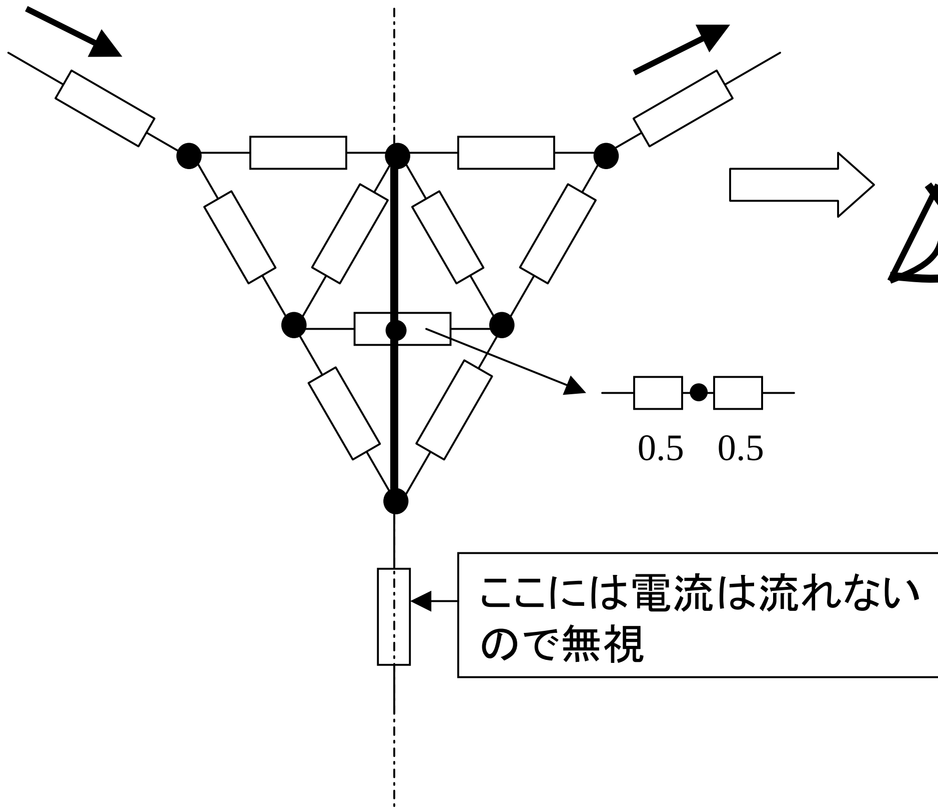
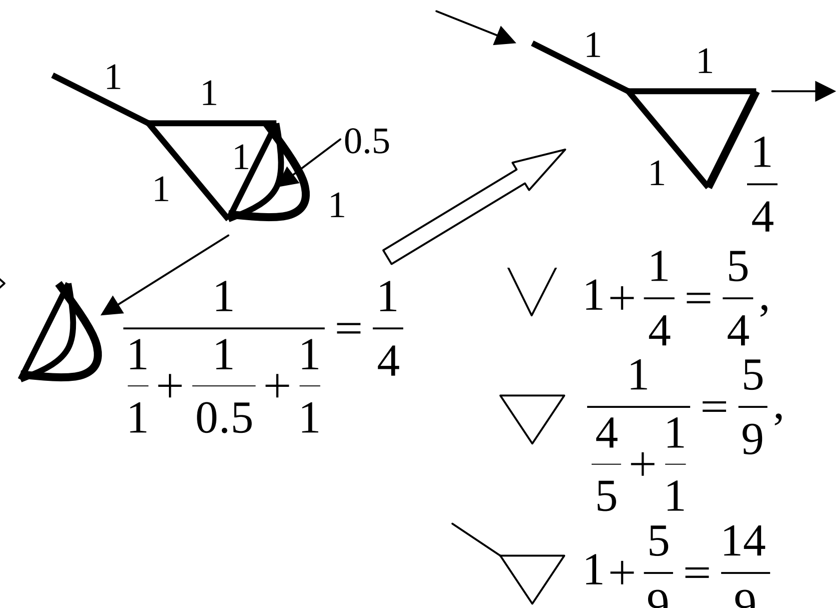
18年度一次電気電子

