1. Tagung
„Feinwerktechnische Konstruktion“
IFTE, TU Dresden

Ansteuerverfahren oszillierender Linearantriebe in Elektrokleingeräten

Michael Franke
06. November 2007

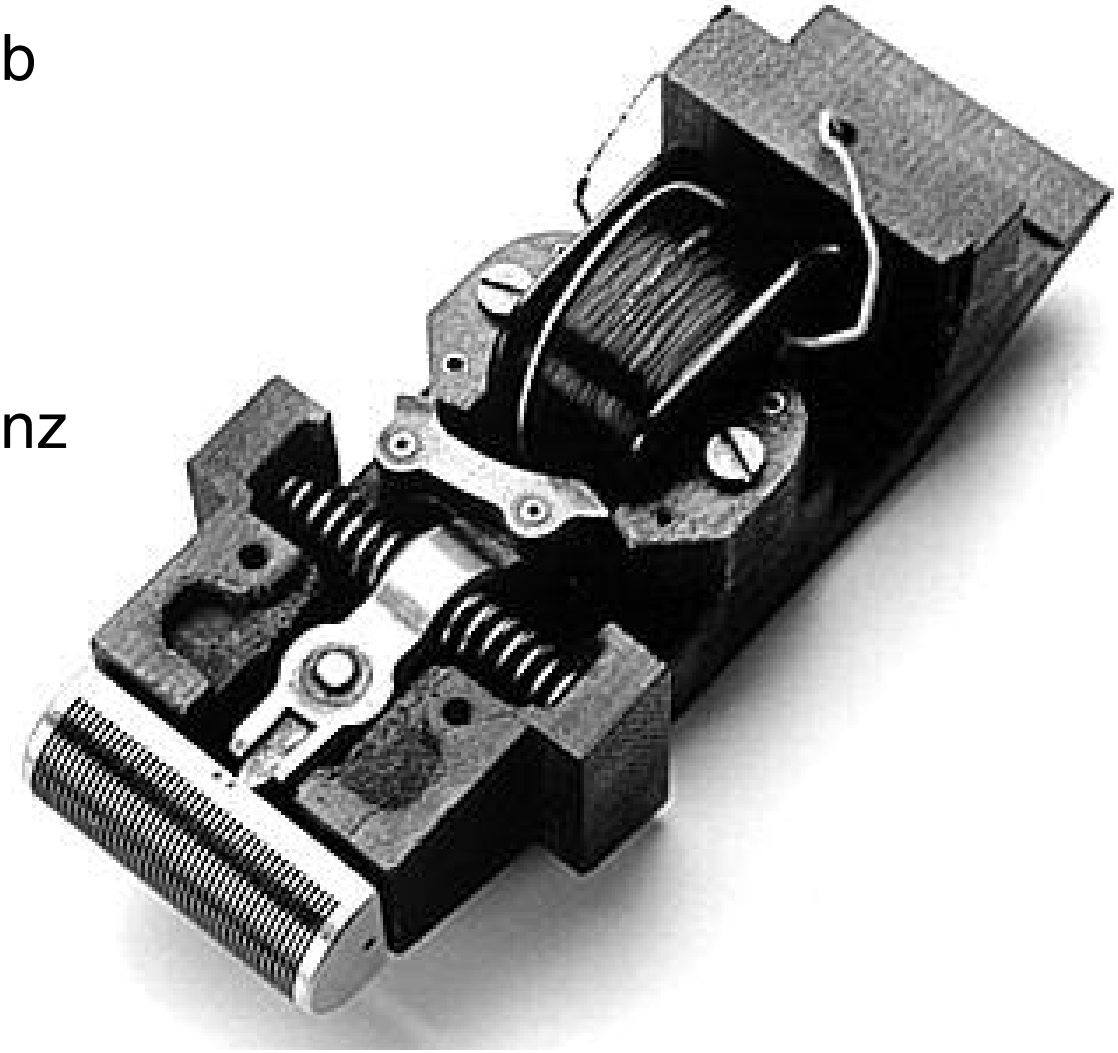
P&G

BRAUN

Michael Franke
November 07

1940 – Prototyp Scherfolienrasierer

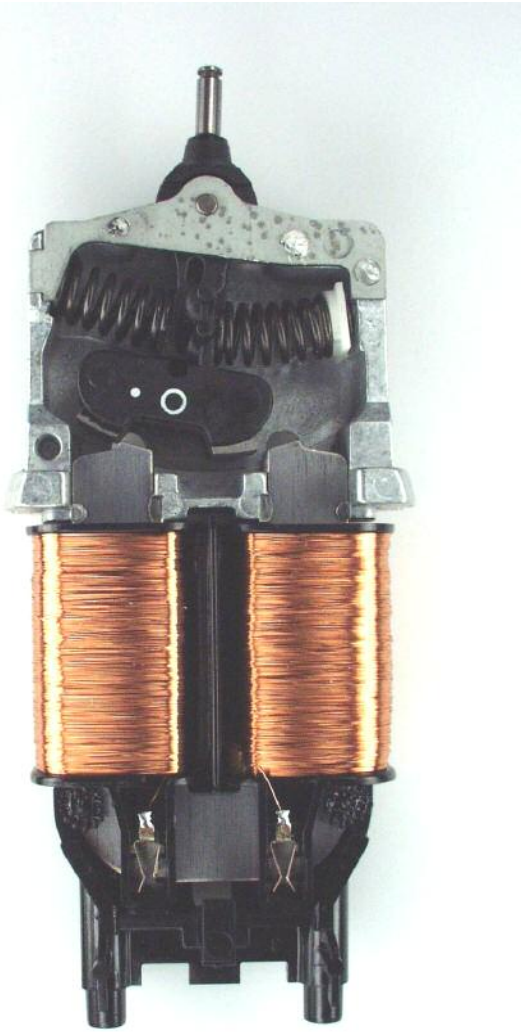
- Antriebsprinzip
  - Schwingankerantrieb
