\pi \times 50 \times 92 \times 10^{-3} = 28.9$$

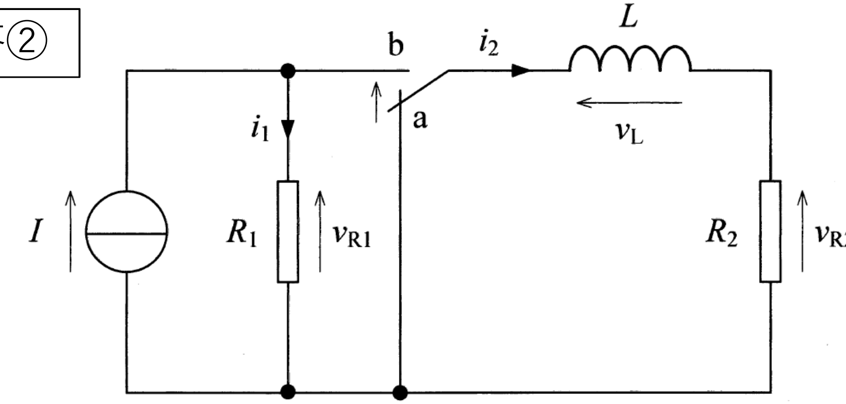
力率は、$\frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2+(\omega L)^2}} = \frac{50}{57.75} = 0.865$

Lの無効電力消費量Qと, Cの無効電力発生量が、等しくなればよいから、

$$Q = V^2\omega C = \frac{V^2(\omega L)}{R^2 + (\omega^2 L^2)}, C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$\frac{0.092}{57.75^2} = 27.6 \times 10^{-6}[\mu F]$$

Ⅲ-11 正答②



Lはｔ＝０の近くでは、電流の変化を妨げるが、直流が安定してくると、t→∞で、無抵抗、無変化になる。その時電流IはR1,R2に逆比例して分流する。Vr1とVr2は、最終的には同じになる。②と⑤とでVr1は「抵抗×電流」の次元を持つが①③④ではその逆数の次元を持つので②⑤が正しいとわかる。②と⑤の比較ではv_Lの中のεの指数部分を見ると②ではLが大きいほど時定数が小で速く収斂するので正しい。よって②が正答。

念のため微分方程式をたてラプラス変換して解くと

$$L\frac{dI_2}{dt} + R_2 I_2 = R_1 I_1, \qquad I_1 + I_2 = I\text{から}$$

$i_2 = \frac{IR_1}{R_1+R_2}\left(1 - e^{-\frac{R_1+R_2}{L}t}\right)$、$v_L = L\frac{di_2}{dt} = R_1 I e^{-\frac{R_1+R_2}{L}t}$

が得られる。

Ⅲ-12 正答①

T ＝ 0 のときCは100%に充電されているので電圧は V_0[V]になっている。これをRを介して放電すれば、V_0/Rの電流が流れる。時定数はRC[s],1/e

