

Organisation:  
2 Dozenten

Embedded Power Electronics

Modellbasierter Entwurf  
von geregelten elektromechanischen Systemen

Vorlesung      Übung

Vorlesung      Übung

Leistungsteil  
Software

fast fertiges  
embedded System  
mit Software  
zum Laufen  
bringen

Motor  
Regelung

Modelle mit MATLAB  
- Simulink  
- Power System Toolbox  
Räumlicher- Beschreibung  
Feldorientierte Regelung

gemeinsame Klausur  
2 x 45 min

gemeinsame  
Rücksprache

Übung in 2 Gruppen

B 208      7 Tische  
21 Stühle

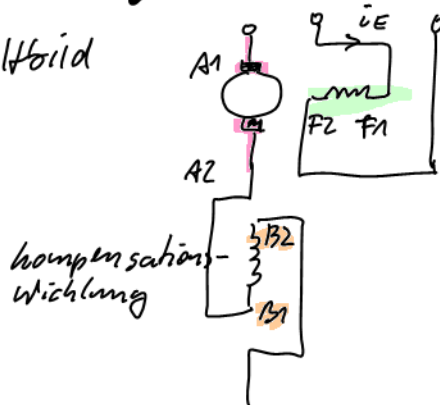
B 305      15 Redner  
30 Stühle

# Inhalt:

- Gleichstromantrieb: Prinzipien gut sichtbar
- Drehstrommotoren: Beschreibung durch Raumzeiger  
 Motormodelle: Synchronmotor, Asynchronmotor  
 Feldorientierte Regelung  
 eventuell komplett mit Umrichter

## Gleichstrommotor

Schaltbild



Fremderregte Maschine

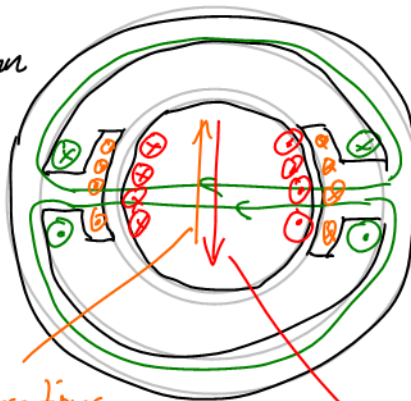
Ankerwicklung

große Ströme  
dicke Klemmen

Erregerwicklung

kleine Ströme  
dünne Klemmen

Innerer Aufbau



Erregung  $\Phi$

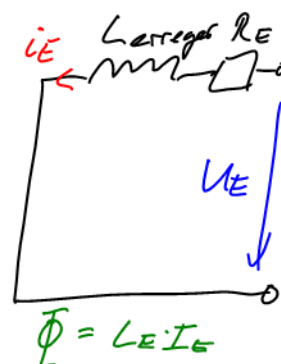
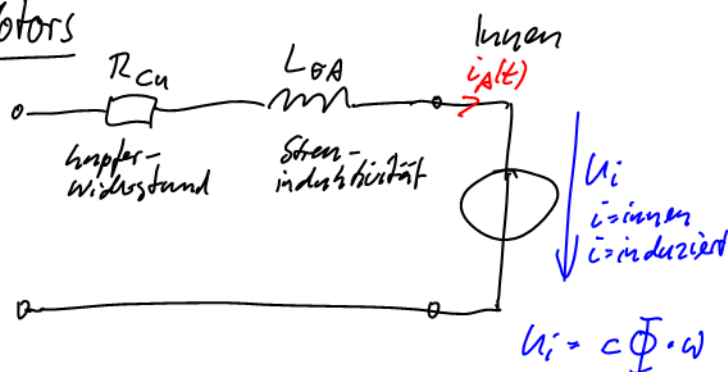
Ankerstrom  $I_A$   $i_A(t)$

kompen-  
sations-  
wicklung  
mit kompen-  
sation  
des Ankerfeldes

Ankerfeld als Ankerückwirkung

das kompen-sationsfeld bewirkt, dass das Erregerfeld seine Richtung (und seinen Betrag) beibehält.

## Modell des Motors



Modell als Gleichungen:

$$U_i = c \Phi \cdot \omega$$

$c = \text{konstante (Windungszahl)}$

$\Phi = BA$  magnetischer Fluss

$$U_A = U_i + \underbrace{i_A(t) R_A}_{R_{Cu}} + \underbrace{L_A \frac{di_A}{dt}}_{L_A}$$

$$M(t) = c \Phi \cdot i_A(t)$$

Erläuterung:  $P_{el} = U_i \cdot I_A = c \Phi \omega I_A$

$$P_{mech} = M \cdot \omega$$

$$P_{el} = P_{mech} \Rightarrow M = c \Phi I_A$$

Beispielwerte:

Spannung: 220V Drehzahl  $n_{nom} = 1450 \text{ min}^{-1}$

Leistung:  $P_{mech} = 2,76 \text{ W}$  Ankerstrom  $I_{Anker} = 15 \text{ A}$

$$\omega_{mech} = n \cdot \frac{2\pi}{60} = 1450 \cdot \frac{2\pi}{60} = 151,84 \text{ s}^{-1}$$

$$c \Phi = ? \quad M = c \Phi \cdot I_A \quad c \Phi = \frac{M}{I_A} =$$

$$\boxed{1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}}$$

$$P = M \omega \Rightarrow M = \frac{P}{\omega} = \frac{2,76 \text{ W}}{151,84 \text{ s}^{-1}} = 18,18 \text{ Nm}$$

$$c \Phi = \frac{18,18 \text{ Ws}}{15 \text{ A}} = \underline{\underline{1,19 \text{ Vs}}}$$

$$U_i = c \Phi \omega = 1,19 \text{ Vs} \cdot 151,84 \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{179,9 \text{ V}}}$$

$$U_A = c \Phi \omega + I_A R_A \quad \text{Gleichspannung}$$

$$I_A R_A = U_A - c \Phi \omega = 220 \text{ V} - 179,9 \text{ V} = 40,1 \text{ V}$$

$$R_A = 40,1 \text{ V} / 15 \text{ A} = \underline{\underline{2,6 \Omega}}$$

$$L_A = ? \quad \text{Versuch Stromanstieg: } \tau_A = 10 \text{ ms}$$

$$L_A = \tau_A \cdot R_A = 26 \text{ mH}$$

$$L_E = ? \quad \text{Versuch Stromanstieg} \quad \tau_E = 200 \text{ ms}$$

$$L_E = \tau_E R_E =$$

$I_E > 2,2 \text{ A}$  geschildert

$$R_E = \frac{220 \text{ V}}{2,2 \text{ A}} = 100 \Omega$$

(Aus Wirkungsgrad  
Erregerverluste  $U_E = U_A$ )

$$P_{err} = U_A \cdot I_E \approx 15\%$$

$$L_E = 200 \text{ ms} \cdot 100 \Omega = \underline{\underline{20 \text{ H}}}$$

$$I_E \approx 0,15 \cdot I_A$$