「電気と資格の広場」
http://e-denki.jp/

電験数学完全制覇

62 の公式が解れば

電験三種はゼッタイうかる！

電験三種合格のための数学公式集

著者：坂林和重

試験によく出る 62 の公式集

電験三種によく出る公式や計算式を掲載しています。暗記すべき公式集としてお使いください。

(1) クーロンの法則

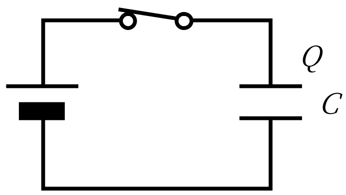
点電荷 Q_1 と Q_2 があるとその間に働く力 F は、次式となります。

$$F=\frac{Q_1\cdot Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad [\mathrm{N}]$$

(2) 右図の場合、コンデンサに蓄えられるエネルギー W[J]は、

$$W=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \quad [\mathrm{J}]$$

となります。



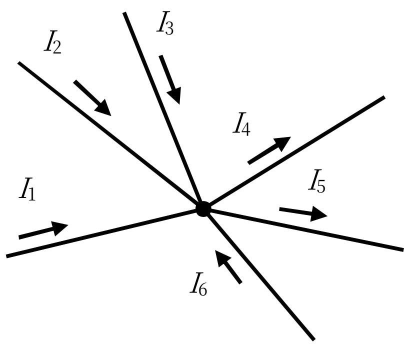
(3) 公式で一番有名なオームの法則は、下記です。

$$I[\mathrm{A}]=\frac{V[\mathrm{V}]}{R[\Omega]}$$

ここで、電流 I[A]、電圧 V[V]、抵抗 R[Ω]です。

(4) キルヒホッフの第 1 法則です。

$$I_1+I_2+I_3+I_6=I_4+I_5$$



(5) 根の方程式を示しますと、次のようになります。

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

　のxは、

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

　となります。この式を根の方程式と言います。

(6) $x^2+7x+12=0$ の x を「因数分解」で求めなさい。

　まず、足し算して $b=7$ になり、掛け算して $c=12$ になる数字を考えます。

　3と4が、$b=7$ と $c=12$ になります。

$$3+4=7、3\times4=12$$

　すると、今回の例($x^2+7x+12=0$)は、

$$x^2+7x+12=(x\underline{+3})(x\underline{\underline{+4}})=0$$

　となります。

　すると、答は、$x=\underline{-3}$ と $x=\underline{\underline{-4}}$ の2つであることが解ります。(＋と－の符号は、反対になります)

(7) ＜や＞などの不等号は、次の場合反転します。

　1、両辺に－1をかける場合。

　2、両辺の逆数を取る場合。

　「1、」は、例えば、次のようになります。

$$5>3$$
$$-1\times5<-1\times3$$
$$-5<-3$$

　すなわち、不等号が、反転します。

(8) 指数計算は、掛け算は指数の足し算になります。割り算は、指数の引き算になります。

$$a^b \times a^c = a^{b+c}$$

$$\frac{a^b}{a^c} = a^{b-c}$$

(9) ルート(√)は、次のようにも表示します。

$$\sqrt{a} = a^{\frac{1}{2}} = a^{0.5}$$

(10) 水力発電の勉強で比速度 N_S[m-kW]と言うのを勉強します。この比速度は、下記で計算します。

$$N_S = N\frac{\sqrt{P}}{H^{\frac{5}{4}}}$$

ここで各記号は、下記です。

N:実物水車の回転速度 [min^{-1}]

H:実物水車の有効落差 [m]

P:実物水車のランナもしくはペルトン水車のノズル1個当たりの出力[kW]

