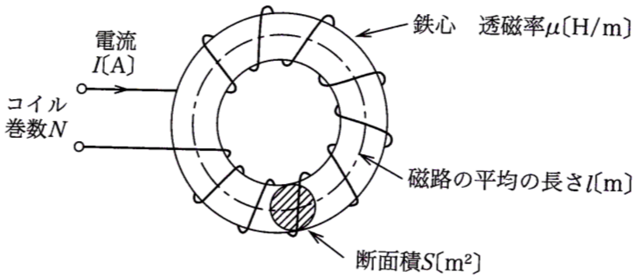
# 理論




磁束 $\phi = \dfrac{\text{起磁力}\ NI}{\text{磁気抵抗}\ R_m}$

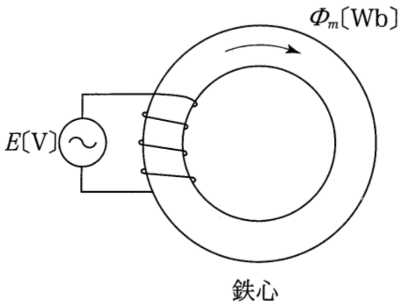
$$R_m = \frac{l}{S\mu}$$

自己インダクタンス $L = \dfrac{N\phi}{I}$

ということは

$$L = \frac{S\mu N^2}{l} = \frac{N^2}{R_m}$$

---

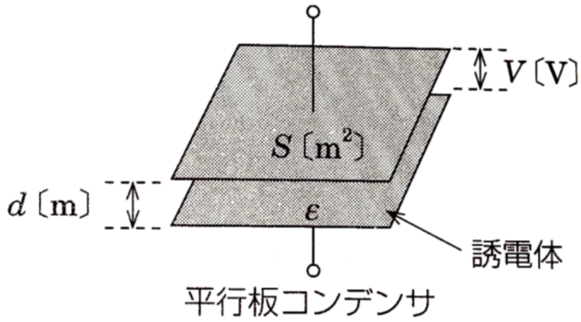



最大磁束　$\Phi_m$〔Wb〕

磁束 $\phi = \Phi_m \cos \omega t$

$E = \Phi_m \omega$

---




面積 $S$，電極間距離 $d$，電界 $E$，

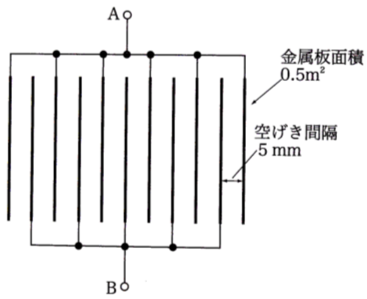
静電容量 $C$，誘電率 $\varepsilon$

静電エネルギー $W = \dfrac{CV^2}{2}$

$C = \dfrac{\varepsilon S}{d}$

$V = Ed$

誘電体の体積 $= Sd$




←コンデンサの***並列***回路

熱電子の運動エネルギー $W =$ 1個の電子のもつ電荷 $e \times V$〔J〕

コンデンサの直列接続

$Q = C_1V_1 = C_2V_2$〔C〕（各コンデンサの電荷は等しい）

$C = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$〔F〕

コンデンサの並列接続

$Q_1 = C_1V$〔C〕

$Q_2 = C_2V$〔C〕（各コンデンサの電圧は等しい）

$Q = Q_1 + Q_2$〔C〕

$C = C_1 + C_2$〔F〕

太陽電池
太陽光エネルギーがpn接合部に照射されると、
***空乏層領域***で電子と正孔が生成される
***電子はn形層***、***正孔はp形層***

光(エネルギー)で起電力が生じる***光起電力効果***

---

異なる金属に温度差を与えると***熱起電力***が発生する
***ゼーベック効果***(熱電対)
逆に電流を流すと温度差を生じる
***ペルチェ効果***(冷凍)

ボルツマンの法則　全放射エネルギーが絶対温度の***4乗***に比例する

ヒートポンプは低温から高温へ熱が移動する

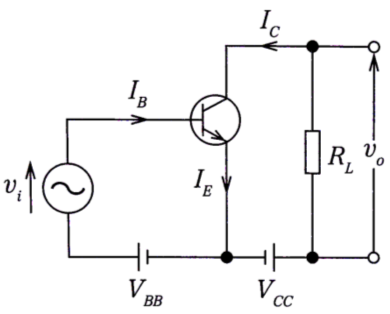
---

シリコン(Si)は***4価***の真性半導体
***p形アクセプタ***　***3価***のホウ素B、***インジウムIn***、アルミ、カリウムGa
***n形ドナー***　***5価***の窒素N、***リンP***、ヒ素As、アンチモンSb

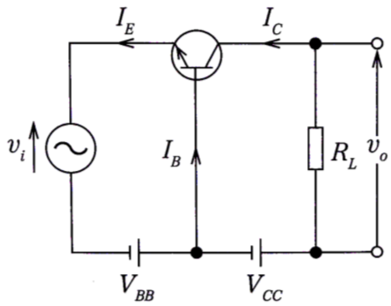
---

可変容量ダイオード　　pn接合に***逆方向***電圧
定電圧ダイオード　　pn接合に***逆方向***電圧
レーザダイオード　　pn接合に***順方向***電圧

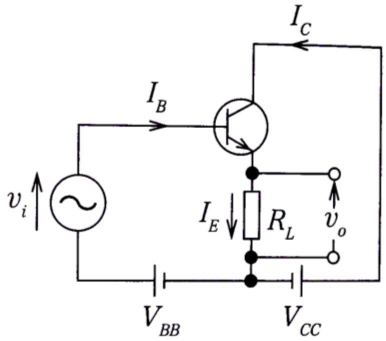
---




エミッタ接地

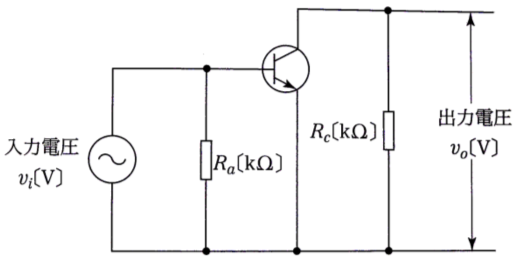



ベース接地




コレクタ接地(エミッタホロワ)

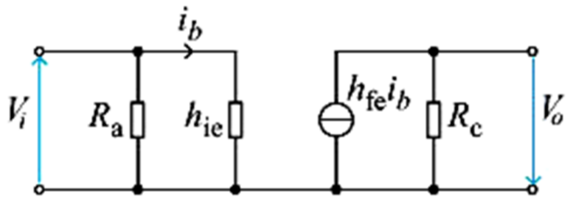
| | エミッタ接地 | ベース接地 | コレクタ接地 |
|---|---|---|---|
| 電圧利得 | 大 | 中 | 1 |
| 電流利得 | 大 | 1 | 大 |
| 電力利得 | 大 | 中 | 小 |
| 入力Ω | 中 | 数十～数百Ω | 数十kΩ以上 |
| 出力Ω | 中 | $R_L$ | 数十～数百Ω |
| 入出力の位相 | 逆相 | 同相 | 同相 |
| 周波数特性 | 悪い | 良い | 良い |