  - Reluktanzprinzip
- Geschwindigkeit
  - 2-fache Netzfrequenz
  - 100Hz bzw. 120Hz
- Kein Batteriebetrieb sinnvoll

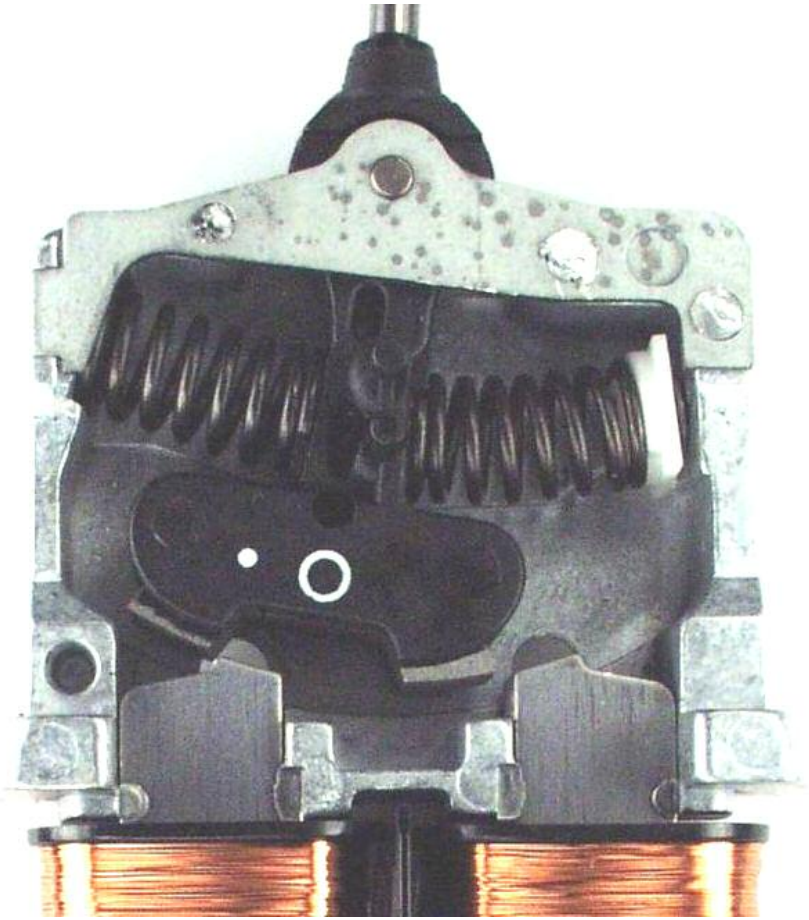


P&G

BRAUN

Schwingankermotor





2002 - Bis zuletzt gebaute Ausführungsform

Aktueller Basisantrieb

DC-Motor mit Excenter & Schwingbrücke

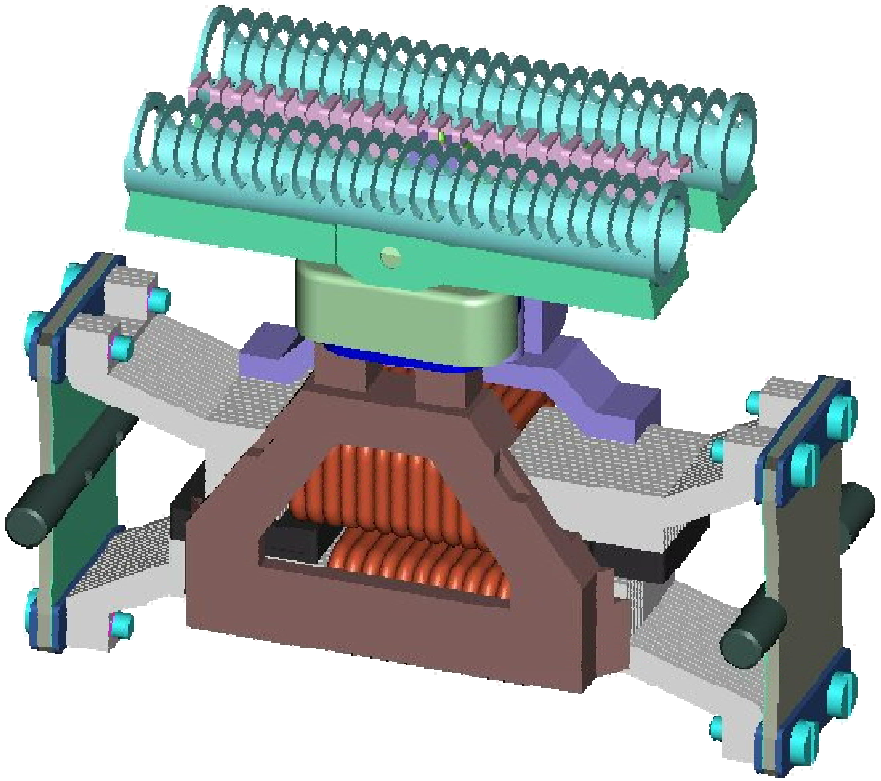
Vorteile:

- Batterie-/Akkubetrieb
- Einfache Ansteuerung

Nachteile:

- Amplitude wird durch Excenter bestimmt
- Keine Variation der Amplitude
- Keine Nachregelung der Amplitude möglich

Oszillierender Linearantrieb



Vorteile:

- Batterie-/Akkubetrieb
- Variation der Amplitude ist möglich
- Nachregeln der Amplitude bei Laständerungen

Nachteile:

- Aufwendige Ansteuerung
- Konstante Frequenz

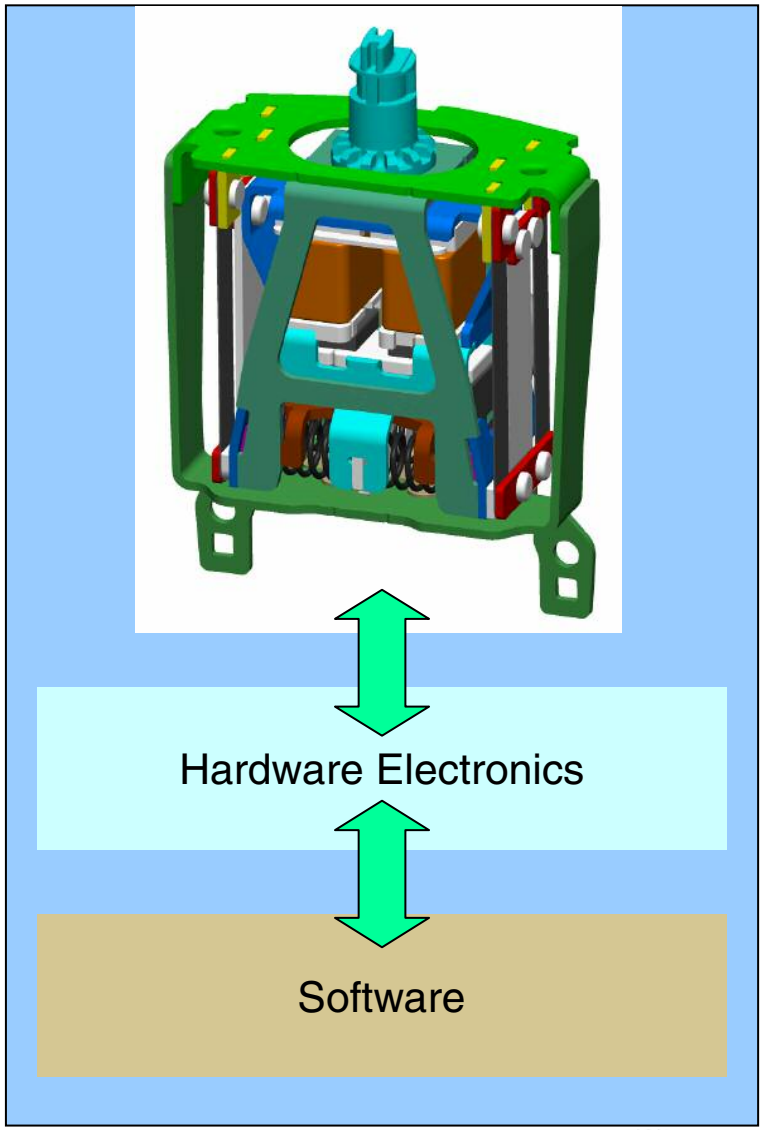
Ziel: Sensorlose Kontrolle der Schwingungsamplitude

P&G

BRAUN

Zusammenspiel der Fachkompetenzen

- Elektromechanisches Antriebssystem
  - Feder-, Masse- & Dämpfersystem
  - Magnetkreis
  - Mechanische Koppelelemente
- Elektronik
  - Motoransteuerung
  - Messsignalaufbereitung
- Software
  - Motoransteuerung
  - Messsignalverarbeitung
  - Regelung