(11) 電子のエネルギーで電子が、陰極にある時は、静電エネルギーW_E[J]が

$$W_E = Fd = eEd = eV \qquad [J]$$

となります。

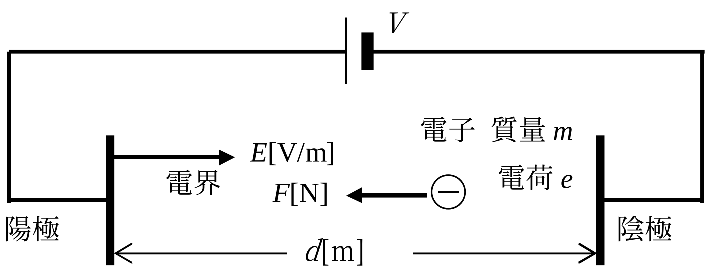
この電子が陽極へ移動した時に運動エネルギーW_m[J]に変わります。

$$W_m = \frac{1}{2}mv^2 \qquad [J]$$

電子の速度 v[m/s]を導くと

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \qquad [m/s]$$

となります。



⑿ 円の面積は、円の面積 s[mm^2]と直径 D[mm]の関係から直径を求めることがあります。

$s=\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$ --円の面積

$D=2\times\sqrt{\frac{s}{\pi}}$ --円の直径

⒀ 対数計算とは、次のような計算です。

$\log_a b = c$　（ 指数で表現すると $a^c = b$ となります ）

この式は、a を底とする b の対数は、c であると言います。

⒁ 対数の性質には、次があります。

$\log_a a = 1$

$\log_a 1 = 0$

$\log_a a^d = d$

$\log_a b^d = d\log_a b$

$\log_a bc = \log_a b + \log_a c$

$\log_a \frac{f}{g} = \log_a f - \log_a g$

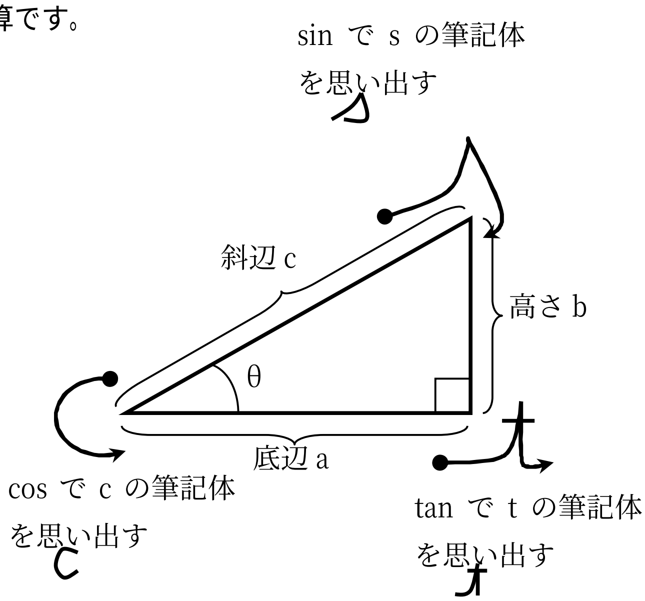
(15) 三角関数とは

三角関数 (三角比) は、直角三角形において次の計算です。
(sin,cos,tan)

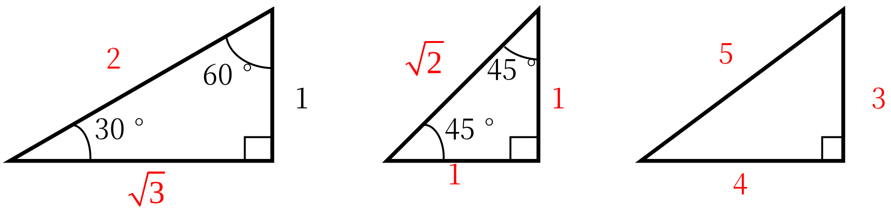
サイン (正弦) $\sin\theta = \dfrac{高さ}{斜辺} = \dfrac{b}{c}$

コサイン (余弦) $\cos\theta = \dfrac{底辺}{斜辺} = \dfrac{a}{c}$

タンジェント (正接) $\tan\theta = \dfrac{高さ}{底辺} = \dfrac{b}{a}$



(16) 頻繁に出現する三角形は、次の 3 種類です。



この三角形を覚えておくと計算が楽になります。

(17) これらの三角形から次の値を覚えておきましょう。

$\sin 30^\circ = \dfrac{1}{2}$ $\cos 30^\circ = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$ $\tan 30^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$

$\sin 60^\circ = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$ $\cos 60^\circ = \dfrac{1}{2}$ $\tan 30^\circ = \sqrt{3}$

$\sin 45^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ $\cos 45^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ $\tan 45^\circ = 1$

(18) sin,cos,tan は、次の関係にあります。

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

⑽ sin,cos は、次の関係にあります。

$$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$$

$$\sin\left(90^\circ - \theta\right) = \cos\theta \text{ 、 } \cos\left(90^\circ - \theta\right) = \sin\theta$$