IV-1、④

太線の部分は左右対称の中心で同電位なので結んでも電流分布は変らない。
技術士応用編（電磁気、交流理論）「合成抵抗計算」参照



左半分



$$\frac{1}{\frac{1}{1}+\frac{1}{0.5}+\frac{1}{1}}=\frac{1}{4}$$

$$1+\frac{1}{4}=\frac{5}{4},$$

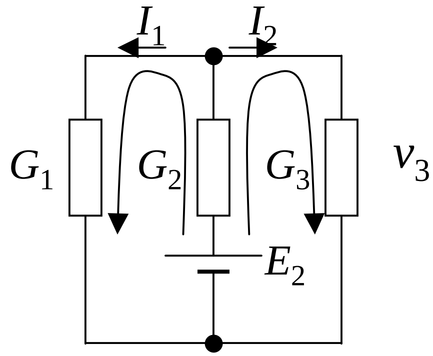
$$\frac{1}{\frac{4}{5}+\frac{1}{1}}=\frac{5}{9},$$

$$1+\frac{5}{9}=\frac{14}{9}$$

右半分を加えて、$\frac{14}{9}\times 2=\frac{28}{9}$

IV-2、④

回路方程式を立てて解く



$$E_2=\frac{I_1}{G_1}+\frac{I_1+I_2}{G_2}=\left(\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}\right)I_1+\frac{1}{G_2}I_2\cdots①$$

$$E_2=\frac{I_1+I_2}{G_2}+\frac{I_2}{G_3}=\frac{1}{G_2}I_1+\left(\frac{1}{G_2}+\frac{1}{G_3}\right)I_2\cdots②$$

①−② $0=\frac{1}{G_1}I_1-\frac{1}{G_3}I_2\rightarrow I_1=\frac{G_1}{G_3}I_2\cdots③$

③を①に代入

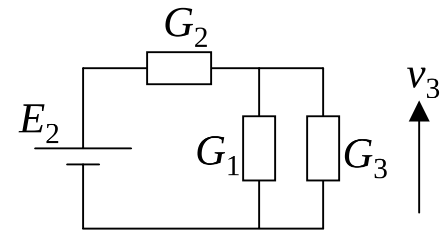
$$E_2=\left\{\left(\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}\right)\frac{G_1}{G_3}+\frac{1}{G_2}\right\}I_2$$

$$v_3=\frac{I_2}{G_3}=\frac{E_2}{\left\{\left(\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}\right)\frac{G_1}{G_3}+\frac{1}{G_2}\right\}G_3}$$

$$=\frac{E_2}{1+\frac{G_1}{G_2}+\frac{G_3}{G_2}}=\frac{G_2E_2}{G_1+G_2+G_3}$$

別解

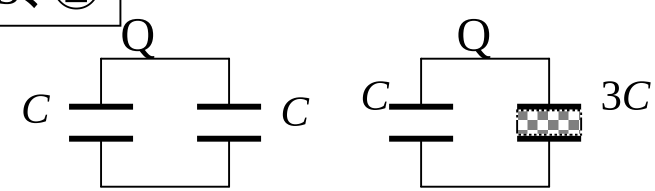
図を書き直す



$$\frac{v_3}{E_2}=\frac{\frac{1}{G_1+G_3}}{\frac{1}{G_2}+\frac{1}{G_1+G_3}}=\frac{G_2}{G_1+G_2+G_3}$$

$$\therefore v_3=\frac{G_2E_2}{G_1+G_2+G_3}$$

IV-3、②



電荷は不変なので、

$Q=2CV\rightarrow Q=4CV'$

$\therefore V'=\frac{V}{2}$

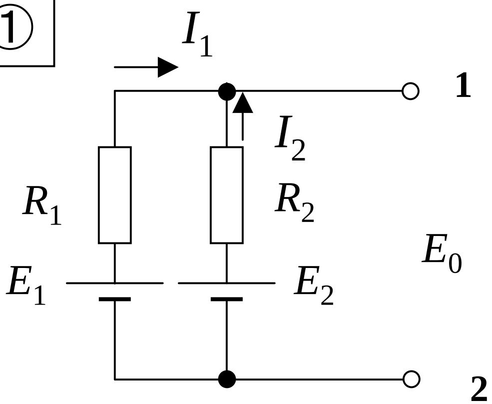
エネルギーは、

$$\frac{1}{2}CV'^2+\frac{1}{2}(3C)V'^2=2CV'^2=2C\left(\frac{V}{2}\right)^2=\frac{1}{2}CV^2$$

IV-4、①

v_1 の部分を起電力 E の場合の符号に書き換えると,電力の発生、消費は常に等しいので $Ei_1 = v_2 i_2 + v_3 i_3 + v_4 i_4$ が成り立つ。この式で $E = -v_1$ と書き換えて、移項すれば、
$0 = v_1 I_1 + v_2 i_2 + v_3 i_3 + v_4 i_4 \therefore P = 0$

