

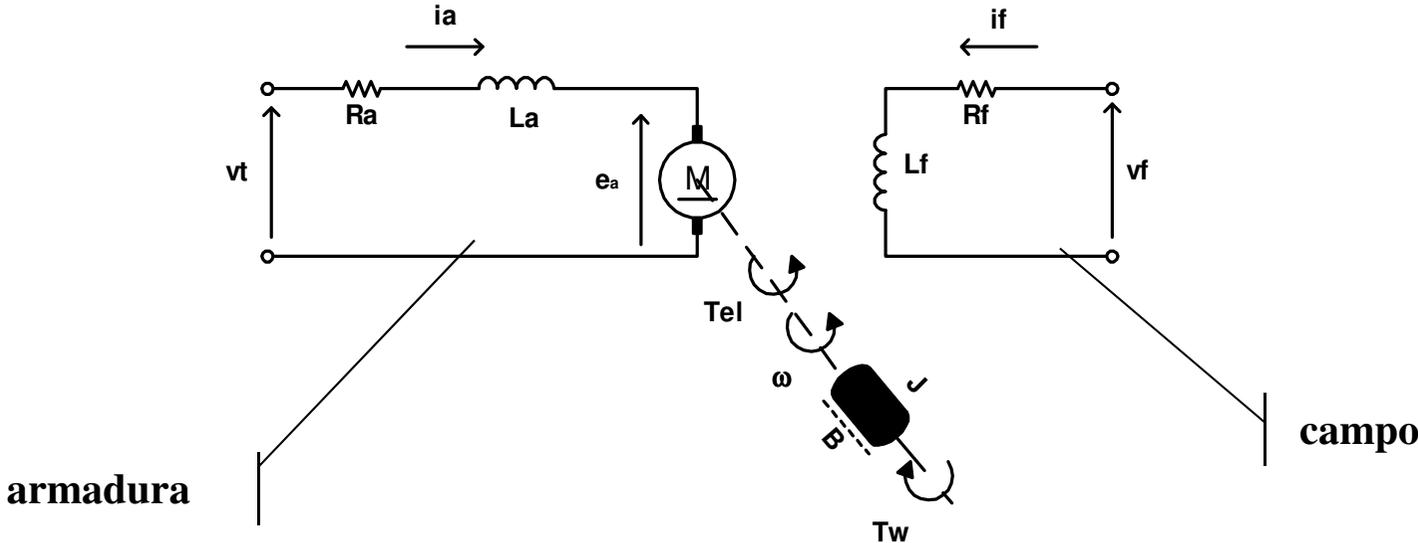
ACIONAMENTO COM MÁQUINAS CC

**CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS E DINÂMICAS
DAS MÁQUINAS CC**

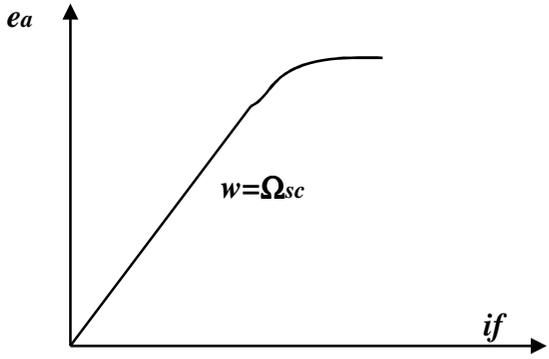
MÁQUINAS DE CORRENTE CONTÍNUA

- **EXCITAÇÃO INDEPENDENTE**
- **EXCITAÇÃO SÉRIE**
- **EXCITAÇÃO COMPOSTA**

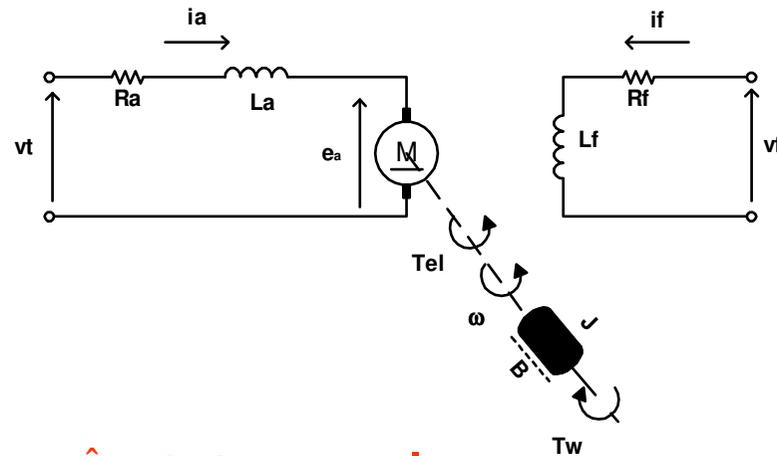
MOTORES CC DE EXCITAÇÃO INDEPENDENTE



$$e_a = k\phi\omega = F(if)\omega = \Omega_{sc}$$



MODELO MATEMÁTICO DO MOTOR CC DE EXCITAÇÃO INDEPENDENTE



- EQUAÇÕES DINÂMICAS**

$$v_f = R_f \cdot i_f + L_f \frac{di_f}{dt}$$