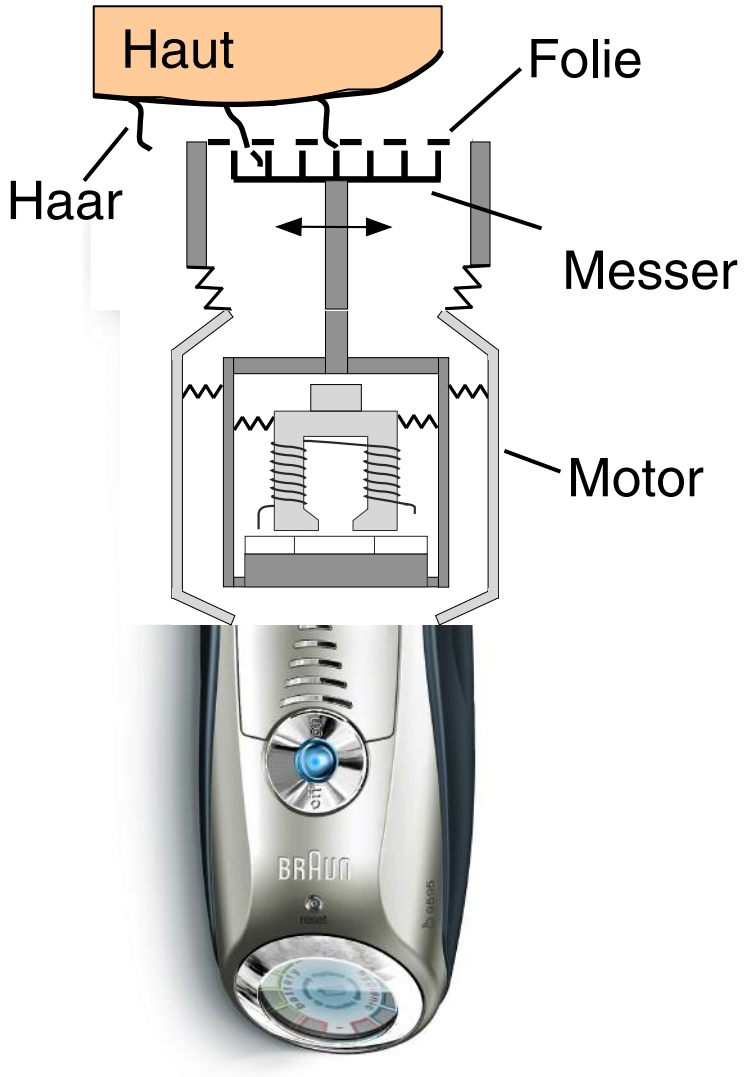
P&G

BRAUN

Funktionsschema des Antriebsstrangs

Rasier „Pulsonic“:

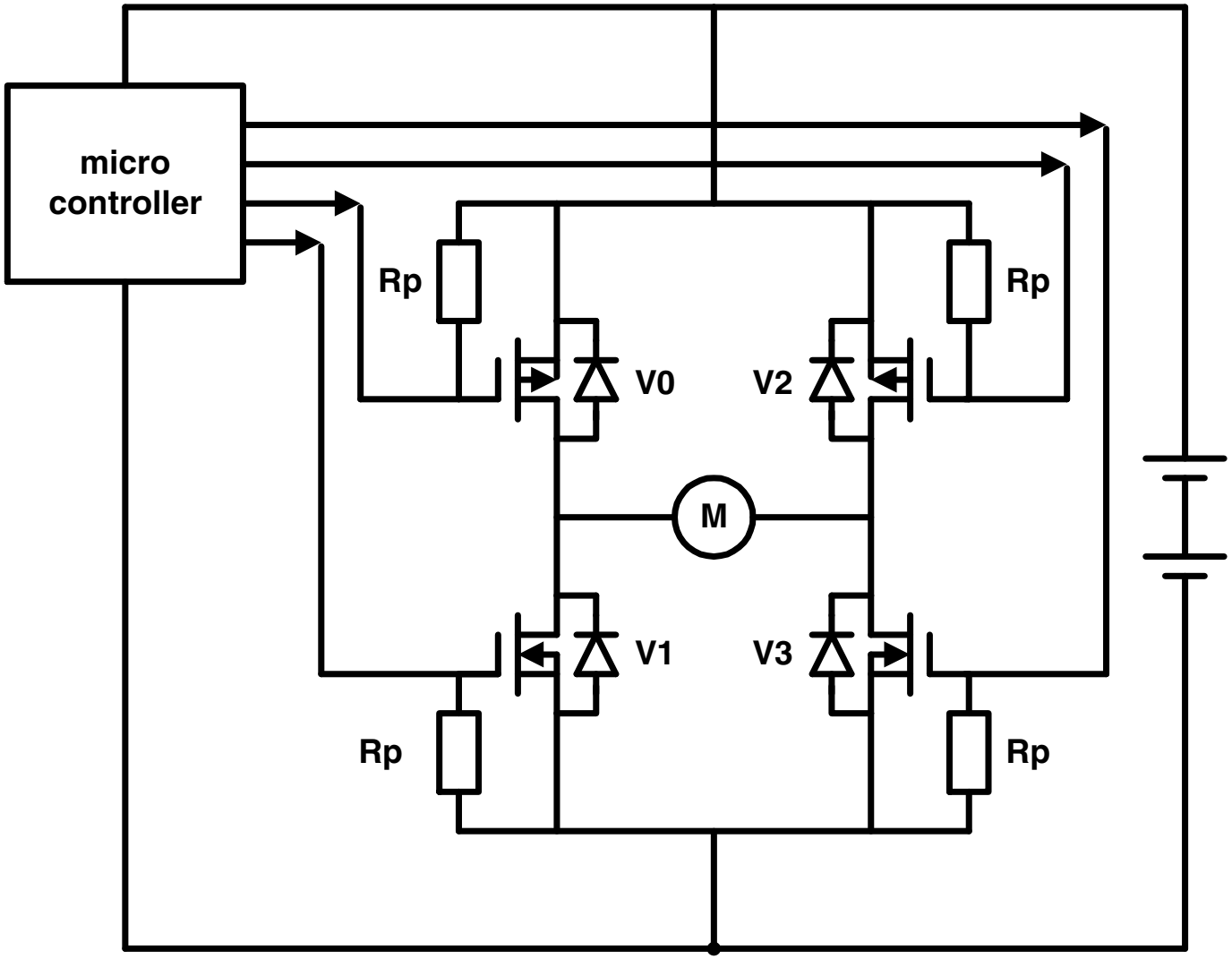
- Scherfolie und Messer schneiden Haare
- Bewegung wird durch einen oszillierenden Direktantrieb erzeugt