IV-5、①

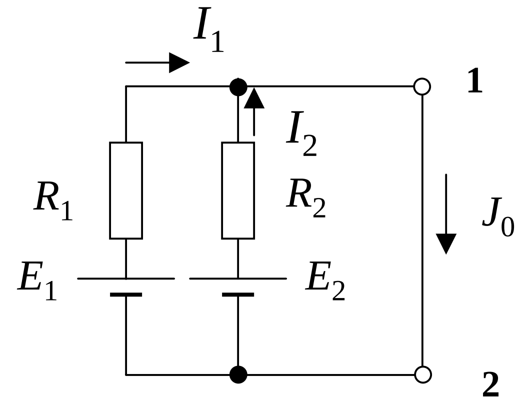


$E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2 \cdots$①
$I_1 + I_2 = 0 \qquad \cdots\cdots\cdots$②
②から、$I_2 = -I_1$ を得て、①に代入し、
$E_0 = E_1 - I_1 R_1 = E_2 + I_1 R_2 \cdots$③

$$I_1 = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_0 = E_1 - I_1 R_1 = \frac{(R_1 + R_2)E_1 - R_1(E_1 - E_2)}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{R_2 E_1 + R_1 E_2}{R_1 + R_2}$$



$E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2 = 0 \cdots$④
$I_1 + I_2 = J_0 \qquad \cdots\cdots\cdots$⑤
④から,

$I_1 = \dfrac{E_1}{R_1},\ I_2 = \dfrac{E_2}{R_2}$, ⑤に代入して、

$$J_0 = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} = \frac{R_2 E_1 + R_1 E_2}{R_1 R_2}$$

IV-6、③

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} \sin t = \frac{1}{2\pi}\left[-\cos t\right]_0^{\pi} = \frac{-1}{2\pi}\left[\cos\pi - \cos 0\right]$$

$$= \frac{1}{\pi} \approx 0.318\cdots$$

IV-7、①

合成実効値 $= \sqrt{実効値の二乗の和}$

から、

$$V = \sqrt{\left(\frac{141}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{47}{\sqrt{2}}\right)^2} = 105.095\cdots$$

IV-8、③

ダイオードがないときの端子電圧は、

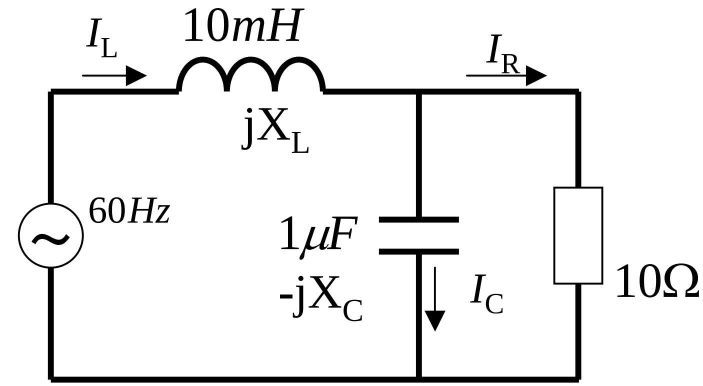
$3\times\dfrac{1.4}{1+1.4} = 1.75 > 0.7[V]$ なのでダイオードは通電状態になる。このとき、

端子電圧は$0.7[V]$、$1.4k\Omega$を流れる電流は、$0.7/1.4 = 0.5[mA]$

$1k\Omega$ を流れる電流は、$(3-0.7)/1 = 2.3[mA]$

$\therefore$ダイオードの電流は、$2.3-0.5 = 1.8[mA]$

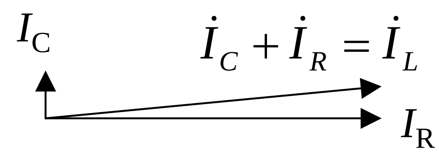
IV-9、⑤



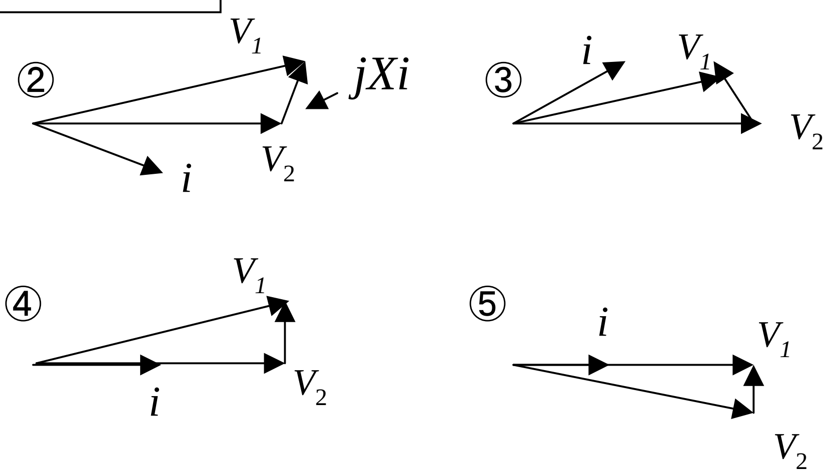
$$X_L = 2\pi\times 60\times 10\times 10^{-3} = 3.77[\Omega]$$