$$v_t = k\phi\omega + L_a \frac{di_a}{dt} + R_a \cdot i_a$$

$$T_{el} = k\phi i_a = J \frac{d\omega}{dt} + B\omega + T_w$$

- EQUAÇÕES ESTÁTICAS (REGIME PERMANENTE)**

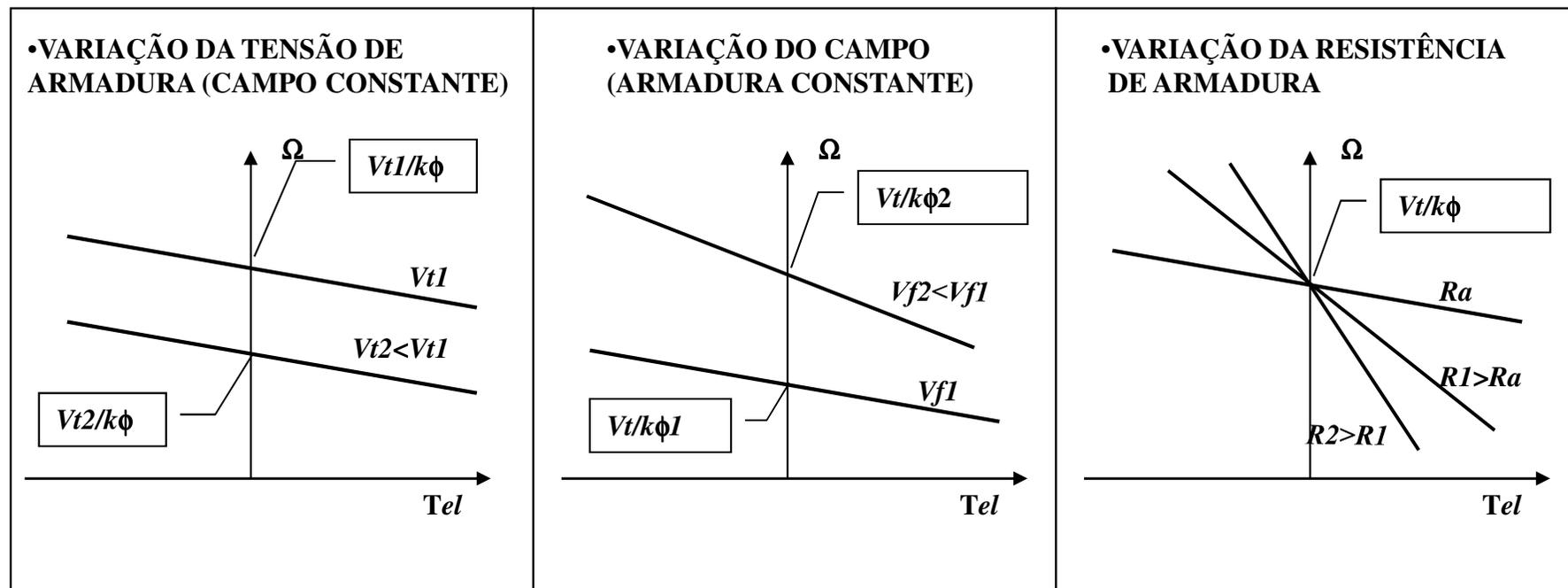
$$V_f = R_f \cdot I_f$$

$$V_t = k\Phi\Omega + R_a \cdot I_a$$

$$T = k\Phi I_a = B\Omega + T_w$$

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DO MOTOR CC DE EXCITAÇÃO INDEPENDENTE

$$\Omega = \frac{V_t}{k\Phi} - \frac{R_a \cdot T_{el}}{(k\Phi)^2} = \frac{k\Phi \cdot V_t - R_a \cdot T_w}{(k\Phi)^2 + R_a \cdot B}$$