P&G

BRAUN

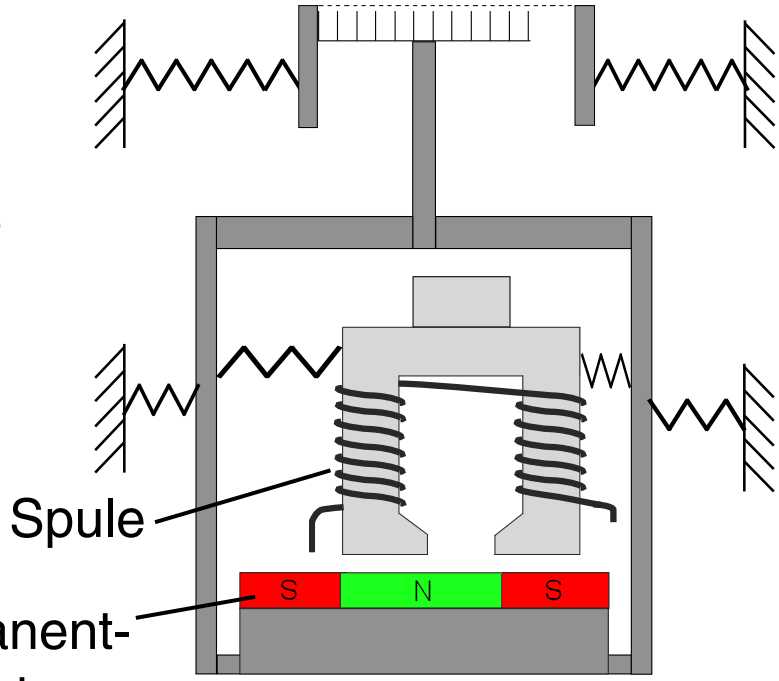
Hardware Elektronik

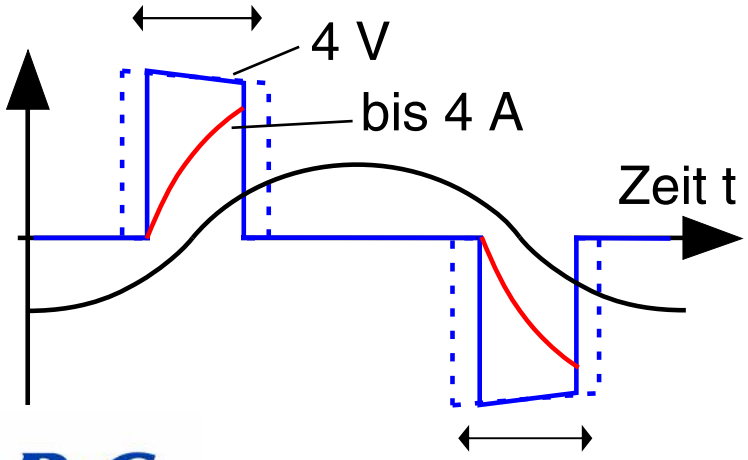


Grundlagen zur Ansteuerung

Funktion des Motors:

- Elektrische Energie wird über Spannungsimpulse in mechanische Energie gewandelt
- Änderung der Energiezufuhr über Pulsweitenmodulation