$$X_C = 1/\left(2\pi\times 60\times 1\times 10^{-6}\right) = 2652.6[\Omega]$$

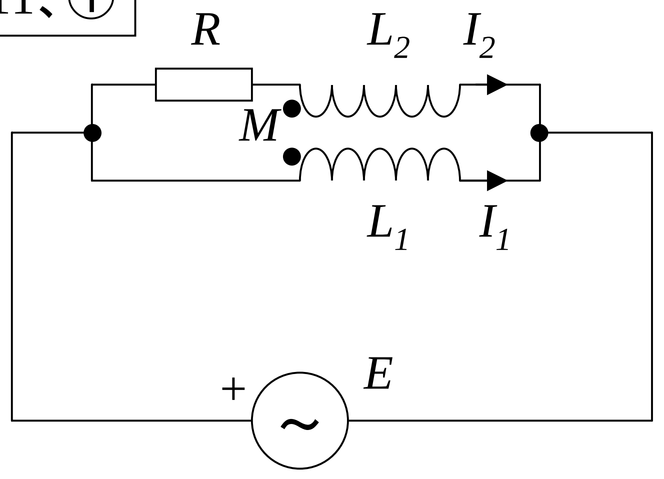
$$\dot{I}_C + \dot{I}_R = \dot{I}_L$$



IV-10、⑤



IV-11、①



回路方程式を立てる。

$E = j\omega L_1 \dot{I}_1 + j\omega M \dot{I}_2 \cdots\cdots ①$

$E = j\omega M \dot{I}_1 + (R + j\omega L_2)\dot{I}_2 \cdots ②$

①②式の差をとり整理すると、

$j\omega(L_1 - M)\dot{I}_1 = \{R + j\omega(L_2 - M)\}\dot{I}_2$

$\therefore \dot{I}_1 = \dfrac{R + j\omega(L_2 - M)}{j\omega(L_1 - M)}\dot{I}_2$

①式に代入

$$E = j\omega L_1 \dot{I}_1 + j\omega M \dot{I}_2$$

$$= \left[\frac{j\omega L_1\{R + j\omega(L_2 - M)\}}{j\omega(L_1 - M)} + j\omega M\right]\dot{I}_2$$

$$= \left[\frac{L_1\{R + j\omega(L_2 - M)\}}{(L_1 - M)} + j\omega M\right]\dot{I}_2$$

$$= \frac{L_1\{R + j\omega(L_2 - M)\} + j\omega M(L_1 - M)}{L_1 - M}\dot{I}_2$$

$$= \frac{L_1 R + j\omega\{L_1(L_2 - M) + M(L_1 - M)\}}{L_1 - M}\dot{I}_2$$

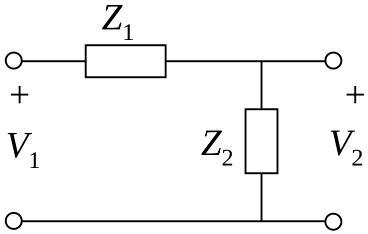
$$= \frac{L_1 R + j\omega\{L_1 L_2 - M^2\}}{L_1 - M}\dot{I}_2$$

$$= \frac{L_1 R}{L_1 - M}\dot{I}_2$$

$$\therefore E = \frac{L_1 R}{L_1 - M}\dot{I}_2,\ L_1 - M > 0, K = \frac{L_1 R}{L_1 - M}$$