⒇ 三角関数で取る値は、下記となります。

θ	0°〜90°	90°〜180°	180°〜270°	270°〜360°
−1≦sinθ≦1	＋	＋	−	−
−1≦cosθ≦1	＋	−	−	＋
−∞≦tanθ≦∞	＋	−	＋	−

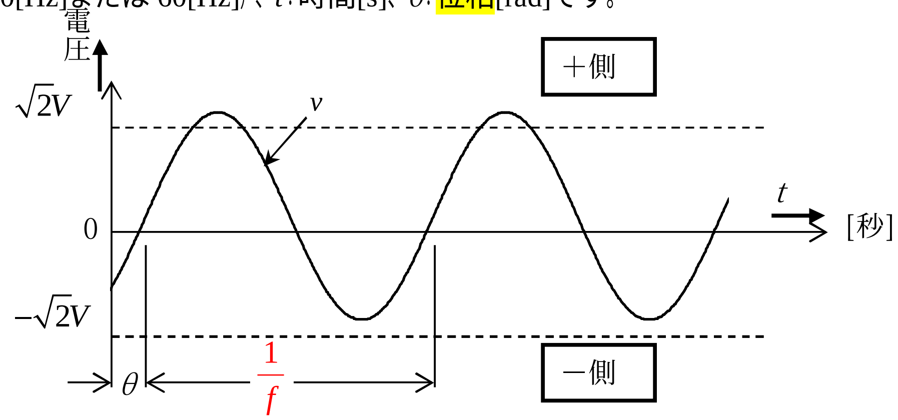
(21) 回転数 N[min^{-1}]と角速度 ω（オメガ）は、次の関係にあります。

$$N = \frac{60\omega}{2\pi} \qquad [\mathrm{min}^{-1}]$$

(22) 交流は、次の式であらわされます。

$$v = 100\sqrt{2}\sin\left(2\pi ft - \theta\right) = \sqrt{2}V\sin\left(2\pi ft - \theta\right) = \sqrt{2}V\sin\left(\omega t - \theta\right) \qquad [\mathrm{V}]$$

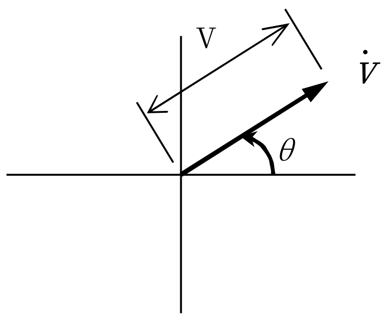
ここで f：周波数（50[Hz]または 60[Hz]）、t：時間[s]、θ：位相[rad]です。