LIMITES DE OPERAÇÃO DO MOTOR CC DE EXCITAÇÃO INDEPENDENTE

⇒ *If nominal (máxima), V_t variável [desprezando-se R_a]*

$$0 \leq V_t \leq V_{tnom}$$

$$0 \leq \Omega \leq \Omega_{nom}$$

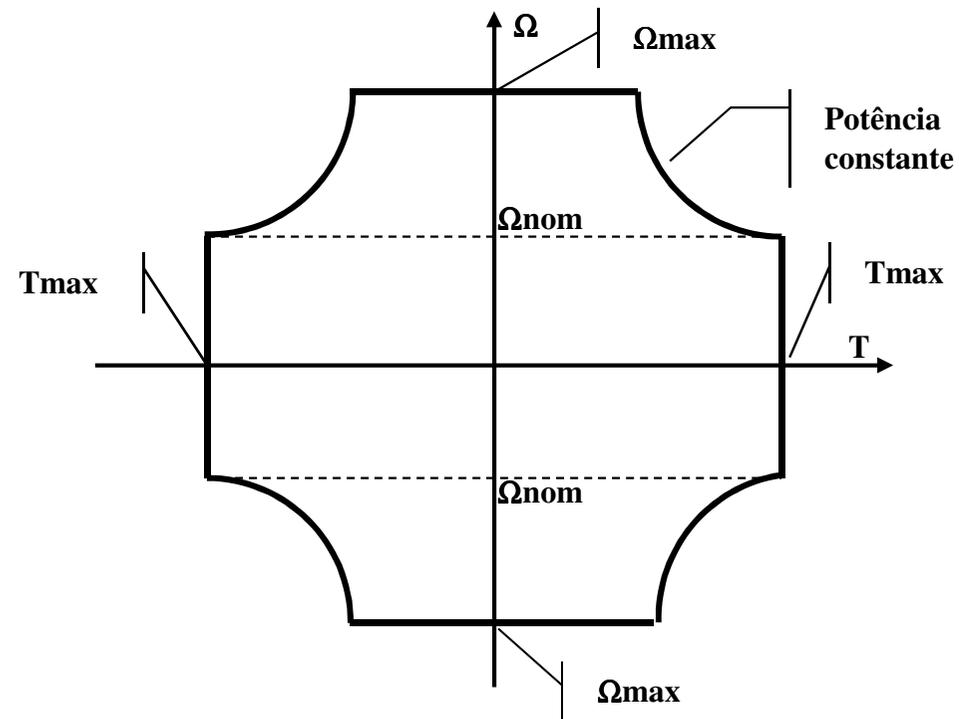
$$0 \leq I_a \leq I_{anom}$$

$$0 \leq T \leq T_{nom} = T_{max}$$

⇒ *V_t nominal, I_f variável*

$$I_f \geq I_{fnom} \geq I_{f \text{ mín.}}$$

$$\Omega_{nom} \leq \Omega \leq \Omega_{máx}$$



DINÂMICA MOTOR - MECANISMO

DOMÍNIO DO TEMPO

$$I_f = \frac{V_f}{R_f} = \textit{constante}$$