と書けば、K はスカラーで正の数である。これから、$E = K\dot{I}_2$ で、E と $\dot{I}_2$ とが同位相であることが分かる。

IV-12、⑤



$$H(j\omega)=\left.\frac{V_2}{V_1}\right|_{I_2=0}=\frac{Z_2}{Z_1+Z_2}$$

$$1)\left|H(j\omega)\right|=\left|\frac{R}{j\omega L+R}\right|=\frac{1}{\sqrt{1+(\omega L/R)^2}}$$

$$\lim_{\omega\to 0}\left|H(j\omega)\right|=1,\ \lim_{\omega\to\infty}\left|H(j\omega)\right|=0\cdots(\text{ア})$$

$$2)\left|H(j\omega)\right|=\left|\frac{R}{1/j\omega C+R}\right|=\frac{\omega CR}{\sqrt{1+(\omega CR)^2}}$$

$$\lim_{\omega\to 0}\left|H(j\omega)\right|=0,\ \lim_{\omega\to\infty}\left|H(j\omega)\right|=1\cdots(\text{イ})$$

$$3)\left|H(j\omega)\right|=\left|\frac{j\omega L}{j\omega L+R}\right|=\frac{\omega L/R}{\sqrt{(\omega L/R)^2+1}}$$

$$\lim_{\omega\to 0}\left|H(j\omega)\right|=0,\ \lim_{\omega\to\infty}\left|H(j\omega)\right|=1\cdots(\text{イ})$$

$$4)\left|H(j\omega)\right|=\left|\frac{1/j\omega C}{R+1/j\omega C}\right|=\frac{1}{\sqrt{(\omega CR)^2+1}}$$

$$\lim_{\omega\to 0}\left|H(j\omega)\right|=1,\ \lim_{\omega\to\infty}\left|H(j\omega)\right|=0\cdots(\text{ア})$$

IV-13、⑤

$$f(t)\Leftrightarrow F(\omega),\quad \cos\omega_0 t=\frac{e^{i\omega_0 t}+e^{-i\omega_0 t}}{2}$$

フーリエ変換の移動則により、

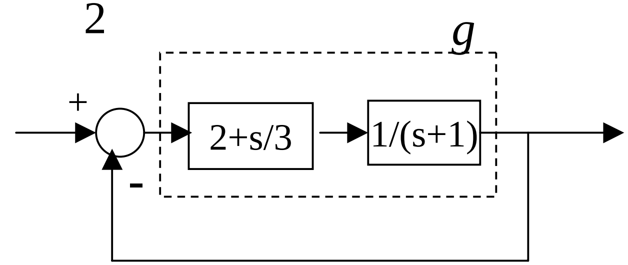
$$f(t)e^{\mp i\omega_0 t}\Leftrightarrow F(\omega\pm\omega_0)$$

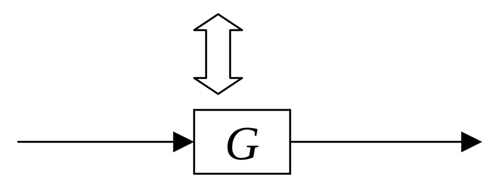
$$f(t)\cos\omega_0 t=f(t)\frac{e^{i\omega_0 t}+e^{-i\omega_0 t}}{2}$$

$$=\frac{f(t)e^{i\omega_0 t}+f(t)e^{-i\omega_0 t}}{2}\quad(\text{線形則})、$$

$$\Leftrightarrow\frac{F(\omega-\omega_0)+F(\omega+\omega_0)}{2}$$

IV-14、①





$\boxed{g}$

$$g=(2+3/s)/(s+1)$$
$$=(2s+3)/s(s+1)$$

$$G=\frac{g}{1+g}=\frac{(2s+3)/s(s+1)}{1+(2s+3)/s(s+1)}=\frac{2s+3}{s^2+3s+3}$$

単位ステップ入力に対する出力 Y は

$$Y = G\frac{1}{s} = \frac{2s+3}{s^2+3s+3}\frac{1}{s}$$

ア) $t \to \infty$ における出力は、$\lim_{s\to 0} sY = \dfrac{3}{3} = 1$

イ) $\left|G(j\omega)\right| = \left|\dfrac{2j\omega+3}{-\omega^2+3j\omega+3}\right| = \sqrt{\dfrac{4\omega^2+9}{(3-\omega^2)^2-9\omega^2}}$

$\lim_{\omega\to 0}\left|G(j\omega)\right| = 1 \cdots$ ゲインは、$10\log|G| = 0\ dB$

IV-15、⑤

ただし、交流電力系統では、負荷端の短絡電流は短絡前のその点の電圧が定格値あるいは基準値のときの値を言うので、それに従い、負荷側電圧を一定になるように調整すると、コンデンサ使用時には、負荷側電圧が上昇するので、これをコンデンサ不使用時と同じに戻すためには電源電圧を下げる必要があり、この結果、短絡電流は減少するため④も誤りとなる。
この減少分は丁度この電圧でコンデンサに流れる電流に相当する。

IV-16、③

上池に蓄えられるエネルギーは、

$$mgh = (0.2\times10^6\times10\times10^3)\times9.8\times\{(145+155)/2\}$$
$$= 2.94\times10^{12}[J]$$