⑶ **ベクトルの極形式による表現**

次は、ベクトルの**極形式**による表現です。

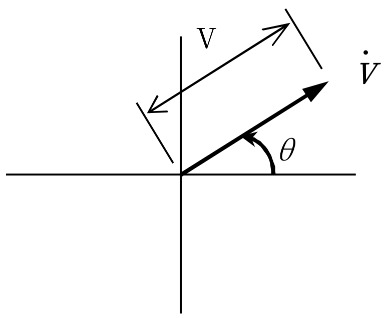
$$\dot{V}=V\angle\theta$$



⑷ **ベクトルの指数形式による表現**

ベクトルの**指数形式**による表現は、次のようになります。

$$\dot{V}=V\varepsilon^{j\theta}$$



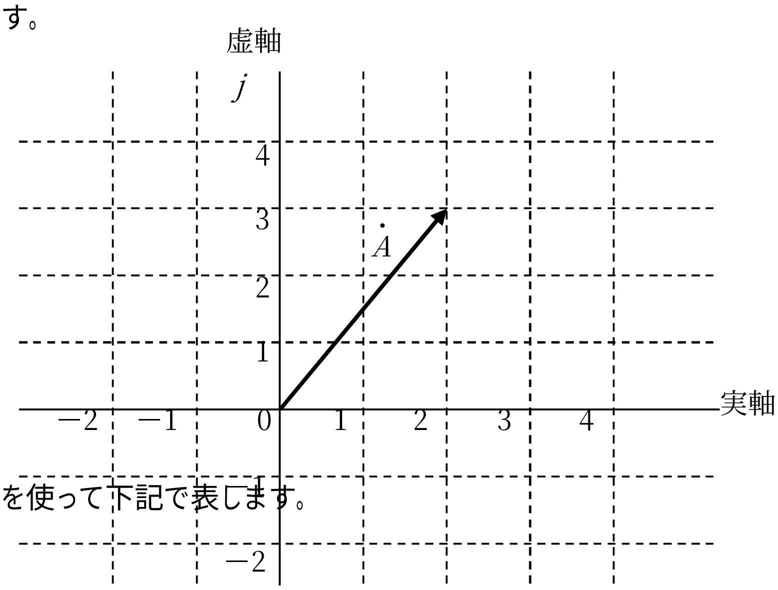
⑸ **虚数** $j=\sqrt{-1}$ は、次の性質を持っています。

$$j=\sqrt{-1}、j^2=-1、j^3=-j、j^4=1$$

⑵6) ベクトルの複素数による表現

ベクトルは、複素数でも表現できます。

例えば、次のベクトル $\dot{A}$ です。



このベクトル $\dot{A}$ は、複素数を使って下記で表します。

$$\dot{A}=2+j3$$

⑵7) ベクトルの内積と外積とは

ベクトルの内積と外積は、別名

内積＝スカラー積

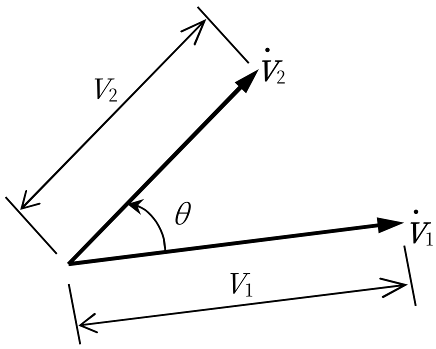
外積＝ベクトル積

と言います。

$\dot{\boldsymbol{V}}_1$ と $\dot{\boldsymbol{V}}_2$ の内積 V は、

$$V=\dot{\boldsymbol{V}}_1\cdot\dot{\boldsymbol{V}}_2=V_1V_2\cos\theta$$

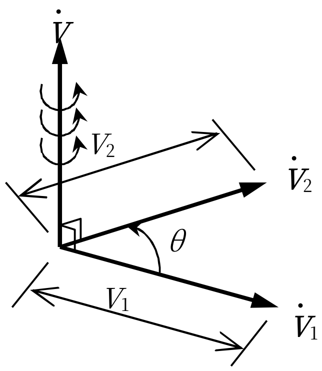
となります。



次は、外積です。

$\dot{\boldsymbol{V}}_1$ と $\dot{\boldsymbol{V}}_2$ の外積 $\dot{\boldsymbol{V}}$ は次のように表します。

$$\dot{\boldsymbol{V}}=\dot{\boldsymbol{V}}_1\times\dot{\boldsymbol{V}}_2=\dot{\boldsymbol{v}}V_1V_2\sin\theta$$



⑵8 最大定理、最小定理

$$f(x)=\frac{A}{B+\frac{C}{x}+Dx}$$

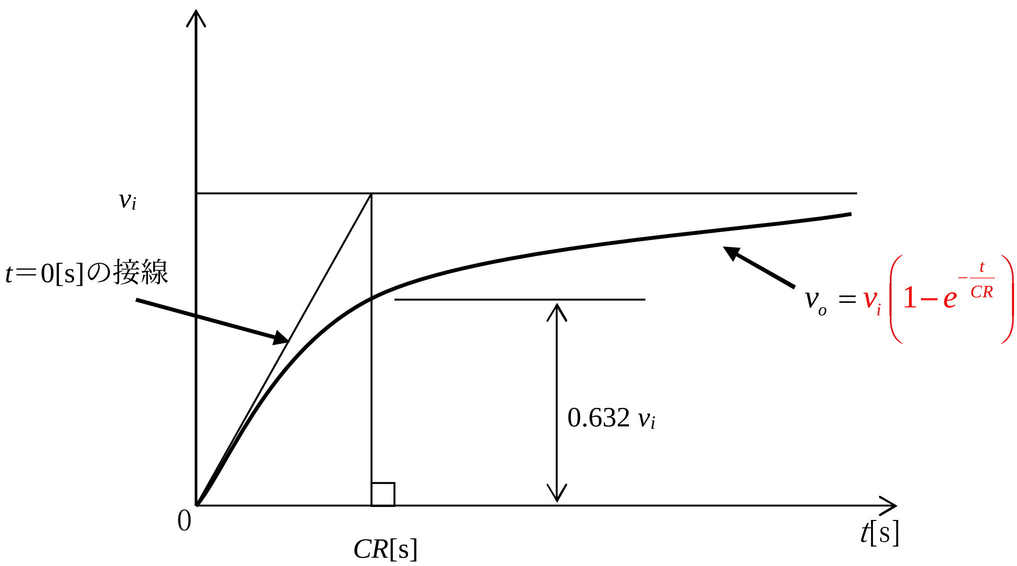
の式で、変数の項は、$a=\frac{C}{x}$ と $b=Dx$です。このとき $a\times b=$一定 となる場合、$a=b$ を満足する x が分母の最小値を与えます。分母が最小値と言う事は、$f(x)$が最大値になると言う事です。