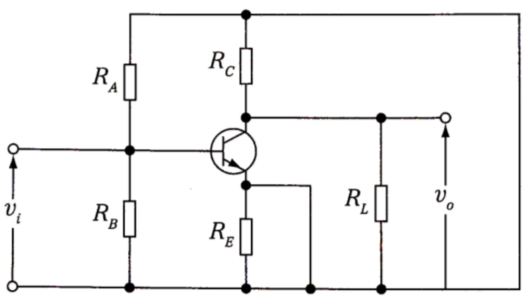

$$V_i = h_{ie} i_b$$
$$V_o = R_c h_{fe} i_b$$

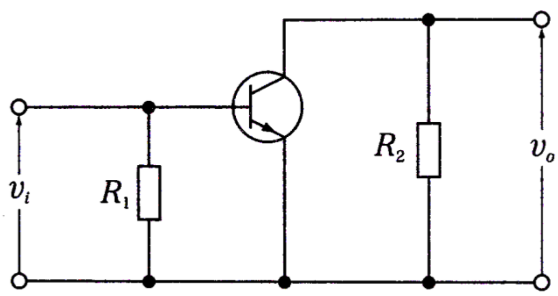
入力 $\Omega = h_{fe} R_c$

出力 $\Omega = \dfrac{BE\text{間抵抗}\ h_{ie}}{\text{電流増幅率}\ h_{fe}}$

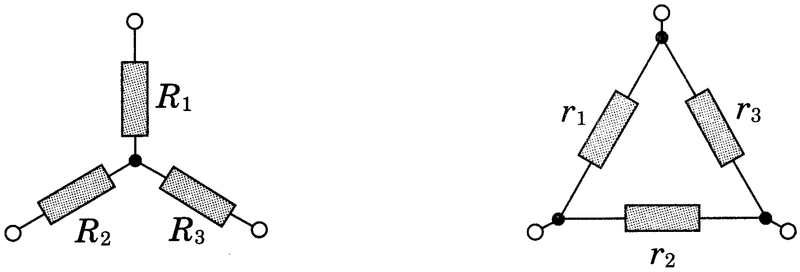



電圧利得 $= 20 \log \dfrac{V_o}{V_i}$〔dB〕




$$R_1 = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}、R_2 = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L}$$




【$\mathrm{Y} \to \Delta$変換】

$$r_1 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}, r_2 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1}, r_3 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_2}$$

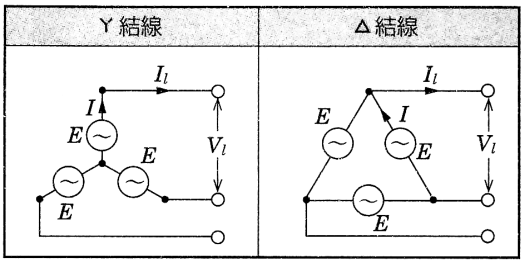
【$\Delta \to \mathrm{Y}$変換】

$$R_1 = \frac{r_1r_3}{r_1 + r_2 + r_3}, R_2 = \frac{r_1r_2}{r_1 + r_2 + r_3}, R_3 = \frac{r_2r_3}{r_1 + r_2 + r_3}$$

$$r = 3R$$

※コンデンサの場合は抵抗と逆になる

---

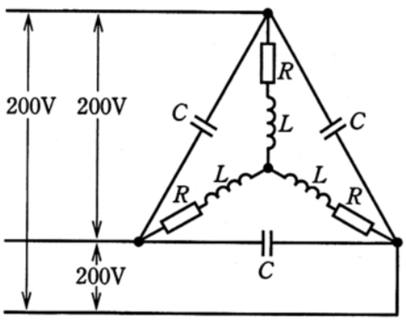


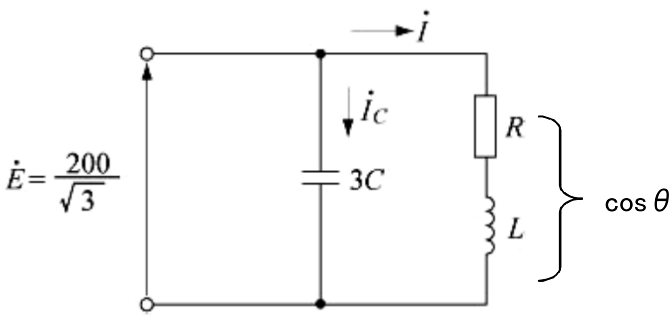

| 結線 | Y結線 | Δ結線 |
|---|---|---|
| 線間電圧 | $V_l = \sqrt{3}E$ | $V_l = E$ |
| 線電流 | $I_l = I$ | $I_l = \sqrt{3}I$ |

＊Y結線では，線間電圧は相電圧に対し30° 位相が進む．

＊Δ結線では，線電流は相電流に対し30° 位相が遅れる．

---




全体の皮相電力 ＝相間の皮相電力 ×3

全体の有効電力 ＝相間の有効電力 ×3

力率 1の時

$$R^2 + X_L{}^2 = \frac{L}{C}〔\Omega〕$$

$$I_C = I \sin \theta$$

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$$

---

$$実効値 = \frac{最大値}{\sqrt{2}}$$

$$平均値 = \frac{2}{\pi} \times 最大値$$

$$波形率 = \frac{実効値}{平均値}$$

$$波高率 = \frac{最大値}{実効値}$$

【正弦波の場合】

$$波形率 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$$

$$波高率 = \sqrt{2} = 1.41$$

【三角波の場合】

$$波形率 = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$波高率 = \sqrt{3}$$

---

**可動コイル形計器 → 平均値**
**整流形計器 → 実効値**
**電流力計形計器 → 実効値**

$I_m \sin \omega t$〔A〕のとき

$$全波整流の実効値 = \frac{I_m}{\sqrt{2}}〔A〕$$

$$半波整流の実効値 = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times \frac{1}{\sqrt{2}}〔A〕$$

$$全波整流の平均値 = \frac{2I_m}{\pi}〔A〕$$

$$半波整流の平均値 = \frac{2I_m}{\pi} \times \frac{1}{2}〔A〕$$

---

**1〔C〕の電荷を移動するのに1〔J〕の仕事を必要とする電位差は1〔V〕**
**力の単位〔N〕**

---

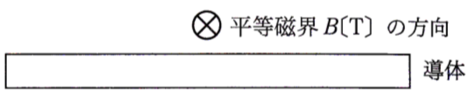
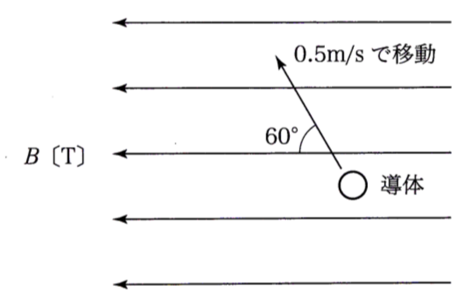


図1



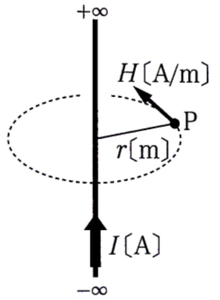

磁束密度 $B$〔T〕

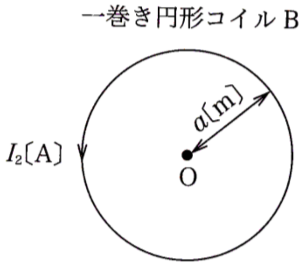
導体の長さ $l$〔m〕

垂直へ動く速さ $v$〔m/s〕

導体の誘導起電力 $e = Blv$〔V〕

$$v = \cos 30° \times 0.5$$

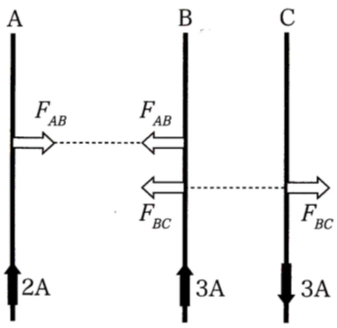



$$H = \frac{I}{2\pi r}〔\mathrm{A/m}〕$$

$$H = \frac{I}{2r}〔\mathrm{A/m}〕$$

---




2本の導体間m当たりの電磁力 $F = \dfrac{\mu_o I_1 I_2}{2\pi r}$〔N/m〕

---

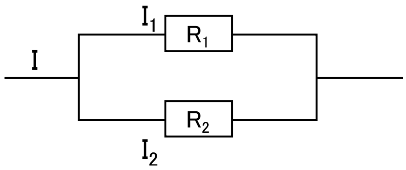
$$\text{百分率誤差} = \frac{\text{測定値} - \text{真値}(\text{誤差値})}{\text{真値}}$$