Ⅲ-13 正答②

Ⅲ-14 正答①

$$0.3 + (1 - 0.3) \times 0.4 = 0.58, \qquad 58\%$$

Ⅲ-15 正答⑤

損失=鉄損20+銅損60÷4=35[W]
負荷1000×0.5×0.8=400[W]
効率=400/(400+35)=0.920

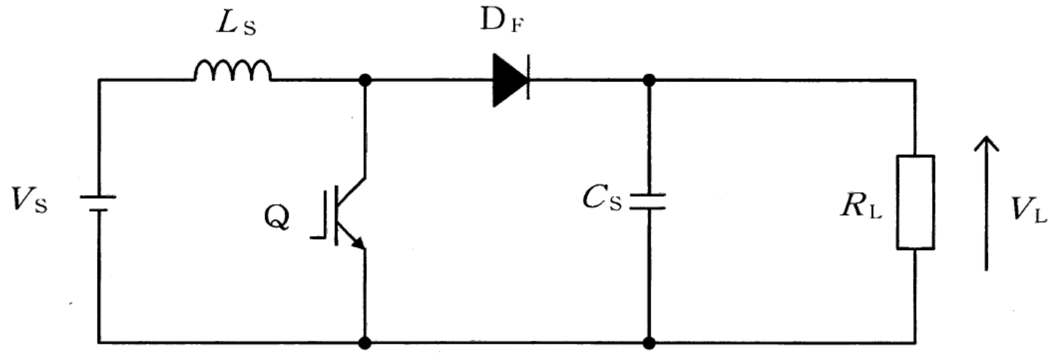
Ⅲ-18 正答④

Ⅲ-19 正答⑤

Ⅲ-16 正答⑤

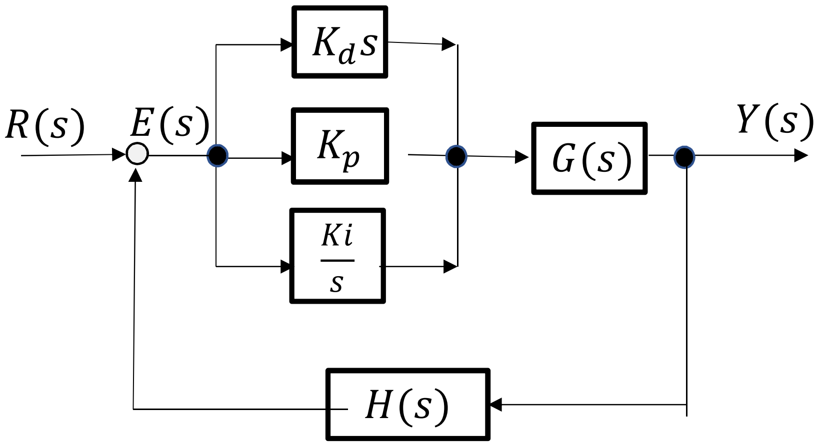
1200[min^{-1}]のとき、
I_1=10[A],界磁電流=200/25=8[A],
逆起電力∝200-0.1×(10-8)＝199.8[V].
I_2＝110[A],界磁電流=200/25=8[A],
逆起電力∝200-0.1×(110-8)＝189.8[V]
変化後の回転数
1200×189.8/199.8=1140 [min^{-1}] .

Ⅲ-17 正答⑤



周期的な定常動作が継続するためには、QがオンのときLsに蓄えられる電気が、Qがオフのとき同量放出される必要があるので、$V_S I_S T_{ON} - (V_L - V_S) I_S T_{OFF} = 0$
これから、$\frac{V_L}{V_S} = \frac{T_{ON}+T_{OFF}}{T_{ON}}$

Ⅲ-20 正答②



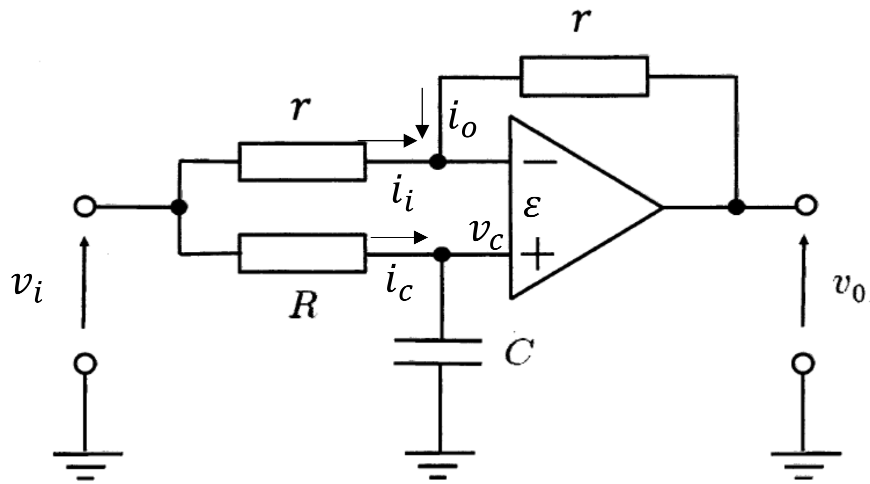
DPI制御系のモデル図例

微分制御Kds(誤差の変化傾向で予測制御)

比例制御Kp（誤差実績の値に比例した制御）

積分制御 Ki/s (ある期間の誤差の積分値で制御)