⑵9 変圧器の効率計算式は、次の式になります。

$$\eta=\frac{\alpha P\cos\theta}{\alpha P\cos\theta+\alpha^2 P_c+P_i}\times 100 \qquad [\%]$$

ここで、P[W]:変圧器定格容量　P_c[W]:全負荷銅損
P_i[W]:鉄損　α:変圧器の利用率
cosθ:負荷力率
です。

⑶0 過渡現象を表す図と式は、下記となります。



⑶1 論理式（ブール代数）

四則演算は、足し算を＋で掛け算を･で表します。

1＋1＝1　0＋1＝1　1＋0＝1　0＋0＝0
1･1＝1　0･1＝0　1･0＝0　0･0＝0
1＋1＋1････＝1
-----(重要公式)

また、値の反転もあります。

$\bar{1}=0$　$\bar{0}=1$　-----(重要公式)

また、次式が成立します。（ここで、A B C は、1 か 0 かどちらかの値です）

$\bar{A}\cdot\bar{B}\cdot\bar{C}=\bar{A}\cdot\bar{B}\cdot\bar{C}+\bar{A}\cdot\bar{B}\cdot\bar{C}+\bar{A}\cdot\bar{B}\cdot\bar{C}$
$\bar{C}+C=1$　$\bar{B}+B=1$　$\bar{A}+A=1$　-----(重要公式)

⑶2 システムの稼動率

システムの稼動率 α は、平均故障間隔（MTBF）及び平均修復時間（MTTR）を用いて表すと、

$$\alpha=\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$$ ---------------------**(重要公式)**

となります。

⑶3 最大値 V_m と実効値 V の関係

$$v=V_m\sin\omega t=\sqrt{2}V\sin\omega t \quad [V]$$

$$V=\frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad [V]$$

正弦波の場合、最大値を$\sqrt{2}$で割った値が、実効値になります。

⑶4 交流の平均値

交流の平均値は、

$$平均値=\frac{2V_m}{\pi}$$

となります。

⑶5) コンデンサ C に蓄えられる電気量 Q

電圧 E[V]でコンデンサ C に蓄えられる電気量 Q[C]は、

$$Q=CE \quad [\mathrm{C}]$$

となります。

⑶6) 水力発電所の公式は、

$$P=9.8QH$$

となります。

ここで、発電量 P[kW]、流量 Q[m^3]、落差 H[m]です。

⑶7) ポンプ入力 P[kW]は、

$$P=\frac{9.8\,Q\,H}{\eta} \quad [\mathrm{kW}]$$

となります。

ここで、流量 Q[m^3]、標高差（揚程）H[m]、ポンプ効率 ηです。

⑶8) 短絡インピーダンス(百分率インピーダンス降下)%Z による短絡電流 I_S[A]は、

$$I_S=I_b\times\frac{100}{\%Z} \quad [\mathrm{kA}]$$

となります。ここで基準電流 I_b[A]です。

⑶9) 定格容量基準の%Z_1 [%]を基準容量に変換するには。

定格容量 P_1[kV･A]、百分率インピーダンス%Z_1 [%]の変圧器がある。 百分率インピーダンス%Z_2 [%]を基準容量 P_2[kV･A]に変換する式は、

$$\%Z_2=\frac{P_2}{P_1}\ \%Z_1$$

となります。

⑷0) 基準電流 I_b[A]の計算は、

$$I_b=\frac{\text{基準容量}}{\text{短絡点の電圧}} \quad [\mathrm{A}]$$

となります。

⑷1) %リアクタンス (%X)