$$\Phi = F(I_f) = \textit{constante}$$

$$v_t = k\Phi\omega + La \frac{dia}{dt} + Ra \cdot ia$$

$$T_{el} = k\Phi ia = J \frac{d\omega}{dt} + B\omega + T_w$$

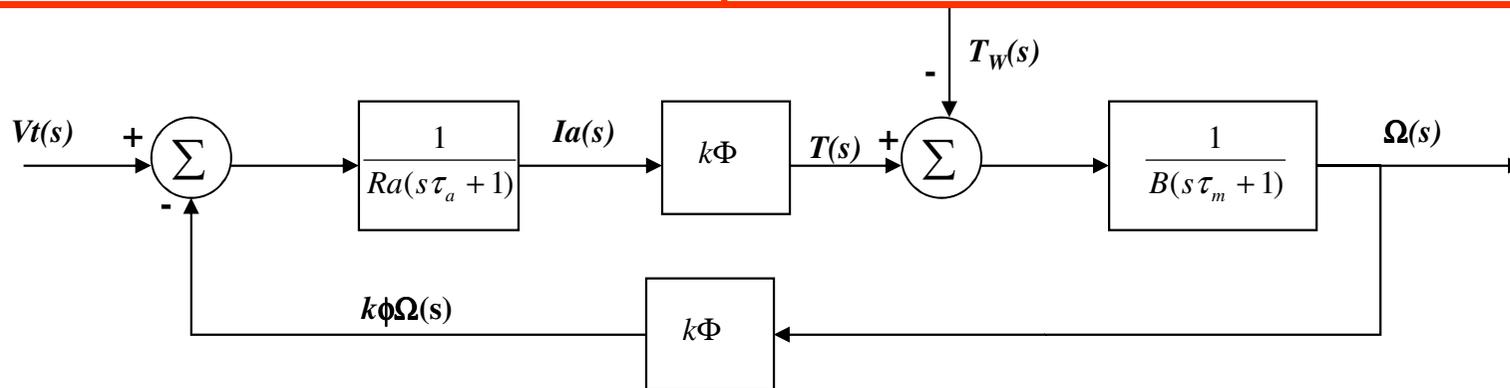
DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (TRANSFORMADA DE LAPLACE COM CONDIÇÕES INICIAIS NULAS)

$$I_a(s) = \frac{V_t(s) - k\Phi\Omega(s)}{sLa + Ra} = \frac{V_t(s) - k\Phi\Omega(s)}{Ra(s\tau_a + 1)}$$

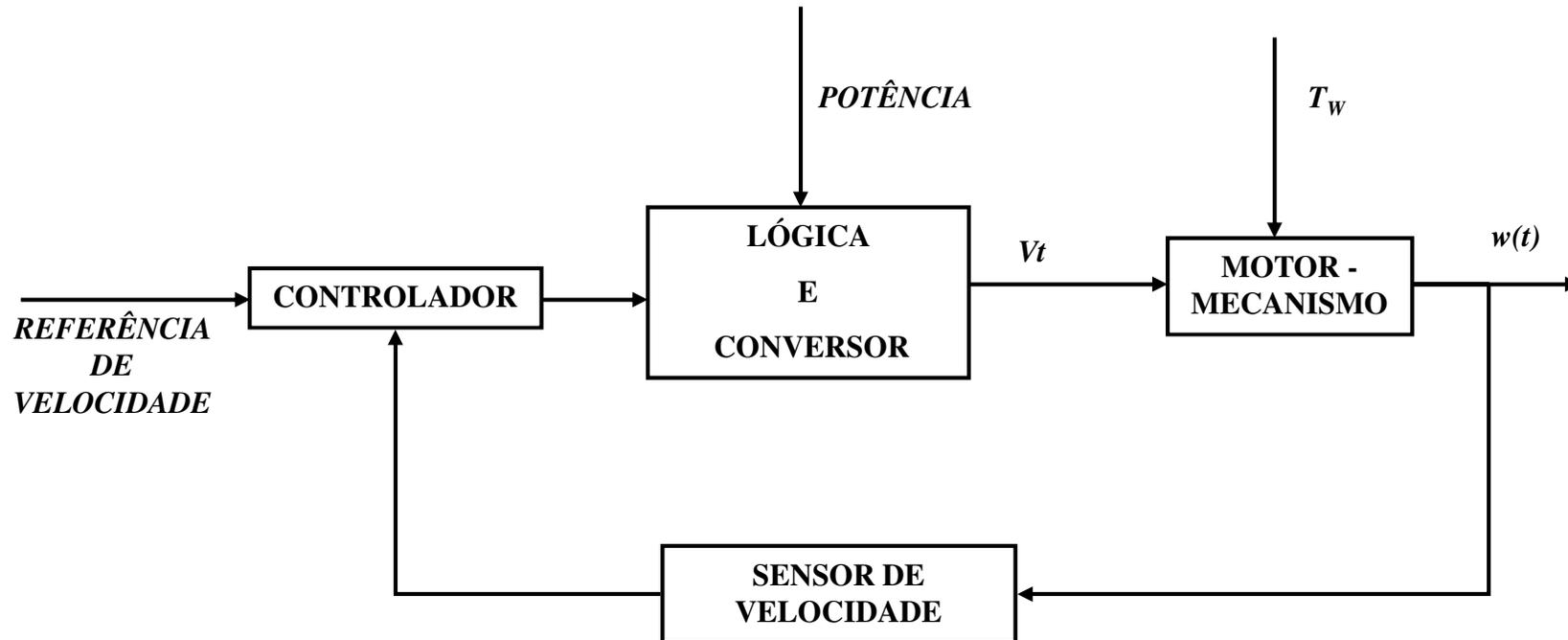
$$\Omega(s) = \frac{T(s) - T_w(s)}{sJ + B} = \frac{T(s) - T_w(s)}{B(s\tau_m + 1)}$$