Ⅲ-21 正答②



オペアンプの特質から入力インピーダンスは∞、
出力インピーダンスは無限小。

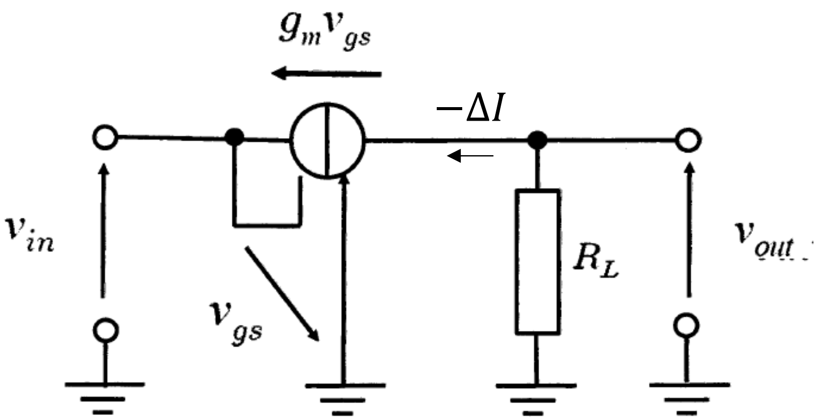
$$i_0 + i_i = 0, v_c = \frac{\frac{v_i}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{v_i}{1 + sCR}$$

$$v_0 = v_c + i_0 r, \qquad v_i = v_c + i_i r$$

$$\frac{v_0}{v_i} = \frac{v_C + i_0 r}{v_C + i_i r} = \frac{1 - sCR}{1 + sCR} = \frac{1 - j\omega CR}{1 + j\omega CR}$$

$\left|\frac{v_0}{v_i}\right| = \frac{\sqrt{1+(\omega CR)^2}}{\sqrt{1+(\omega CR)^2}}$=1⋯..オールパス回路

Ⅲ-22 正答①



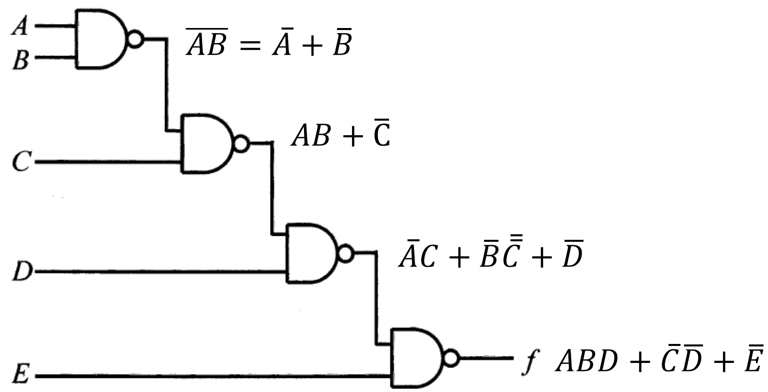
暫定

$$\Delta v_{out} = -R_L \Delta I$$

$$\Delta I = g_m \Delta v_{gs} = -g_m \Delta v_{in}$$

$$\frac{\Delta v_{out}}{\Delta v_{in}} = \frac{-R_L \Delta I}{-\Delta I / g_m} = g_m R_L$$

Ⅲ-23 正答④



Ⅲ-24 正答②

カルノーマップで検討する。

BC \ A	00	01	11	10
0		1	1	
1			1	1

$\bar{A}C$

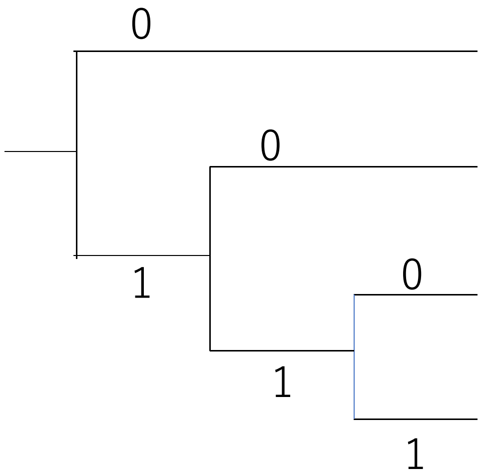
は省略可

AB

$$AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C$$

Ⅲ-25 正答④

ハフマン符号化を実行してみると、下記のとおり。



確率	符号	符号長	期待値
S_1(0.4)	0	1	0.4
S_2(0.3)	10	2	0.6
S_3(0.2)	110	3	0.6
S_4(0.1)	111	3	0.3

平均符号長1.9

Ⅲ-26 正答⑤

エントロピーの定義により、$-\sum_{i=1}^{M} p_1 \log_2 p_i$,

最大値は全確率が等しいときで$\log_2 M$

以下略

Ⅲ-27 正答②

Ⅲ-28 正答④

Ⅲ-29 正答⑤

Ⅲ-30 正答⑤

Ⅲ-31 正答④

Ⅲ-32 正答③

Ⅲ-33 正答②

Ⅲ-34 正答③

Ⅲ-35 正答②