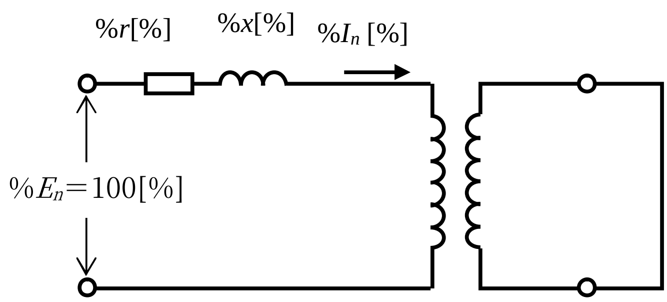
X:インピーダンス[Ω]、I_b:定格電流(基準電流)[A]、E_b:定格相電圧(基準電圧)[V]とすると、%リアクタンスは、

$$\%X = \frac{X I_b}{E_b} \times 100 \quad [\%]$$

と定義されます。

⑷2) 変圧器における百分率抵抗降下%r[%]と百分率リアクタンス降下%x[%]

単相変圧器の等価回路は、下図となります。



ここで、%E_n＝100[%]は、定格電圧の時 100[%]です。 また、一次側の百分率抵抗降下%r[%]と百分率リアクタンス降下%x[%]の値は、

$$\%r = \frac{I_n r}{E_n} \times 100 \quad [\%]$$

$$\%x = \frac{I_n x}{E_n} \times 100 \quad [\%]$$

となります。ここで、E_n:定格電圧[V]、I_n:定格電流[A]です。

⑷3) 短絡電流%I_s[%]は、

$$\%I_s = \frac{\%E_n}{\sqrt{\%r^2 + \%x^2}} \times 100 \quad [\%]$$

で計算できます。

⑷4) 三相負荷電力 P[V·A]

線電流を I[A]、線間電圧を V[V]とすると、

$$P=\sqrt{3}\ I\ V \qquad [\mathrm{V \cdot A}]$$

となります。

⑷5) 電圧降下 v[V]の公式

線電流を I[A]とすると電圧降下 v[V]は、公式

$$v=V_s-V_r=\sqrt{3}I\ (R\cos\theta+X\sin\theta) \qquad [\mathrm{V}]$$

で表されます。

ここで、送電電圧 V_s[V]、受電電圧 V_r[V]、線電流 I[A]、線路の抵抗 R[Ω]、リアクタンス X[Ω]、力率 cosθ です。

⑷6) 三相電力 P[W]

$$P=\sqrt{3}VI\cos\theta$$

ここで、線間電圧 V[V]、線電流 I[A]、力率 cosθ です。

⑷7) 送電線のたるみ

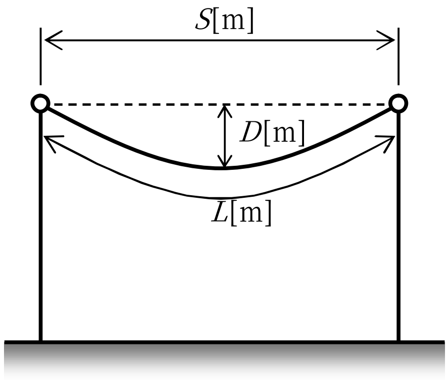
たるみ D[m]と水平張力 T[N]との関係は、次式となります。

$$D=\frac{WS^2}{8T} \qquad [\mathrm{m}]$$

ここで、W：電線単位長さの重さ[N/m]、S：径間[m]、T：張力[N]です。

ちなみに送電線の長さ L[m]は、径間 S[m]、たるみ D[m]、として

$$L=S+\frac{8D^2}{3S} \qquad [\mathrm{m}]$$



となります。

⑷8) 効率計算

変圧器などの効率計算 η[%]は、

$$\eta=\frac{\text{出力}}{\text{出力＋全損失}}\times100=\frac{\text{入力－全損失}}{\text{入力}}\times100 \qquad [\%]$$

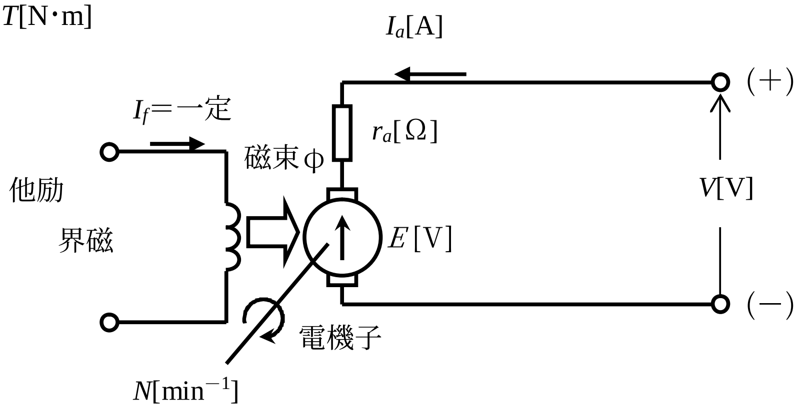
となります。

電動機などの効率計算 η[%]は、

$$\eta=\frac{\text{機械的出力}}{\text{一次入力}}\times100=\frac{\text{機械的出力}}{\text{二次入力＋一次銅損＋鉄損}}\times100 \qquad [\%]$$