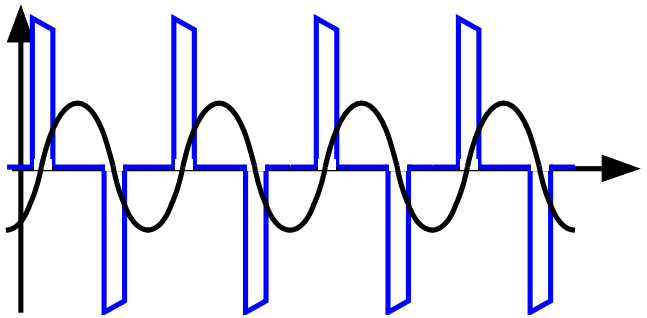




Spannung

Position x

Strom i

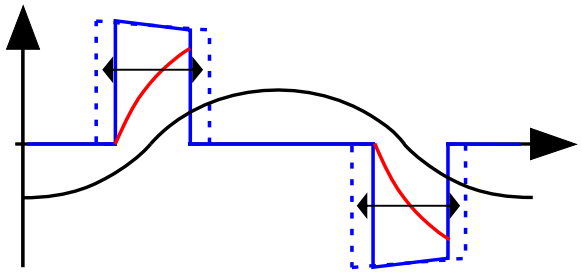


P&G

BRAUN

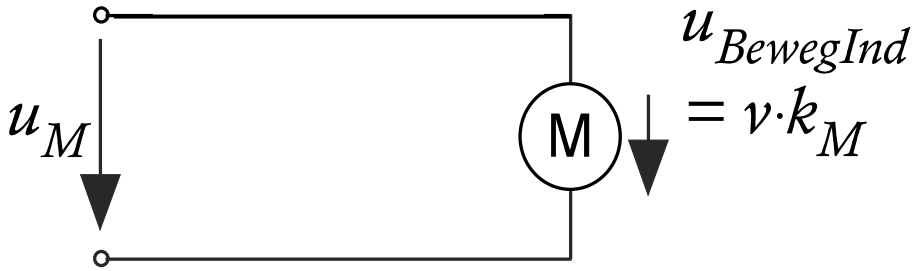
Grundlagen zur Ansteuerung

Pulsbreitenbestimmung über sensorlose Regelung:



- Regelgröße Geschwindigkeit v
- Geschwindigkeit ~ bewegungsinduzierte Spannung

Motorersatzschaltbild



Regelung der Motorgeschwindigkeit v

$$v \cdot k_M = u_M - i \cdot R - L \frac{di}{dt}$$

- Messung
- Konstant
- Quasi konstant L(Strom i,Position x)

P&G

BRAUN

Ermittlung der Kenngrößen

Ziel: Bestimmung der Maximalamplitude über U_{max}

$$V_{\max} \cdot k_M = U_{\max} - I_{t(U_{\max})} \cdot R - L \frac{\Delta I}{\Delta t_{(U_{\max})}}$$

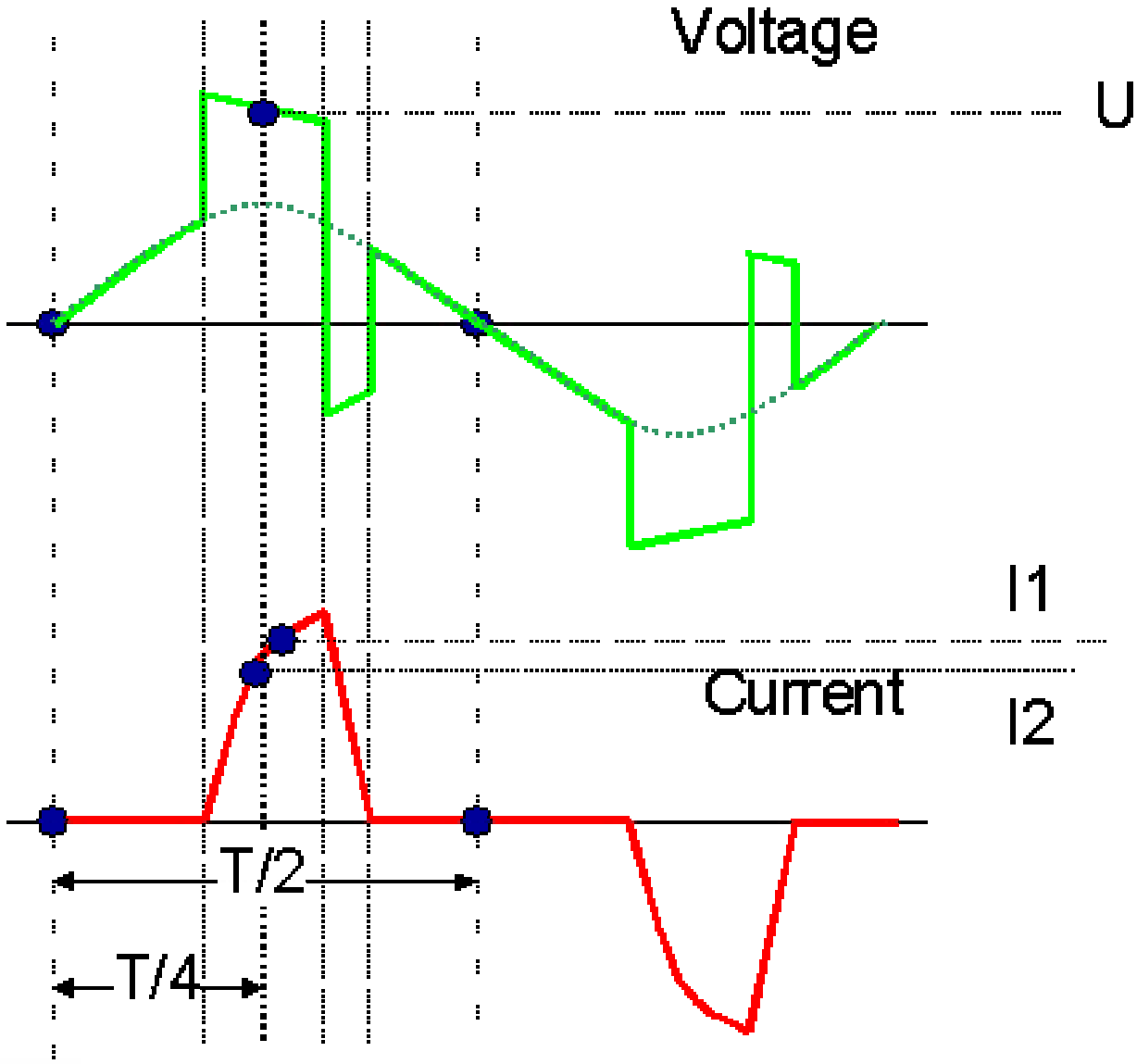
1. Bestimmung der Messzeitpunkte aus den Signalnullstellen für
   - U_{max}
   - $I_{t(Umax)} - \Delta t/2$
   - $I_{t(Umax)} + \Delta t/2$