**測定器のJIS精度階級**

1.0級(class 1.0)・・・±1.0%以内

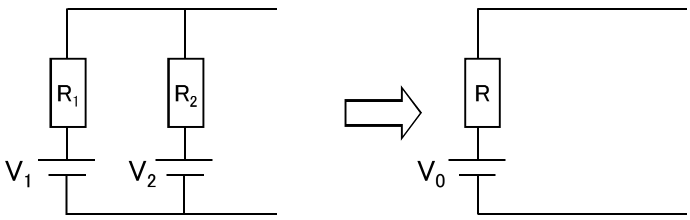
0.5級(class 0.5)・・・±0.5%以内

---




$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I$$

$$x \times \sqrt{x} = x^{1.5}$$

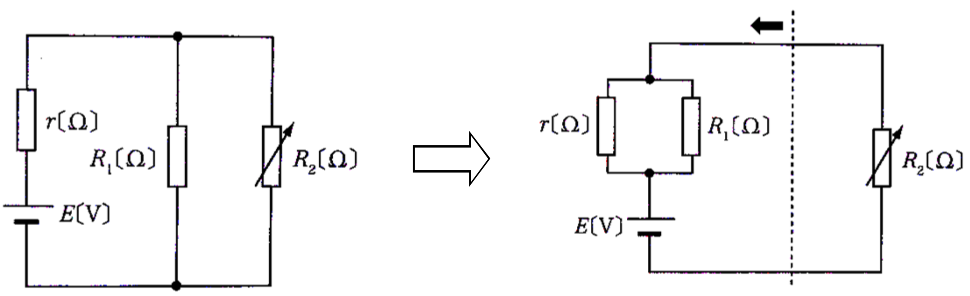



テブナンの法則

$$V_0 = \frac{V_1 R_2 + V_2 R_1}{R_1 + R_2}$$

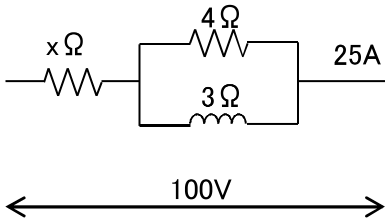
$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$R_2$の最大電力を考えると

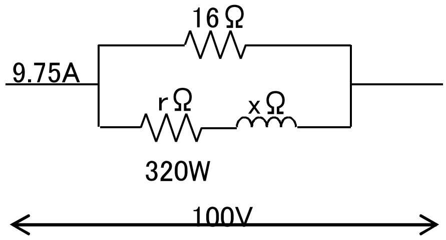



$$ax^2 + bx + c = 0$$

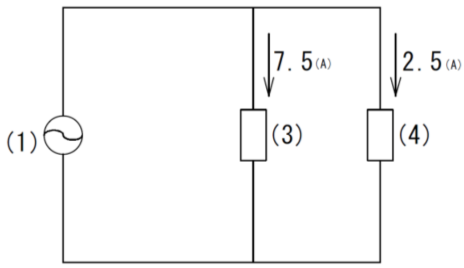
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



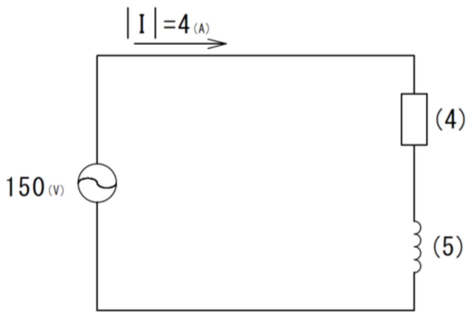

x≒2.07Ω
力率0.88

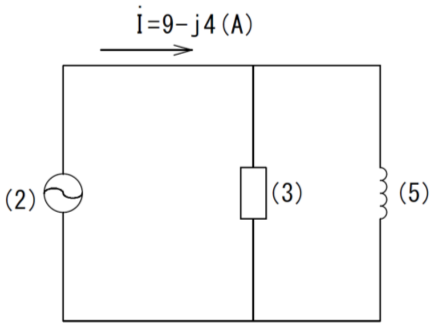



r=20Ω
x=15Ω




(1)75V
(2)90V
(3)10Ω
(4)30Ω
(5)22.5Ω



## 電界中の電子の運動

電界 $E$ 〔V/m 〕

電子の質量 $m$ 〔kg〕

電子の電荷量 $e$ 〔C〕

電子の速度 $v$ 〔m/s 〕

電圧 $V$ 〔V〕

電界と反対方向の力 $F = eE$ 〔N〕

電子の運動エネルギー $eV = \frac{mv^2}{2}$〔J〕

---

## 磁界中の電子の運動

磁束密度 $B$ 〔T〕

質量 $m$ 〔kg〕

電荷 $e$ 〔C〕

電子の速度 $v$ 〔m/s 〕

電子の円の軌跡 $r$ 〔m〕

遠心力 ＝ 求心力

$\frac{mv^2}{r} = Bev$ 〔V〕

---

導体の断面積 $S$

電流 $I$〔A〕

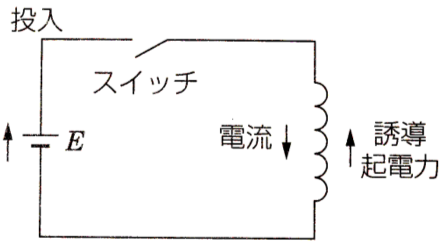
1$m$当たりの自由電子数 $n$〔個〕

自由電子 1個の電荷 $e$〔C〕

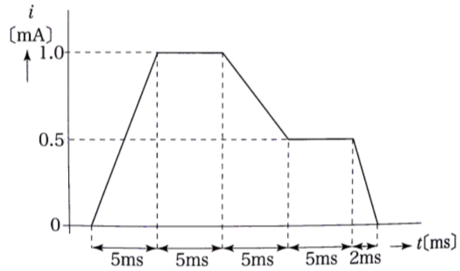
電子が移動する速度 $v$〔m/s〕

$I = nev(\times s$の割合$)$

自由電子全部が1秒間に1m通過すると$en$〔A〕流れた事になる




誘導起電力は電流の変化を
妨げる方向に生じます.




自己誘導起電力　$e = -L\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$〔V〕

---

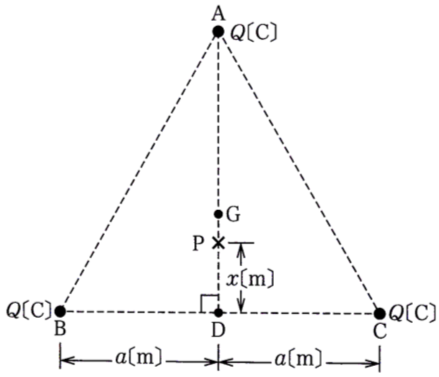
$\Delta t$〔s〕間に$L$〔H〕のコイルに流れる電流が$\Delta I$〔A〕変化したときの

自己誘電起電力$= L\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$〔V〕

$\Delta t$〔s〕間にコイルを貫く磁束が$\Delta\phi$〔Wb〕変化したときの

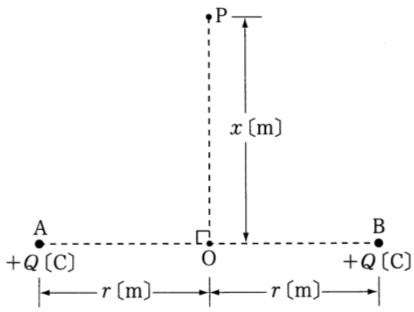
誘電起電力$= N\dfrac{\Delta\phi}{\Delta t}$〔V〕

---




$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{\left(\sqrt{3}a-x\right)^2}-\frac{2x}{\left(a^2+x^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

---



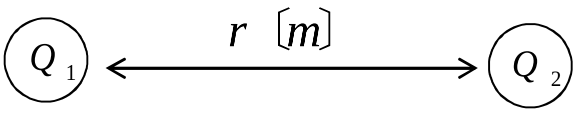

点電荷 $Q$〔C〕

距離 $r$〔m〕

電位 $V=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\dfrac{Q}{r}$〔V〕

電界 $E=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\dfrac{Q}{r^2}$〔V/m〕

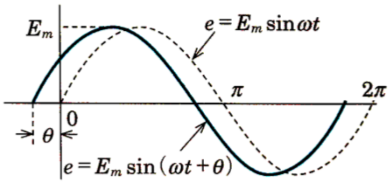
---




球間に働く力 $F=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\dfrac{Q_1\times Q_2}{r^2}$〔N〕