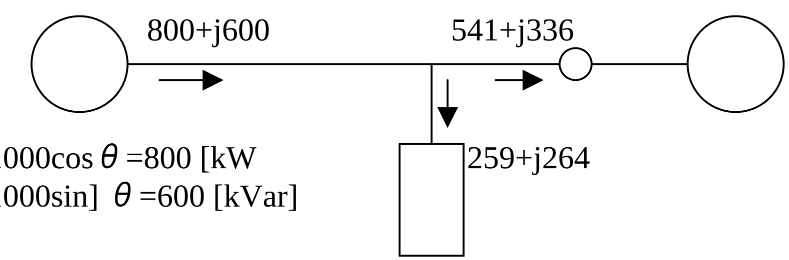
これが、x 時間の発電に見合うとすれば、

$$mgh = P[W]x[h]\times60[m/h]\times60[s/m]$$
$$x = mgh/(3600P)$$
$$= \frac{2.94\times10^{12}}{3600\times400000\times10^3} = \frac{2.94}{3.6\times0.4} = 2.04\cdots$$

IV-17、④

IV-18、②

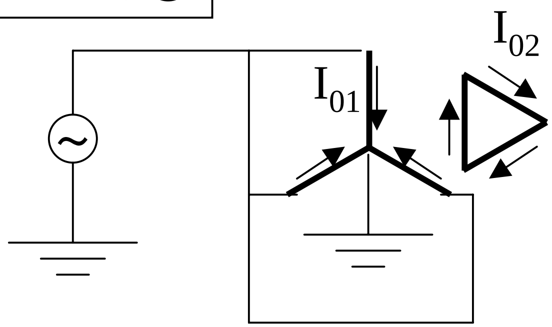
370cosϕ =370×0.7=259 [kW]
370sinϕ =370×0.714=264 [kVar]



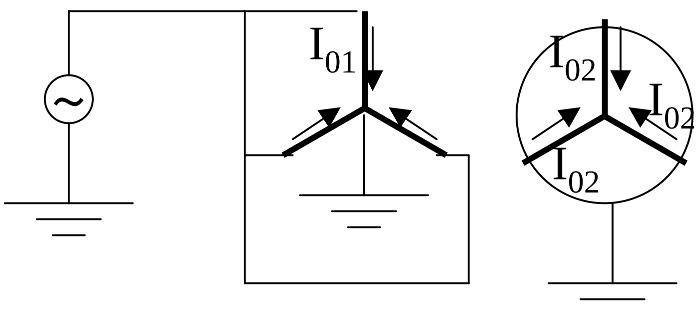
1000cosθ =800 [kW
1000sin] θ =600 [kVar]

$$力率 = \frac{541}{\sqrt{541^2+336^2}} = \frac{541}{636.8} = 0.849\cdots$$

IV-19、③



一次側の各端子と大地間に同一電圧を加えると、二次側は巻線内を環流するので、一次側から見たリアクタンスはX_Tである。



一次側の各端子と大地間に同一電圧を加えても、二次側は中性点が非接地なので、電流が流れることができない
すなわち、$I_{02}=0,\ I_{01}=0$で一次側から見たリアクタンスは無限大である。

IV-20、①

②③④⑤は正しい。
①のフリッカは、電炉などの変動負荷による電圧変動に基づく照明の「ちらつき」をいう。
(flicker: 灯などのちらつき)

IV-21、①

②③④⑤は正しい。
①ではゲート順電流が増加すると、ブレークオーバー電圧が減少する。

IV-22、④

①②③⑤は正しい。
④の高速機は遠心力が大きいので、非凸極機とする。低速機が凸極機である。

IV-23、②

$$i_\alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}\left(i_a - \frac{1}{2}i_b - \frac{1}{2}i_c\right)$$

$$\sin\left(\omega t - \frac{4}{3}\pi\right) = \sin\left(\omega t - \frac{4}{3}\pi + 2\pi\right) = \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right)$$

$$\therefore i_\alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}I\left\{\sin\omega t - \frac{\sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) + \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right)}{2}\right\}$$

$$= \sqrt{\frac{2}{3}}I\left(\sin\omega t - \sin\omega t\cos\frac{2}{3}\pi\right)$$

$$= \sqrt{\frac{2}{3}}I\left\{\sin\omega t - \sin\omega t\left(-\frac{1}{2}\right)\right\}$$

$$= \sqrt{\frac{2}{3}}I\,\frac{3}{2}\sin\omega t = \underline{\sqrt{\frac{3}{2}}I\sin\omega t}$$

$$i_\beta = \sqrt{\frac{2}{3}}\,\frac{\sqrt{3}}{2}\left\{\sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) - \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right)\right\}$$

$$= \sqrt{\frac{2}{3}}\,\frac{\sqrt{3}}{2}\left(-2\cos\omega t\sin\frac{2}{3}\pi\right) = \underline{-\sqrt{\frac{3}{2}}I\cos\omega t}$$