2. Messung und Berechnung von
   - Umax
   - I
   - ΔI

P&G

BRAUN

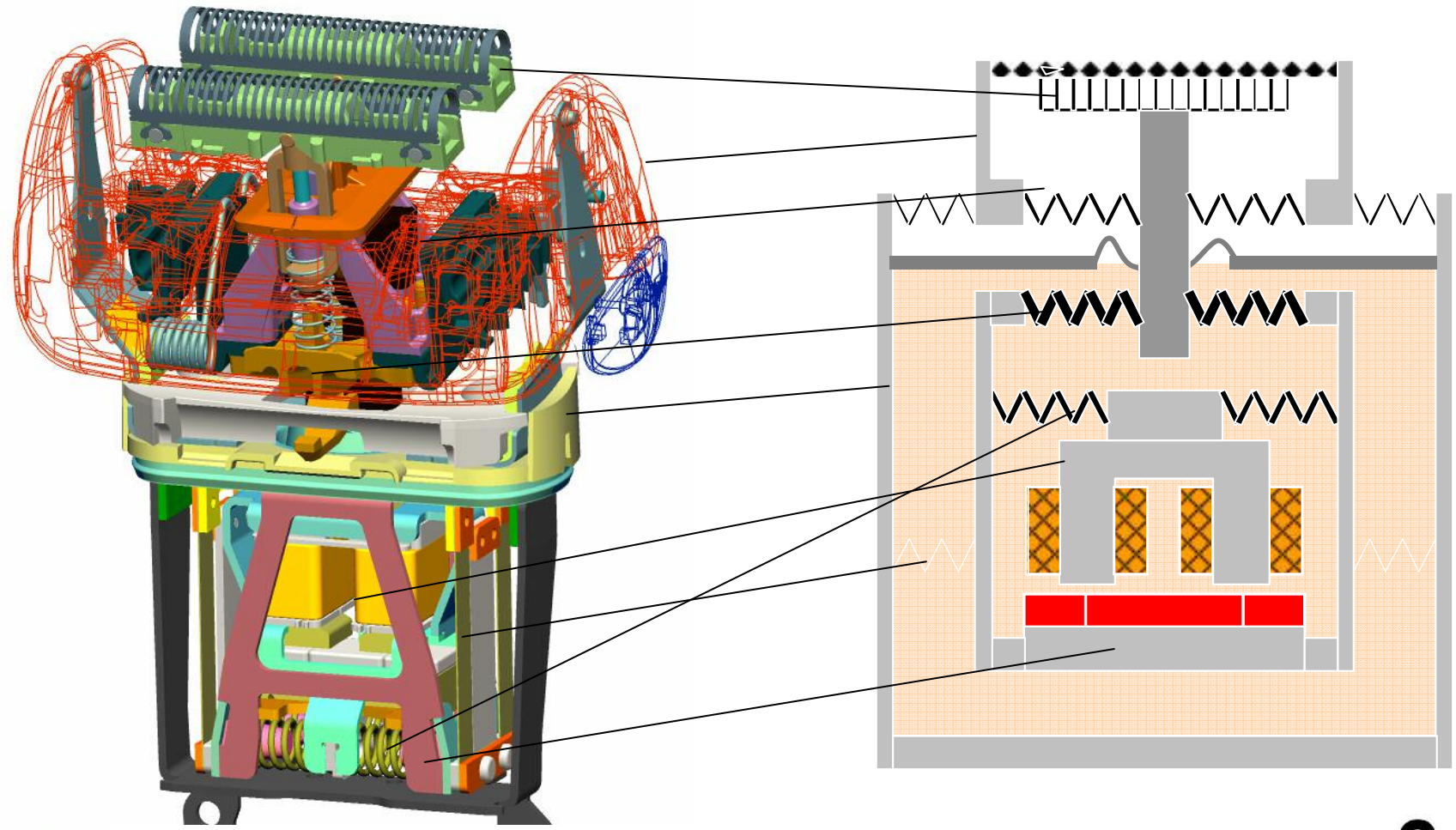
Darstellung am Signalverlauf



$$I = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{I_2 - I_1}{\Delta t}$$