真空の透磁率 $\varepsilon_0=\dfrac{1}{4\pi\times9\times10^9}$〔F/m〕

---




$$e = \underbrace{E_m}_{\text{大きさ}}\ \underbrace{\sin}_{\text{波形}}\ \underbrace{(\underbrace{\omega t}_{\text{変化の速さ}} + \underbrace{\theta}_{\text{初位相}})}_{\text{位相}}$$

$$100\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)〔\mathrm{V}〕、2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)〔\mathrm{A}〕$$

この電圧と電流の位相 差$\theta$〔rad〕を時間$t$〔s〕に変換

$$\theta = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4}〔\mathrm{rad}〕$$

$$\omega = 100\pi〔\mathrm{rad/s}〕$$

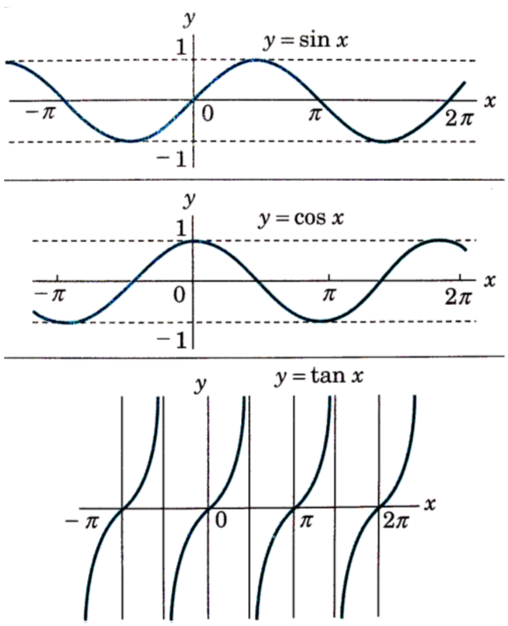
$$t = \frac{\theta}{\omega}〔\mathrm{s}〕$$

---

$$500\sin(1000t)〔\mathrm{V}〕、-50\cos(1000t)〔\mathrm{A}〕$$

電圧sinに対して電流 $-\cos$ということは、90°遅れている

遅れているということ はインダクタンス$L$である

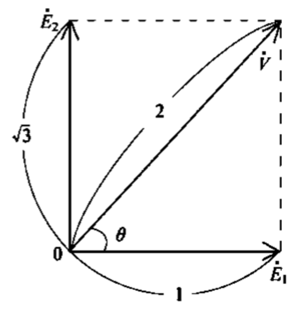



---

$$E_1 = E\sin(\omega t + \theta)〔\mathrm{V}〕と、$$

$$E_2 = \sqrt{3}E\sin\left(\omega t + \theta + \frac{\pi}{2}\right)〔\mathrm{V}〕の$$

合成電圧 $V = 2E\sin\left(\omega t + \theta + \frac{\pi}{3}\right)〔\mathrm{V}〕$




---

皮相電力$^2$ = 有効電力$^2$ + 無効電力$^2$

●直列回路

$$力率 = \frac{有効電力}{皮相電力} = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L{}^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C{}^2}}$$

●並列回路

$$力率 = \frac{Z}{R} = \frac{X_L}{\sqrt{R^2 + X_L{}^2}} = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C{}^2}}$$

---

直列インピーダンス $$Z^2 = R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 \quad 〔\Omega〕$$

並列インピーダンス $$Z^2 = \frac{1}{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2} \quad 〔\Omega〕$$

$$X_L = X_C$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

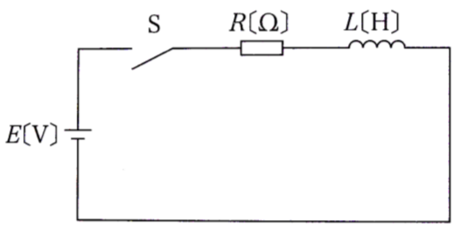
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\omega L = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$P$〔W〕$= I^2R \leftarrow$ は皮相電力の$Z$ではなく有効電力の$R$

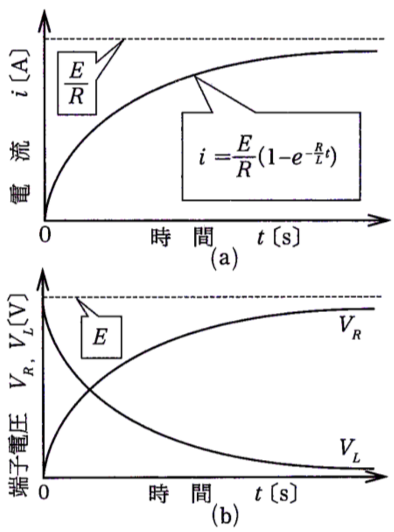
$E = RI$の$R$は$Z$で

---




過渡現象について

SをONにした時の過渡状態の
電流と電圧の関係




---

電力

抵抗 $R$、リアクタンス $X$のとき

単相1線分の電圧降下 $E = 1 \times I(R\cos\theta + X\sin\theta)$〔V〕

単相2線式の電圧降下 $E = 2 \times I(R\cos\theta + X\sin\theta)$〔V〕

三相3線式の電圧降下 $E = \sqrt{3} \times I(R\cos\theta + X\sin\theta)$〔V〕

電圧降下 $E = V_1 - V_2 = \dfrac{P \times R}{V_2} + \dfrac{Q \times X}{V_2}$〔V〕

3相電力損失 $= 3I^2R$(電圧降下 $E$では電力はでない)

電圧降下率〔%〕$= \dfrac{\text{降下前} - \text{降下後}}{\text{降下後}}$

---

三相3線式の消費電力 $= \sqrt{3}VI\cos\theta$

三相3線式の皮相電力 $= \sqrt{3}VI$

---

1〔Wh〕= 3600〔J〕

1〔W〕= 1〔J/s〕

設備利用率 $= \dfrac{\text{消費燃料} \times \text{効率}}{\text{出力}}$

熱効率 $= \dfrac{\text{発電電力量}}{\text{消費燃料の出力}}$

送電端電力量 $W_o = W_i(1 - \text{所内率})$

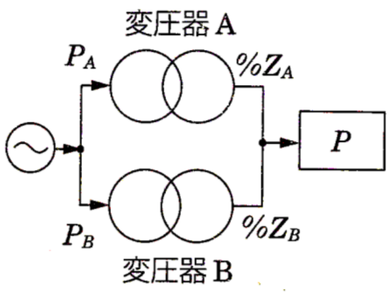
---

3相変圧器

定格電流$I = \dfrac{P}{\sqrt{3}V}$

短絡比$k = \dfrac{100}{\%Z} = \dfrac{\text{短絡電流}}{\text{定格電流}}$ (%Zはそのまま〔%〕で)

---




・変圧器の巻線比が等しく、電圧が等しいこと

・変圧器の%Zが等しいこと

$$\frac{B\text{容量}}{\%Z_B} = \frac{A\text{容量}}{A\text{基準の}\%Z_B}$$

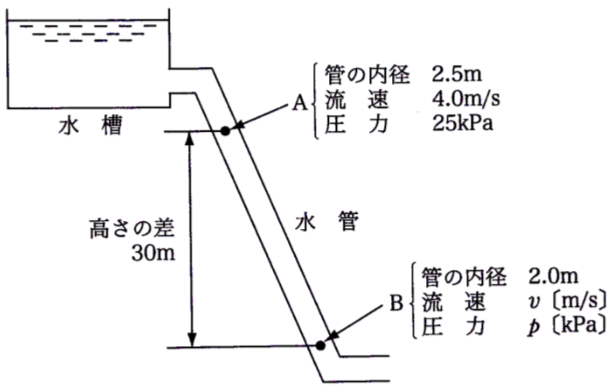
$$P_A = \frac{\%Z_B}{\%Z_A + \%Z_B} \times P\ \text{〔V・A〕}$$

$$P_B = \frac{\%Z_A}{\%Z_A + \%Z_B} \times P\ \text{〔V・A〕}$$

---

百分率リアクタンス $\%X = X \times P \times \dfrac{100}{V^2}$〔%〕

---




ベルヌーイの定理

点$A$の内径断面積$S_A$〔m$^2$〕
点$B$の内径断面積$S_B$〔m$^2$〕
流速$v$〔$m/s$〕
$S_A v_A = S_B v_B =$ 流量〔m$^3$/s〕