$$\tau_a = \frac{La}{Ra}$$

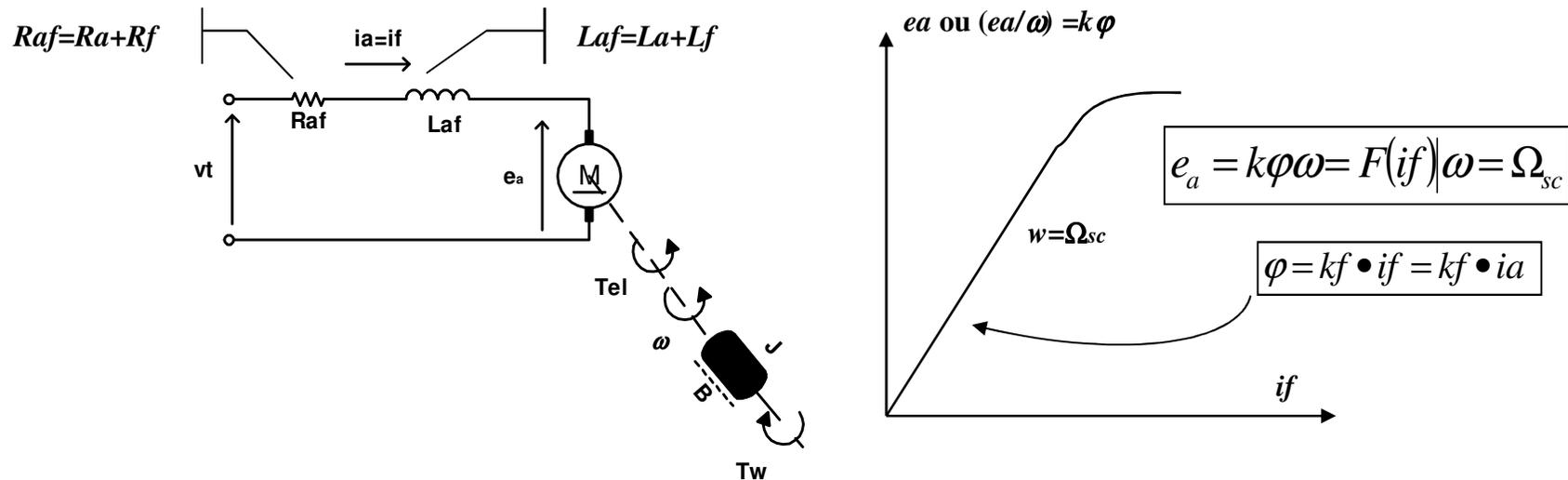
$$\tau_m = \frac{J}{B}$$



SISTEMA DE CONTROLE DE VELOCIDADE COMPLETO



MOTORES CC COM EXCITAÇÃO SÉRIE



• EQUAÇÕES DINÂMICAS

$$v_t = k\phi\omega + L_{af} \frac{di_a}{dt} + R_{af} \cdot i_a$$

$$T_{el} = k\phi i_a = k_a f \cdot i_a^2 = J \frac{d\omega}{dt} + B\omega + T_w$$