IV-24、④

回路方程式は、

$E = V_1 + i_1R + (i_1 - i_2)R = V_1 + 2i_1R - i_2R$

$E = V_2 - (i_1 - i_2)R + i_2R = V_2 - i_1R + 2i_2R$

これから、

$V_1 = E - 2i_1R + i_2R,\ \ V_2 = E + i_1R - 2i_2R$

① $2i^2R : (2i)^2(2R) = 1:4$で正しい。

②③は正しい。

④は図で下側の負荷端 で短絡すると

上式から、$V_2 = 0$として、

$i_2 = (E + i_1R)/(2R) = E/(2R) + i_1/2$

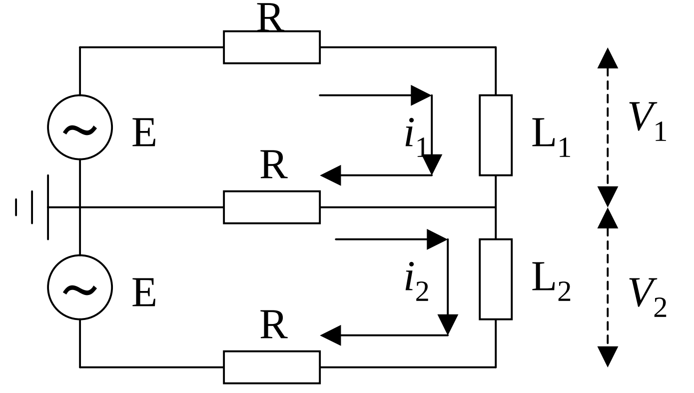
$V_1 = E - 2i_1R + i_2R = E - 2i_1R + E/2 + i_1R/2$

$\quad = \frac{3}{2}E - \frac{3}{2}i_1R$

で、$i_1 = 0$ のとき、最大値$1.5E = 150[V]$

⑤中性線がないとき、 上側が無負荷、

下側で短絡しとき、上 側電圧は200[V]



IV-25、②

②以外にない

IV-26、②

ベース・エミッター回路の方程式は、
$3.5-0.7=\left(I_{BE}+I_C\right)\times 2[k\Omega]$
$I_{BE}+I_C \approx I_C = 2.8/2 = 1.4[mA]$

IV-27、④

入力端子間の電圧は 0, 入力インピーダンスは大きく入力電流 = 0 とみなせるので、

$$v_o \times \frac{R_1}{R_1+R_2} = v_i \rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_1+R_2}{R_1}$$

IV-28、③

Z変換の線形則により、
$af(n) \Leftrightarrow aF(z)$
推移則により、
$f(n-L) \Leftrightarrow z^{-L}F(z)$

IV-29、②

下図で 1 の点では、$\overline{X\cdot Y} = \overline{X}+\overline{Y}$

2の点では、$\overline{\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)\cdot X} = \overline{\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)} + \overline{X} = \left(X\cdot Y\right)+\overline{X}$

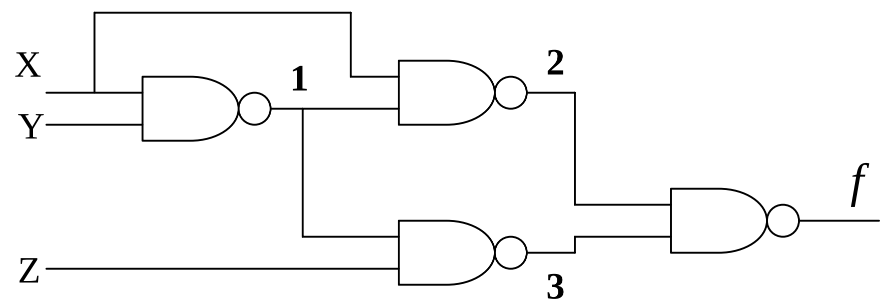
3の点では、$\overline{\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)\cdot Z} = \overline{\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)} + \overline{Z} = \left(X\cdot Y\right)+\overline{Z}$

f では、

$$\overline{\overline{\left\{\left(X\cdot Y\right)+\overline{X}\right\}}\cdot\overline{\left\{\left(X\cdot Y\right)+\overline{Z}\right\}}}$$