圧力$p$〔Pa〕← kPaではない！
水密度$\rho$〔kg/m$^3$〕
重力加速度$g = 9.8$〔m/s$^2$〕

$$h_0 = h_A + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} = h_B + \frac{p_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g}\text{〔m〕}$$

---

水力発電所の出力
流量$Q$〔m$^3$/s〕※毎秒
有効落差 $H$〔m〕
水車効率 $\eta_t$
発電機効率 $\eta_g$
$P = 9.8QH\eta_t\eta_g$〔kW〕

揚水発電所の所要電力
流量$Q$〔m$^3$/s〕※毎秒
継続時間 $T$〔h〕
揚程$H$〔m〕
ポンプ効率 $\eta_p$
電動機効率 $\eta_m$

$$P = \frac{9.8QHT}{\eta_p \eta_m}\text{〔kW〕}$$

貯水量 $= 3600QT$〔m$^3$〕
全揚程 $H = H +$ 損失水頭

---

衝動水車　ペルトン
　　　　　高落差を利用、ノズル、速度
反動水車　フランシス、プロペラ、カプラン、斜流
　　　　　圧力を利用、羽、噴出

---

水平張力　$T$〔N〕

1m当たりの荷重　$W$〔N/m〕

径間 $S$〔m〕

たるみ $D = \dfrac{S^2 W}{8T}$〔m〕

---

熱量 = 比熱 × 密度 × 水量 × 温度差

$$効率\ \eta = \frac{出力}{入力} \times 100$$

入力 = 出力 + 損失 → 出力 = 入力 - 損失

$$効率\ \eta = \frac{出力}{出力 + 損失} \times 100$$

$$効率\ \eta = \frac{入力 - 損失}{入力} \times 100$$

---

$m$〔kg〕の質量欠損によるエネルギー

$E = mc^2$〔J〕

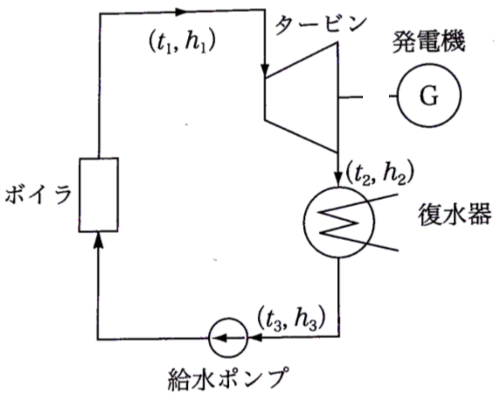
$c = 3 \times 10^8$〔m/s〕

---

昇圧用は　$\Delta \rightarrow Y$

降圧用は　$Y \rightarrow \Delta$

---




ランキンサイクル効率 $\eta = \dfrac{h_2 - h_1}{h_3 - h_1}$

---

抵抗率 $\rho$〔Ω・ m〕
長さ $l$〔m〕
断面積 $A$〔m$^2$〕
電線の抵抗　$R = \dfrac{\rho l}{A}$〔Ω〕

---

二酸化炭素の発生量

$O_2 = C \times \dfrac{\text{酸素の原子量}}{\text{炭素の原子量}} \times 2$

$CO_2 = C + O_2$

---

機械

***直流機***

分巻電動機

$$効率 = \frac{定格出力}{全負荷時の電力(定格出力 + 機械損 + 銅損 + 鉄損)}$$

銅損は電機子の損失電 力と界磁の損失電力

端子電圧$V$

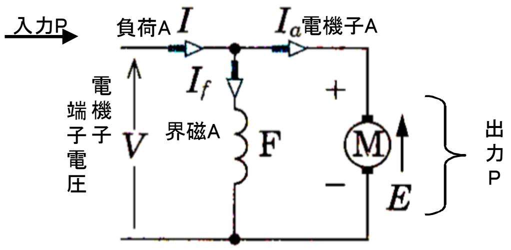
電機子起電力$E$

電機子電流$I_a$

電機子抵抗$R_a$

$V = E + I_a R_a$

機械出力$P = EI_a$




Mには抵抗はない
あるのは電機子抵抗だけ

回転速度$n$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

無負荷の時は電機子抵 抗は0と考えてよい

$E = nk\phi$　(起電力$E$,回転速度$n$,比例定数$k$,界磁$\phi$)

$T = Ik\phi$　(トルク$T$,電機子電流$I$,比例定数$k$,界磁$\phi$)

---

分巻発電機

定格電流　$I$〔A〕

電機子電流　$I_a$〔A〕

界磁電流　$I_f$〔A〕

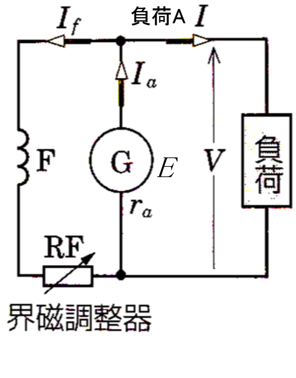
$I = I_a - I_f$

誘導起電力　$E$〔V〕

端子電圧　$V$

電機子抵抗　$r_a$〔Ω〕

$E = V + I_a r_a$




---

重ね巻

磁束　$\phi$〔Wb/　極〕
導体数　$z$〔本〕
回転速度　$n$〔$\mathrm{min}^{-1}$〕
起電力　$E$〔V〕

$$E = z\phi\frac{n}{60}$$

波巻

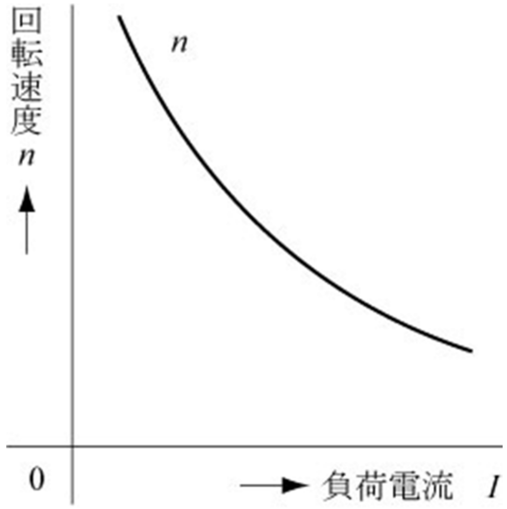
$$対極数 = \frac{極数\ p}{2}$$

$$E = zp\phi\frac{n}{60}$$

$$磁束密度T \times 断面積 = 磁束\phi$$

---

**直流直巻**




---

***同期機***

同期インピーダンスZ〔Ω〕

百分率同期インピーダンス%Z〔%〕

短絡比$k$

短絡比=変流比

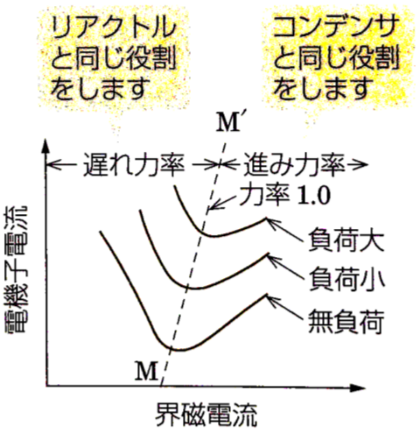
$$k = \frac{100}{\%Z} = \frac{\text{短絡電流}}{\text{定格(界磁)電流}}$$

$$Z = \frac{V}{I} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{k}$$

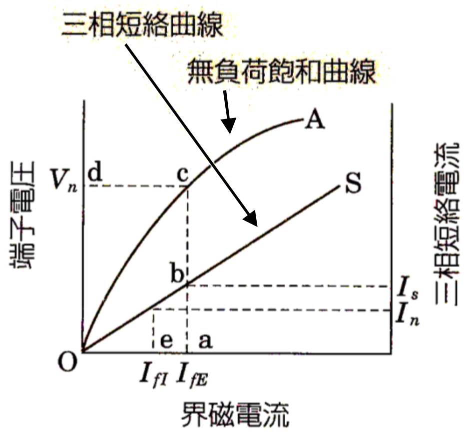
$$\frac{\text{電圧1}}{\text{電圧2}} = \frac{\text{界磁電流1}}{\text{界磁電流2}} = \frac{\text{短絡電流1}}{\text{短絡電流2}}$$