となります。

⑷9) 他励直流電動機のトルク T[N･m]

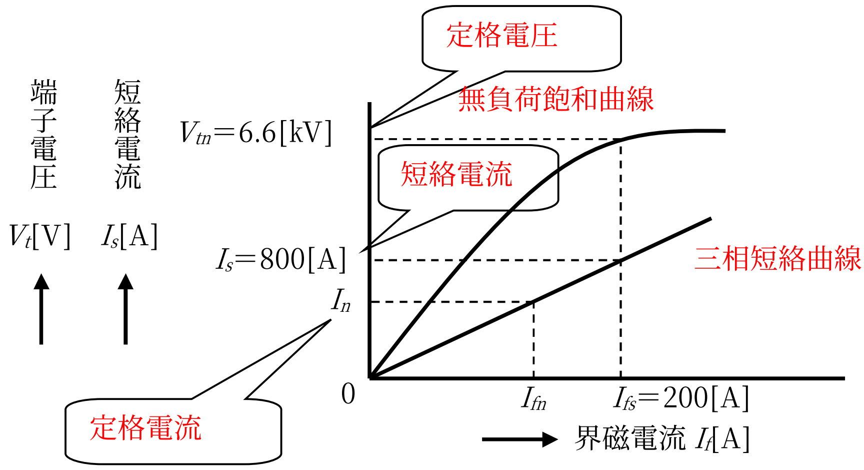


他励直流電動機は、トルク T[N･m]と電機子電流 I_a[A]の間に、次式の関係があります。

$$T = k_1 \phi I_a \qquad [\mathrm{N \cdot m}]$$

⑸0) 三相同期発電機の短絡比 K

三相同期発電機の短絡比 K は、下記の無負荷飽和曲線と三相短絡曲線において、



$$K = \frac{I_{fs}}{I_{fn}}$$

と定義されています。

⑸1) 百分率同期インピーダンス Z_s[%]と短絡比 K

百分率同期インピーダンス Z_s[%]は、短絡比 K と

$$Z_s = \frac{100}{K} \qquad [\%]$$

の関係にあります。

⑸2) 同期速度

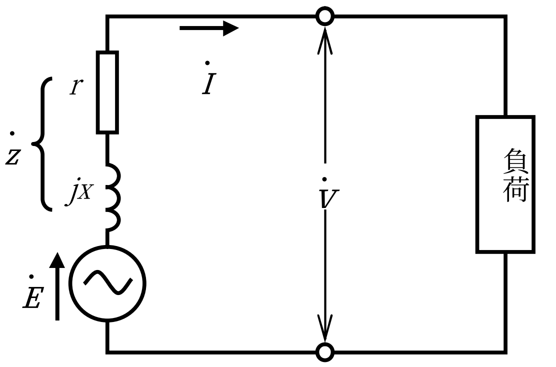
三相かご形誘導電動機の同期速度 N_0[min^{-1}]は、電源周波数 f [Hz]、極数 p 極とすると

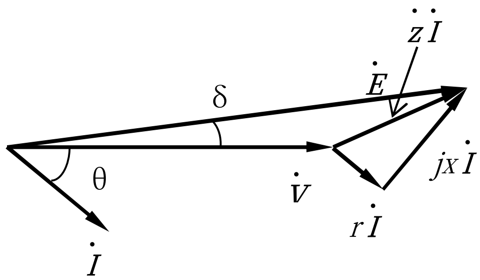
$$N_0 = \frac{120f}{p} \qquad [\mathrm{min}^{-1}]$$