$$=\overline{\left\{\left(X\cdot Y\right)+\overline{X}\right\}}+\overline{\left\{\left(X\cdot Y\right)+\overline{Z}\right\}}$$

$$=\overline{\left(X\cdot Y\right)}\cdot X+\overline{\left(X\cdot Y\right)}\cdot Z$$
$$=\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)\cdot X+\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)\cdot Z$$
$$=\overline{X}\cdot X+\overline{Y}\cdot X+\overline{X}\cdot Z+\overline{Y}\cdot Z$$
$$=\overline{Y}\cdot X+\overline{X}\cdot Z+\overline{Y}\cdot Z,\ \because\ \overline{X}\cdot X=0$$



IV-30、④

ア) 送信情報源のエントロピーは、

$$-\xi\log\xi-(1-\xi)\log(1-\xi)$$

イ) 散布度は、x_1, x_2 のいずれに対しても

$$-p\log p-(1-p)\log(1-p)$$

ウ) 伝送される正味の情報量は、

$$1-\xi\times x_1\text{の散布度}-(1-\xi)\times x_2\text{の散布度}$$

$$=1-\text{散布度}$$

$$=1+p\log p+(1-p)\log(1-p)$$

IV-31、③

ICMP: Internet Control Message Protocol
 TCP/IP のパケット転送のエラー報告用
IP: Internet Protocol
 ネットワーク層ネットワークプロトコル
UDP: User Datagram Protocol
 トランスポート層コネクションレス型
TCP: Transmission Control Protocol
 トランスポート層コネクション型
ARP: Address Resolution Protocol
 IPアドレスをMACアドレスに変換

IV-32、⑤

①正しい。下図参照
②正しい。
③正しい。下図参照
④正しい。
⑤コネクション両端間で再送による誤り訂正を行う。×

ATMセルは、技術士応用　ネットワーク1　p.6参照

AAL(アダプテーション層)　の構造

AALタイプ	AAL1,AAL2		AAL3/4,AAL5	
送受間タイミング	あり		なし	
ビット速度	固定	可変		
接続モード	コネクション型			コネクションレス型
サービス例	電話	ビデオ	データ	データ

各層の位置づけ

OSI参照モデル	ATMプロトコル
データリンク層	AAL
物理層	ATM層
	物理層

IV-33、①

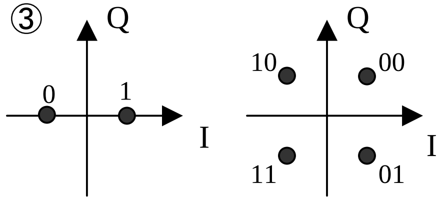
①MSKは同期検波が可能
②正しい。
③正しい。
④正しい。
⑤正しい。

①同期検波　受信側で搬送波を再生して受信PSK信号と掛け合わせ低周波成分をLPFで取り出す。
遅延検波　１シンボル前の受信PSK信号を基準波とみなして検波。送信側で差動符号化が必要

②グレイコード
数値1の増減、or 隣り合う信号間で　1ビットだけ変化

数	2進コード	Gray code
0	0 0 0 0	0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 1
2	0 0 1 0	0 0 1 1
3	0 0 1 1	0 0 1 0
4	0 1 0 0	0 1 1 0
5	0 1 0 1	0 1 1 1
6	0 1 1 0	0 1 0 1
7	0 1 1 1	0 1 0 0
8	1 0 0 0	1 1 0 0
9	1 0 0 1	1 1 0 1
10	1 0 1 0	1 1 1 1

③



BPSK　QPSK

⑤差動変換　:情報が 0 なら送信符号を変えない。
情報が 1 なら送信符号を逆転させる。

例	元の情報	1 0 1 1 0 1 1 0
	差動符号	1 1 0 1 1 0 1 1

IV-34、③

①正しい。
②周波数分割多重であり正しい。
③直交条件はサブキャリア間隔と、シンボル長の積が1となることである（下記）。×
④正しい。
⑤正しい。

k 番目のサブキャリア周波数を f_k とすれば、

$$f_k = f_0 + \frac{k}{t_s},\ f_0 : \text{最低周波数}、t_s = \text{有効シンボル長}$$

これから、$\Delta f = f_{k+1} - f_k = \dfrac{1}{t_s}$

IV-35、④

①正しい。
②正しい。
③正しい。
④光ファイバーでも変調により利用可能×
⑤正しい。

なお、ディジタル変復調、各種符号方式については、技術士応用編（情報通信）「ディジタル変復調の概要」参照