---

同期電動機のV曲線

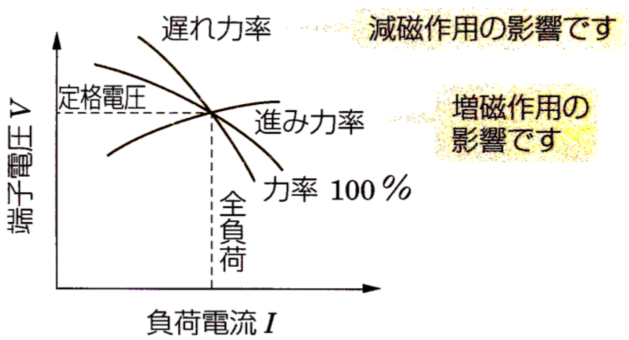



---


三相短絡曲線
無負荷飽和曲線
A
S
端子電圧
$V_n$
d
c
b
e
a
O
$I_s$
$I_n$
三相短絡電流
$I_{fI}$ $I_{fE}$
界磁電流

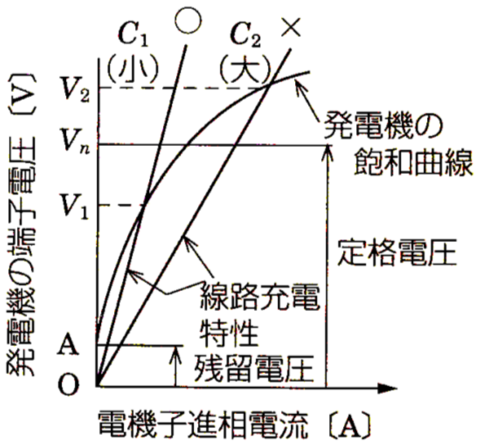
---

外部負荷特性


遅れ力率
減磁作用の影響です
定格電圧
進み力率
増磁作用の影響です
力率 100 %
全負荷
端子電圧 V
負荷電流 I

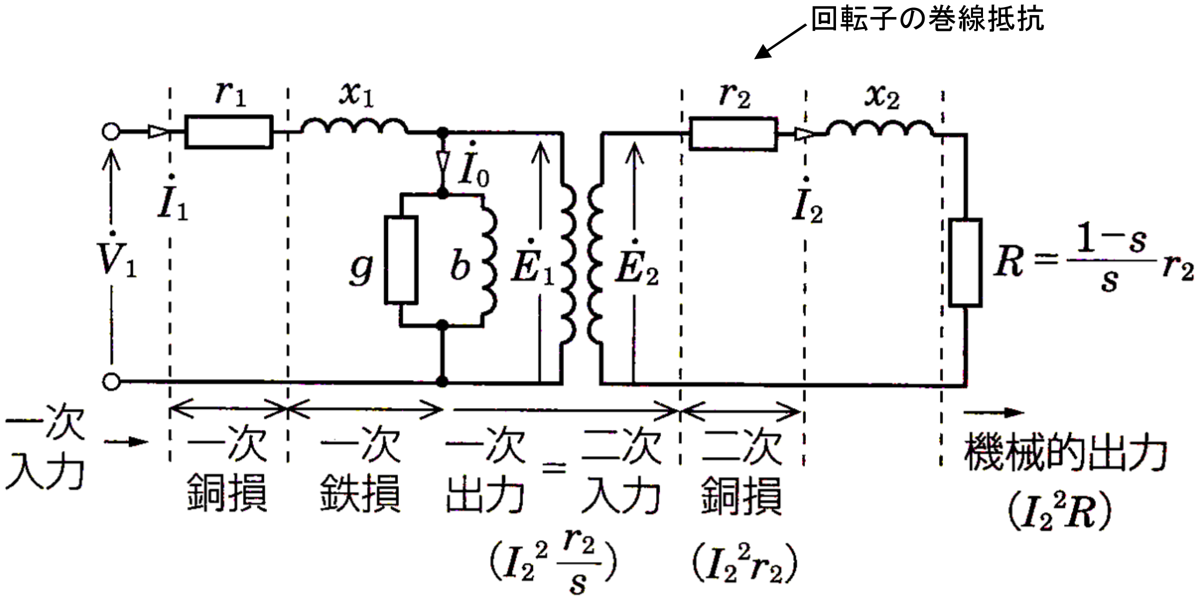
---

| 機械区分 | 電圧・電流の位相条件 | 電機子反作用 |
|---|---|---|
| 同期発電機 | 誘導起電力と電機子電流が同相 | 偏磁作用（交さ磁化作用） |
| | 電機子電流が 90°位相が遅れ | 減磁作用 |
| | 電機子電流が 90°位相が進み | 増磁作用 |
| 同期電動機 | 逆起電力と電機子電流が同相 | 偏磁作用（交さ磁化作用） |
| | 電機子電流が 90°位相が遅れ | 増磁作用 |
| | 電機子電流が 90°位相が進み | 減磁作用 |




同期発電機は，励磁電流が零の場合でも残留磁気によってわずかな電圧を発生し，発電機に進み力率の負荷をかけると，その進み電流による電機子反作用は増磁作用をするので，発電機の端子電圧は上昇する。端子電圧が上昇すれば負荷電流はさらに増加する。このような現象をくり返すと，発電機の端子電圧は容量性負荷に流れる電流と負荷の端子電圧との関係を示す直線と発電機の無負荷飽和曲線との交点まで上昇する。このように無励磁の同期発電機に進み電流が流れ，電圧が上昇する現象を同期発電機の自己励磁という。

***<u>誘導機</u>***




二次入力 $P_2$〔W〕

二次銅損 $P_{C2}$〔W〕

二次出力 (機械出力 ) $P_{2O}$〔W〕

滑り $s$

$$P_2 : P_{C2} : P_{2O}$$
$$= 1 : s : 1-s$$
$$= I^2\frac{r}{s} : I^2 r : I^2\frac{r}{s} - I^2 r$$

一次抵抗：二次抵抗 = 一次 $P$〔W〕：二次 $P$〔W〕

磁極数 $p$〔極〕

同期速度 $n_S$〔min $^{-1}$〕

回転速度 $n$〔min $^{-1}$〕

滑り $s$〔%〕

$$n_S = \frac{120f}{p}$$

$$s = \frac{n_S - n}{n_S} \times 100$$

滑りが1だと停止する

滑り周波数 (回転子電流の周波数 ) $f_2 = sf$〔Hz〕

機械出力 $P$〔W〕

端子電圧 $V$

誘導起電力 $E$

同期リアクタンス $X$

角速度 $\omega$〔rad/s〕

トルク $T$〔N・m〕

$$\omega = 2\pi \frac{n}{60}$$

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{VE}{\omega X}\sin\theta$$

$T = \kappa\phi I$・・・トルクは電機子　電流に比例、 $\phi$は電機子反作用

二次入力 $P_2$〔W〕

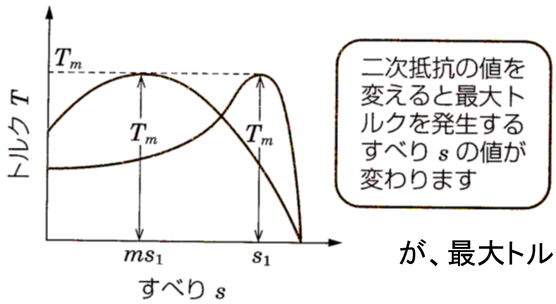
$$\omega = 2\pi \frac{n_S}{60}$$

$$T = \frac{P_2}{\omega}$$

$$\frac{{V_1}^2}{{V_2}^2} = \frac{s_1}{s_2}$$

$V_2 =$ 拘束時の $V_2 \times s$

比例推移




が、最大トルクは変わらない

$$\text{トルク}T\text{は変わらないから}\frac{\text{二次抵抗}r_2}{s}\text{は変わらない}$$

---

かご形・・・短絡環
巻線型・・・スリップリング、ブラシ

---

***変圧器***

$\frac{1}{2}$負荷のときの最大効率$\eta \rightarrow$負荷比$\alpha = \frac{1}{2}$

定格容量$P$〔V・A〕

鉄損(無負荷損)$P_i$〔W〕

銅損(負荷損)$P_c$〔W〕

日負荷率 $= \frac{1日の平均電力}{最大電力} \times 100$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}P\cos\theta}{\frac{1}{2}P\cos\theta + P_i + P_c}$$

