

発電機は **機械** エネルギーを **電気** エネルギーに変換するもの。磁界(磁束密度 B)の中に置かれた導体(長さ L 、磁束に垂直におかれている)を速度 v で磁束中に垂直方向に動かすと、この導体の中に誘導起電力が発生する。誘導起電力は $E = B \cdot L \cdot v$ で計算できる。起電力に流れる電流の方向は **フレミングの右手の法則** に決定できる。

電動機は **電気** エネルギーを **機械** エネルギーに変換するもの。磁界(磁束密度 B)の中に置かれた導体(長さ L 、磁束に垂直におかれている)に電流を流すと、電磁力の大きさは $F = B \cdot L \cdot I$ で求められる。向きは **フレミングの左手の法則**。

ブラシと整流子を用いた直流機では電機子反作用の対策として **補極** と **補極巻線** が設けられる。これらにより電機子反作用によって固定子が見た **電磁的** 中性軸の位置が変化するため、これに合わせてブラシを移動させる。ブラシを通じて **短絡** 電流が流れ、ブラシと整流子片間に **火花** が発生し整流子片を焼損おそれがある。

また、電機子反作用によって **減磁** 作用があり電機子の起電力は **低下** する。そのため小型機では **補極** が一般的に用いられる。

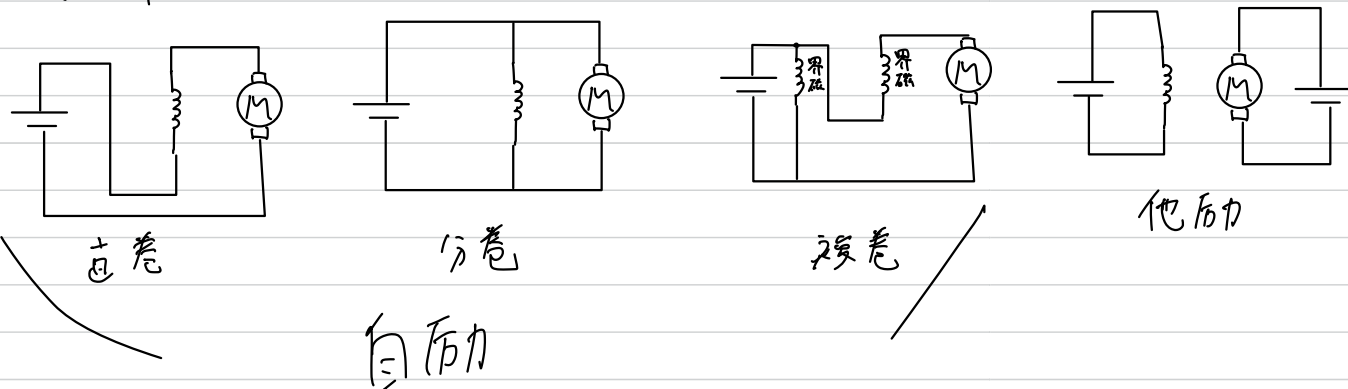
直流発電機 **他励** **自励** がある

↑
励磁電流を外部から供給する
↑
励磁電流を電機子から供給する

鉄心の磁気飽和によりある一定の励磁電流以上では磁束密度が増加しないため、励磁電流を増加しても起電力は飽和する。

図 7-90° 電圧降下をなくする。→ 120° 電圧降下をなくする

等価回路



発電機の起電力

回転子の回転数 n [min⁻¹]

↑
 n 速度 $v = \frac{\pi b n}{60}$ [cm/s]

磁束密度 $B = \frac{P \cdot \phi}{\pi D L}$ P 極数 ϕ 1極あたりの磁束

1導体の起電力 $e = B \cdot L \cdot v = \frac{P \phi}{\pi D L} \cdot L \cdot \frac{\pi b n}{60} = P \phi \frac{n}{60}$ [V]

発電機の起電力 $E = \text{直列導体数} \times e = \frac{Z}{a} P \phi \frac{n}{60} = k_1 \cdot \phi \cdot n$

$k_1 = \frac{PZ}{60a}$ ← 発電機の構造で決まる定数

Z : 全導体数 a : 並列回路数 (直巻 $a=P$ 複巻 $a=2$)

回転数 n [min⁻¹] $n = \frac{60W}{2\pi}$

$E = k_1 \cdot \phi \cdot n$
↑
電圧

$k_2 = \frac{PZ}{2\pi a}$... 定数

ϕ [wb] ... 1極あたりの磁束

ω [rad/s] ... 回転角速度

トルクの計算

固定子の磁束密度 B

端子から流れる電流 I_a

(1導体に流れる電流 $I = \frac{I_a}{a}$)

↑
発生する起電力 $F = B \cdot L \cdot I = \frac{B \cdot L \cdot I_a}{a}$

$B = \frac{P \cdot \phi}{\pi D L}$ と代換 $F = \frac{P \cdot \phi \cdot I_a}{\pi D a}$

↑
 $T = Z \cdot F \cdot \frac{L}{2} = \frac{Z \cdot P \cdot \phi \cdot I_a}{2\pi a} = k_2 \cdot \phi \cdot I_a$