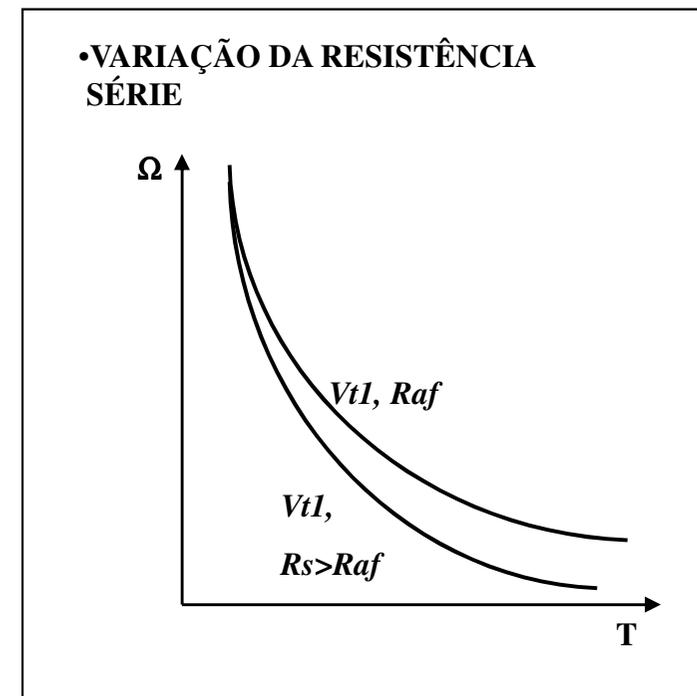
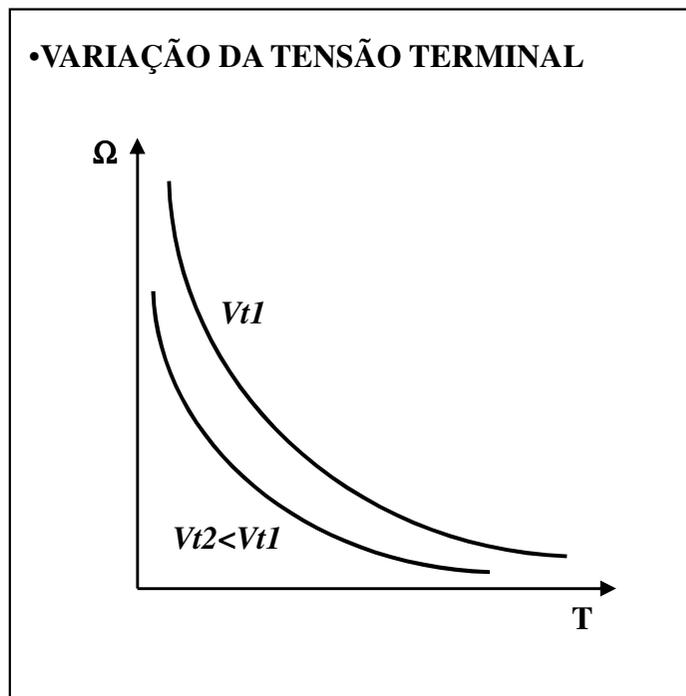
• EQUAÇÕES ESTÁTICAS (REGIME PERMANENTE)

$$V_t = k\Phi\Omega + R_{af} \cdot I_a = (k_a f \cdot \Omega + R_{af}) \cdot I_a$$

$$T = k\Phi I_a = k_a f \cdot (I_a)^2 = B\Omega + T_w$$

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DO MOTOR CC DE EXCITAÇÃO SÉRIE

$$\Omega = \frac{V_t}{\sqrt{k_{af}} \cdot T} - \frac{R_{af}}{k_{af}} = \frac{V_t}{\sqrt{k_{af}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}} - \frac{R_{af}}{k_{af}}$$



SISTEMA MOTOR CC SÉRIE - MECANISMO (DIAGRAMA DE SIMULAÇÃO)

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} [Tel - T_w - B\omega]$$

$$\frac{dia}{dt} = \frac{1}{Laf} [vt - kaf \cdot \omega \cdot ia - Raf \cdot ia]$$

$$Tel = kaf \cdot (ia)^2$$