となります。

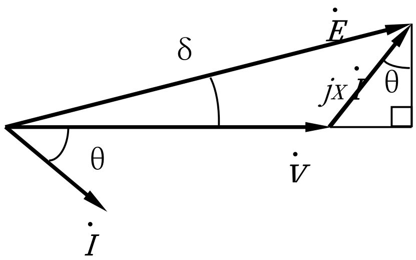
⑸3) 同期発電機における内部相差角

同期発電機の 1 相の等価回路とベクトルを図で表すと、下図となります。





電機子抵抗 r は無視するので、ベクトル図は、簡単になって、下図となります。



ベクトル図から内部相差角(負荷角)δを求めると、

$$\delta = \tan^{-1}\frac{x\,I\cos\theta}{V + x\,I\sin\theta}$$

となります。

⑸54 電動機の出力 P[kW]は、

$$P = \omega T \qquad [\mathrm{W}]$$

で計算できます。

ここで角速度 ω[rad/s]、トルク T[Nm]です。

⑸55 直流分巻電動機の起電力

直流分巻電動機の誘導起電力 E'[V]は、k を比例定数とすると磁束 ϕ[Wb]、回転速度 N[min^{-1}]の間に、次の関係があります。

$$E = k\phi N \qquad [\mathrm{V}]$$

⑸56 照度と光束の関係

光束 F[lm]の均等放射光源が、透過率 η のすりガラスを透過した光束で面積 S[m^2]の完全拡散性白色紙を一様に照射したときの照度 E[lx]は、

$$E = \frac{F\eta}{S} \qquad [\mathrm{lx}]$$

となります。

⑸57 透過率 τ を通過した光の光束発散度

透過率が τ のすりガラスを通過する光束発散度 M[lm/m^2]は、

$$M = \tau E \qquad [\mathrm{lm/m^2}]$$

となります。

⑸58 光束発散度 M[lm/m^2]と輝度 L[cd/m^2]の関係

完全拡散面において、光束発散度 M[lm/m^2]と輝度 L[cd/m^2]の間には、

$$M = \pi L \qquad [\mathrm{lm/m^2}]$$

の関係があります。

(59) 需要率、不等率、負荷率は、

$$需要率=\frac{最大需要電力[kVA]}{負荷設備容量[kW]}$$

$$不等率=\frac{個々の負荷最大需要電力の和[kW]}{合成最大需要電力[kW]}$$

$$負荷率=\frac{平均需要電力[kW]}{最大需要電力[kW]}$$

最大需要電力[kW]＝負荷設備容量[kW]×需要率

となります。

(60) 合成最大需要電力は、

$$合成最大需要電力[kW]=\frac{負荷最大需要電力[kW]}{不等率}$$

となります。

(61) 最大使用電圧

最大使用電圧は、次の式で計算します。

1,000[V]以下

最大使用電圧＝使用電圧×1.15　[V]

1,000[V]を超え 500,000[V]未満

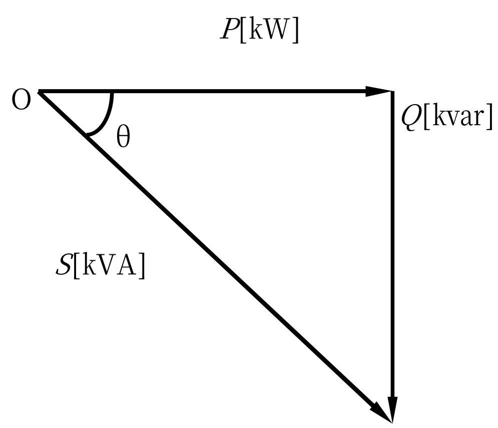
$$最大使用電圧=使用電圧\times\frac{1.15}{1.1}\quad[V]$$

(62) 有効電力 P、無効電力 Q、皮相電力 S は、

$S=P+jQ$

$S^2=P^2+Q^2$

の関係にあります。



2017 年 10 月 10 日　初版第 1 刷

製作者：電気と資格の広場

著者：坂林和重

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

電気と資格の広場　事務局　Denki & Shikaku
HP：http://e-denki.jp/　　　E-mail：info@e-denki.jp

◎本社：〒114ー0022 東京都北区王子本町 1ー14ー10〜102
TEL 03-6314-7816(代表) FAX 03-6759-4161

・取引銀行：三菱東京 UFJ 銀行(0005)、王子駅前(763)、普通、
口座番号 0108360398　サカバヤシ　カズシゲ
・取引銀行：ジャパンネット銀行(0033)、はやぶさ支店(003) 、普通、
口座番号 4703834　サカバヤシ　カズシゲ

個人情報は、目的外での使用禁止、並びに、秘密厳守といたします。
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★