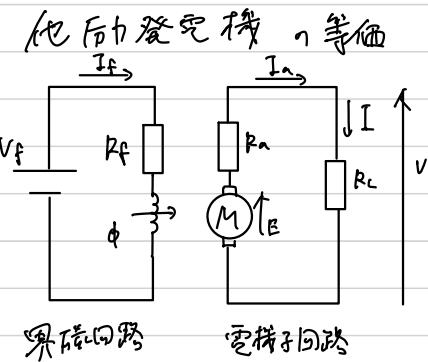
↑
 T [Nm] ... 出力 P_o [W]

$T = k_2 \cdot \phi \cdot I_a$

$k_2 = \text{定数}$ ϕ [wb] I_a [A] ... 電機子電流 (端子流入電流)

$P_o = T \cdot \omega$

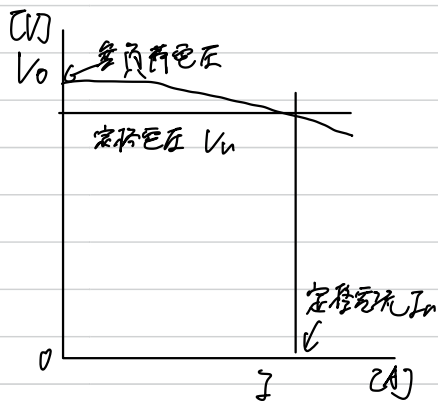
ω [rad/s] ... 回転角速度



V_f 界磁電圧
 R_f 界磁巻線抵抗
 I_f 界磁電流
 ϕ 界磁磁束
 E 起電力
 R_a 電機子巻線抵抗
 I_a 電機子電流
 R_L 負荷抵抗
 I 負荷電流
 V 負荷電圧

$V_f = R_f I_f$
 $\phi = k \cdot I_f$
 $V = E + I_a R_a$
 $E = k_2 \phi \omega$
 $I = I_a$

$V = E - (R_a I_a + V_a + V_b)$
 \uparrow 電機子起電力
 \uparrow ブラシ接触時の電圧降下

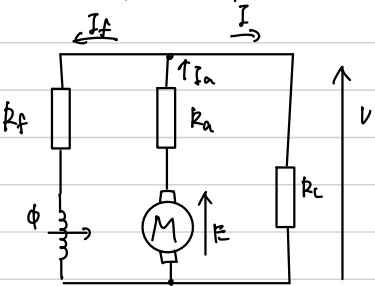


負荷特性

電圧変動率

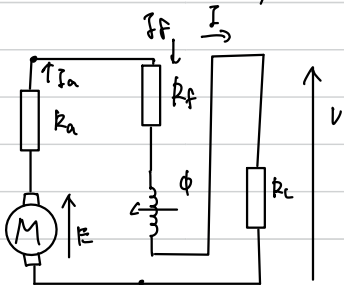
$\epsilon = \frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100\%$

自励 (分巻)

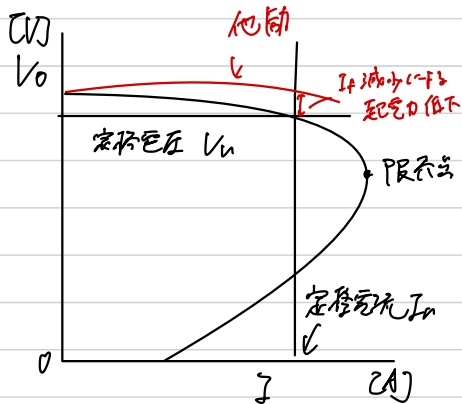


$V = R_f I_f$
 $\phi = k \cdot I_f$
 $V = E + I_a R_a$
 $E = k_2 \phi \omega$
 $I = I_a + I_f$

自励 (並巻)



$\phi = k I_f$
 $V = E + (R_a I_a + R_f I_f)$
 $E = k_2 \phi \omega$
 $I = I_a = I_f$



負荷特性

例 定格 1kW 200V 1200min⁻¹ 電機子抵抗 $R_a = 1\Omega$ の直流他励

界磁 $I_f = 10A$ の時定格運転 $I_f = 10.5A$ のとき 諸等起電力、負荷電流、端子電圧、出力電力を求めよ

$P_0 = V \cdot I_a$ $I_a = \frac{P_0}{V} = \frac{1000}{200} = 5A$ $E = V + R_a I_a = 200 + 5 \times 1 = 205V$

回転速度一定 $I_f = 10.5A$ のとき $\frac{E}{E'} = \frac{I_f}{I_f'} = \frac{10}{10.5}$ $E' = 215.25V$

$E = (R_a + R_f) I_a$ より $\frac{E}{E'} = \frac{I_a}{I_a'} = \frac{I_f}{I_f'}$ $I_a' = 5.25A$ $V' = E' - R_a I_a' = 215.25 - 5.25 = 210V$

$P_0' = V' \cdot I_a' = 110.25$

自励

2 定格 10kW 100V の並巻発電機 電機子抵抗はブラシ含め 0.5Ω $I_f = 5A$ 定格運転時の 諸等起電力 界磁巻線抵抗を求めよ

$P_0 = V \cdot I$ $I = \frac{P_0}{V} = \frac{10000}{100} = 100A$ $I_f = 5A$ $I_a = I + I_f = 105A$ $E = V + R_a I_a = 100 + 0.5 \times 105 = 152.5V$

$R_f = \frac{V}{I_f} = 20\Omega$