$P_i = P_c$の時に最大効率になる

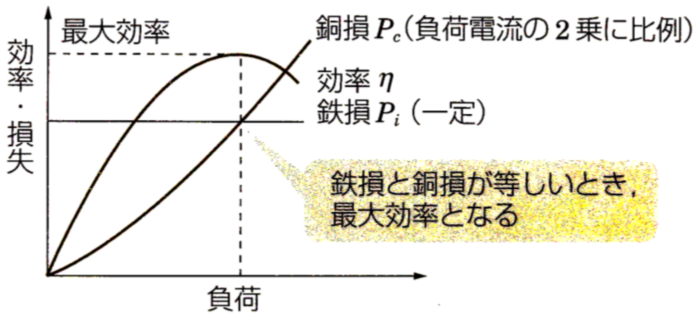
定格電流$I$〔A〕

全抵抗$R$〔Ω〕

全負荷の銅損$P_{cm}$〔W〕とすると

$P_c = \alpha^2 P_{cm}$

全日効率$\eta = \frac{P\cos\theta t}{P\cos\theta t + 24P_i + P_{cm}t}$




---

負荷比$\alpha = \frac{\sqrt{3}結線の電流〔A〕}{単相の定格電流〔A〕}$

2台分の負荷損の合計〔W〕= 全負荷〔W〕$\times 2 \times \alpha^2$

------------------------------------

負荷比$\alpha = \frac{最大負荷〔W〕}{全負荷〔W〕}$

最大負荷の銅損 = 全負荷の銅損 $\times \alpha^2$

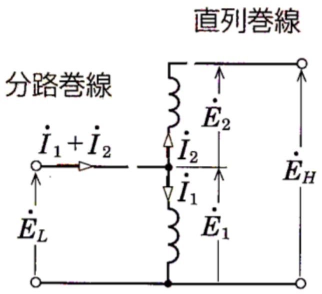
------------------------------------

負荷比$\alpha = \frac{負荷電流2〔A〕}{負荷電流1〔A〕}$

鉄損 + 銅損 = 負荷損1〔W〕

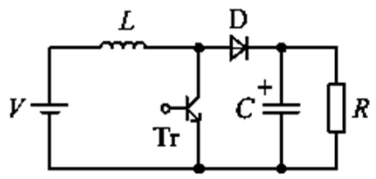
鉄損 + $\alpha^2$銅損 = 負荷損2〔W〕

---




自己容量〔W〕$= I_1E_1 = I_2E_2$

---




DC昇圧チョッパ回路

トランジスタがOFFのときにLの電磁エネルギーがCに充電、
ONのときに放電状態となる。
ダイオードはトランジスタがONのときに
コンデンサの放電電流がトランジスタに流れるのを防ぐ

---

サイリスタは、制御角が***0[rad]***のときに出力電流は***最大***になる
で、***cos θ***で。

---

無負荷時の二次電圧$V_{20}$〔V〕

定格二次電圧$V_{2n}$〔V〕

定格二次電流$I_{2n}$〔A〕

抵抗$R$〔Ω〕

リアクタンス$X$〔Ω〕

百分率抵抗降下$p = \dfrac{RI_{2n}}{V_{2n}} \times 100$〔%〕　　$\dfrac{RI}{V} = \dfrac{RI^2}{VI} = \dfrac{W}{V \cdot A}$

百分率リアクタンス降下$q = \dfrac{XI_{2n}}{V_{2n}} \times 100$〔%〕

百分率インピーダンス降下$z = \sqrt{p^2 + q^2}$〔%〕

電圧変動率$\varepsilon$〔%〕$= \dfrac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100 = p\cos\theta + q\sin\theta$

※$\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$

※1次と2次がある場合は両方の値を出して足す

---

$$巻数比\ \alpha = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

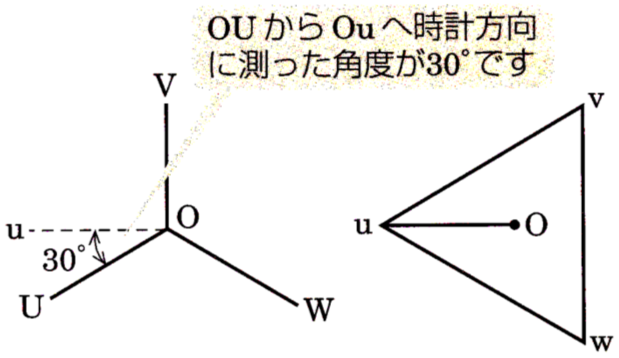
$$一次抵抗 = \alpha^2 \times 二次抵抗$$

---

$$\Delta - \Delta 結線 = 3VI \cdots 低電圧大電流$$

$$V - V 結線 = \sqrt{3}VI \cdots 変圧器が2台でもOK$$

---




$$Y - \Delta 結線は電圧の位相が30°遅れる$$

---

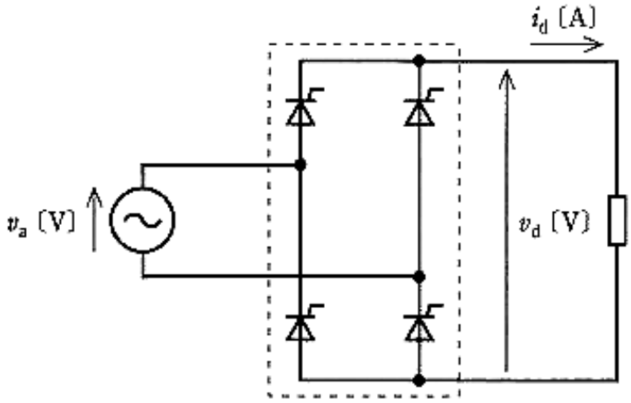
並列運転の条件

<単相の場合>

・極性が一致していること
・一次、二次の電圧、巻線比が等しいこと
・%Zが等しいこと
・巻線抵抗とリアクタンスの比(r/x)が等しいこと

<三相の場合>

上記に加えて
・一次、二次線間誘導起電力の角位相が等しいこと
・相回転が合致していること




単相ブリッジ整流回路

平均値　$v_d$〔V〕

実効値　$E$〔V〕

直流の　$v_d = 0.9E\dfrac{1+\cos\alpha}{2}$

半波整流の　$v_d = 0.45E\dfrac{1+\cos\alpha}{2}$

---

***電気化学***

$$\text{電極の析出量}w\text{〔g〕} = \frac{1}{\text{ファラデー定数}} \times \frac{\text{原子量}}{\text{原子価}} \times \text{電流} \times \text{時間} \times \text{効率}$$