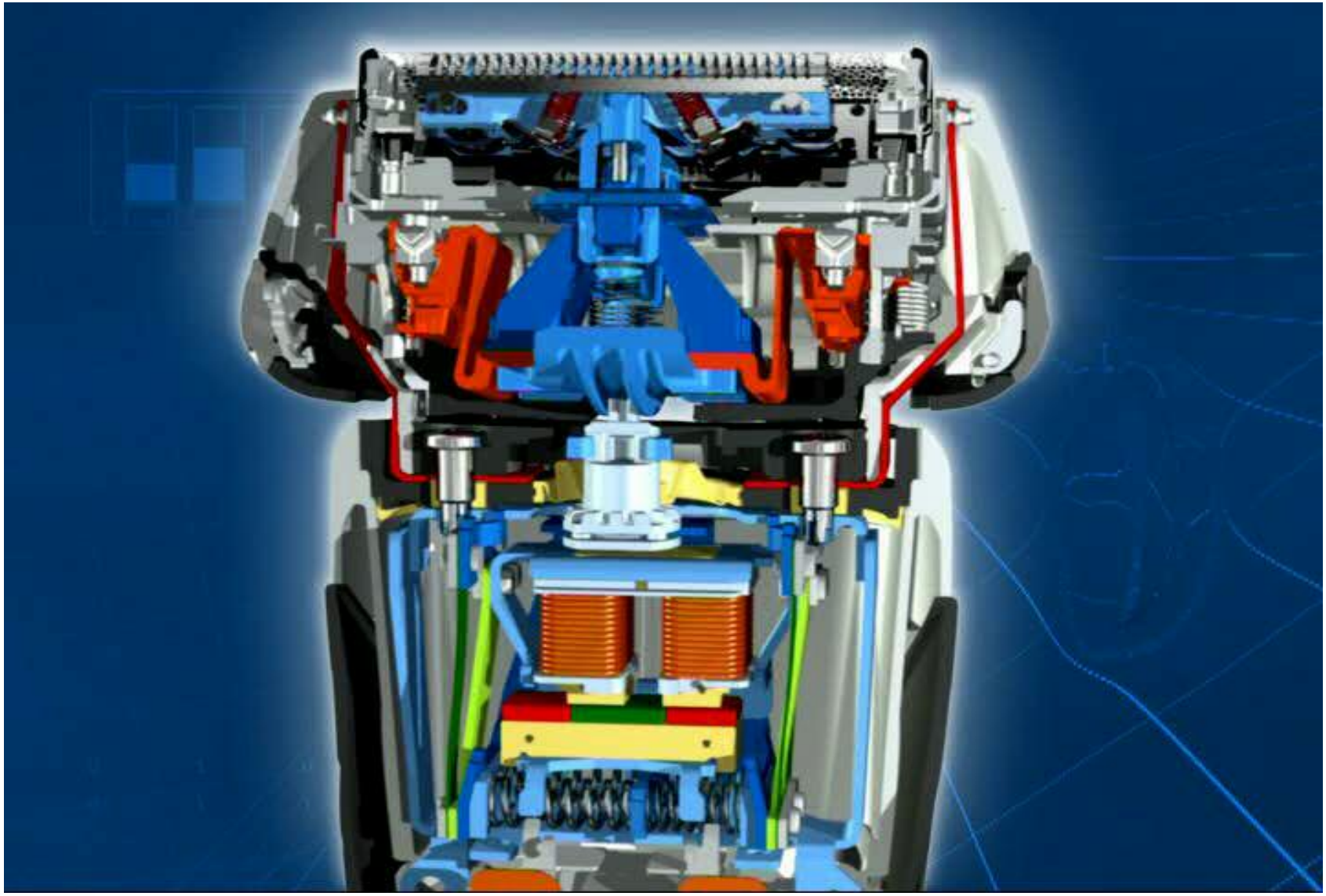
Verbindung von Modell und Realität



P&G

BRAUN

Darstellung des oszillierenden Antriebs



P&G

BRAUN

Alternatives Anwendungsbeispiel

Fragen?

Pulsonic –

A New Male Shaver Generation

P&G

BRAUN