ファラデー定数がA･hなら時間はh、～Cだったら時間はs

鉛の原子価は2価

---

蓄電池

正極は二酸化鉛、負極 は鉛、電解質は希硫酸

---

ニッケル水素電池

正極はオキシ水酸化ニッケル、負極は水素吸蔵合金、電解質は水酸化カリウム

---

***自動制御***

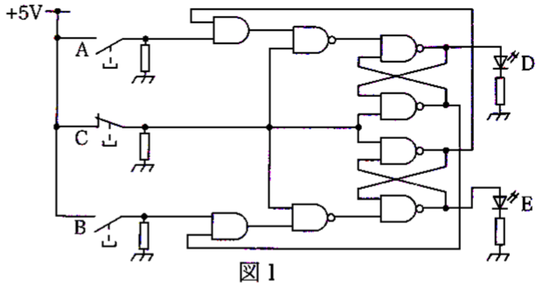


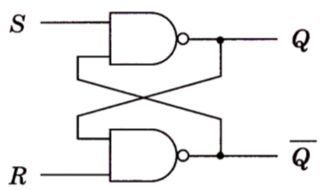

図1

DがONのときBをON−OFFしても回路に変化なし
EがONのときAをON−OFFしても回路に変化なし

チャタリングを防止するには、RSフリップフロップか、シュミットトリガが必要である

---

| 入力 | | 出力 | | |
|---|---|---|---|---|
| $S$ | $R$ | $Q$ | $\overline{Q}$ | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | (禁止) |
| 0 | 1 | 1 | 0 | (セット) |
| 1 | 0 | 0 | 1 | (リセット) |
| 1 | 1 | 保持 | | (ホールド) |




---

論理回路

$$A + B \cdot C = (A + B)(A + C)$$

$$A + A \cdot B = A$$

$$A \cdot (A + B) = A$$

$$A \cdot B + \overline{B} = A + \overline{B}$$

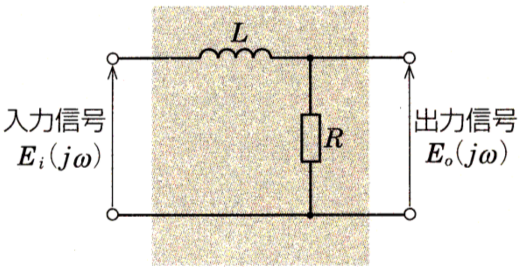
---

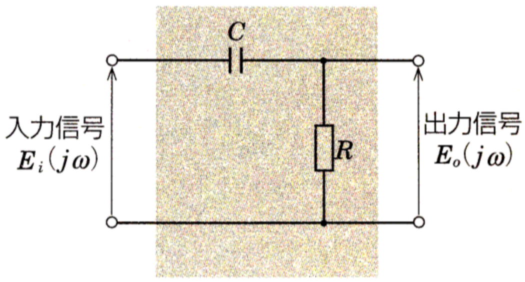
| $A$ | $B$ | $C$ | $X$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Xが1になるところを式化する

$$\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$$

---




$$G(j\omega) = \frac{出力}{入力} = \frac{1}{1 + j\omega\dfrac{L}{R}}$$

$$G(j\omega) = \frac{出力}{入力} = \frac{j\omega CR}{1 + j\omega CR}$$

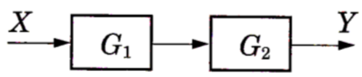
時定数 $\tau = \dfrac{L}{R} = CR$〔s〕

$L = \tau R$〔s〕、$\tau = CR$〔s〕

時定数とは63%までの時間

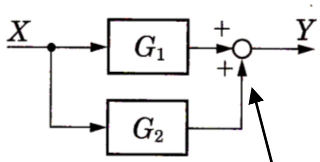
---

**直列結合**




$$G_0 = \frac{Y}{X} = G_1G_2$$

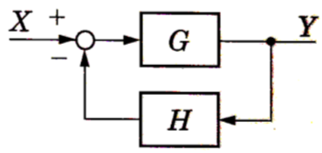
**並列結合**




$$G_0 = \frac{Y}{X} = G_1 + G_2$$

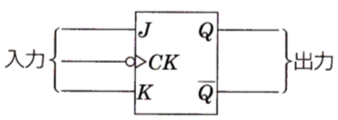
−なら$G_1 - G_2$

**フィードバック結合**




$$G_0 = \frac{Y}{X} = \frac{G}{1 + GH}$$

---




JK・FFの論理記号

| 入力 | | | 出力 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $J$ | $K$ | $CK$ | $Q$ | $\overline{Q}$ | |
| 0 | 0 | | 保持 | | ホールド |
| 0 | 1 | ⊓ | 0 | 1 | リセット |
| 1 | 0 | | 1 | 0 | セット |
| 1 | 1 | | 反転 | | トグル |

JK・FFの真理値表

CKパルスがきたら、1個前のCKパルスの時のJ,KからQは出力される

---

***電熱***

$$熱量 = 比熱 \times 質量〔kg〕\times 温度上昇$$

$$蒸発に必要な熱量 = 質量〔kg〕\times 蒸発潜熱$$

$$電力〔W〕= \frac{熱量〔J〕}{秒〔s〕}$$

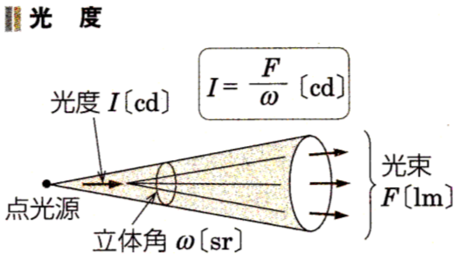
---

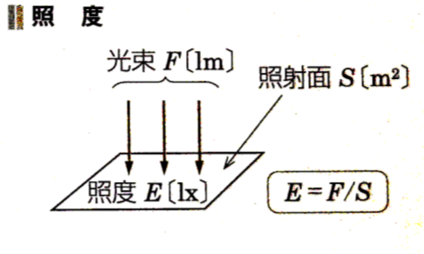
$$成績係数COP = \frac{水が得たエネルギー〔W〕}{消費電力〔W〕}$$

$$自分のCOP = \frac{相手の節電電力〔W〕}{自分の節電電力〔W〕}$$

---

***照明***

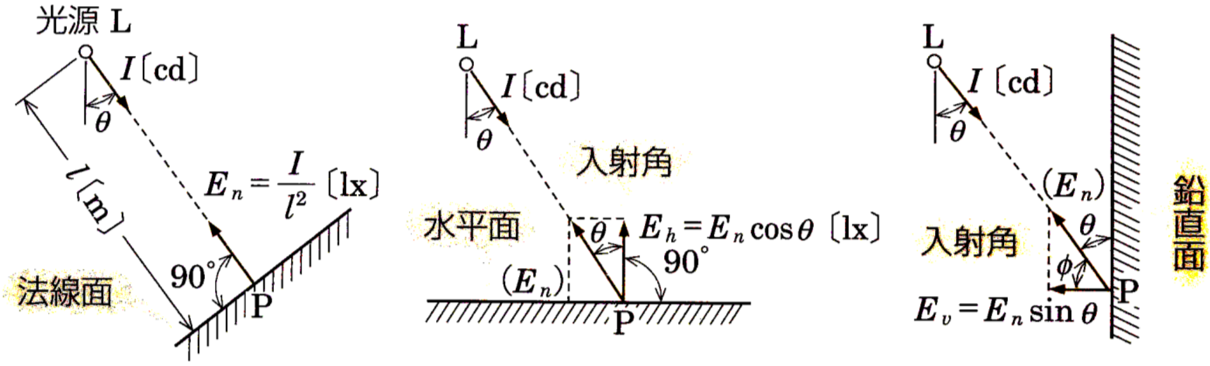



光度〔cd〕×立体角〔sr〕＝光束〔lm〕＝照射面〔$m^2$〕×照度〔lx〕
光が出ている面積〔$m^2$〕×光束発散度〔$lm/m^2$〕＝光束〔lm〕
光束発散度〔$lm/m^2$〕＝輝度〔$cd/m^2$〕×$\pi$
無限長直線光源の場合の照射面〔$m^2$〕＝$2\pi$×高さ〔m〕

球の面積＝$4\pi r^2$〔$m^2$〕
点光源から見た全立体角＝$4\pi$〔sr〕

---




（a） 法線照度 $E_n$　（b） 水平面照度 $E_h$　（c） 鉛直面照度 $E_v$

---