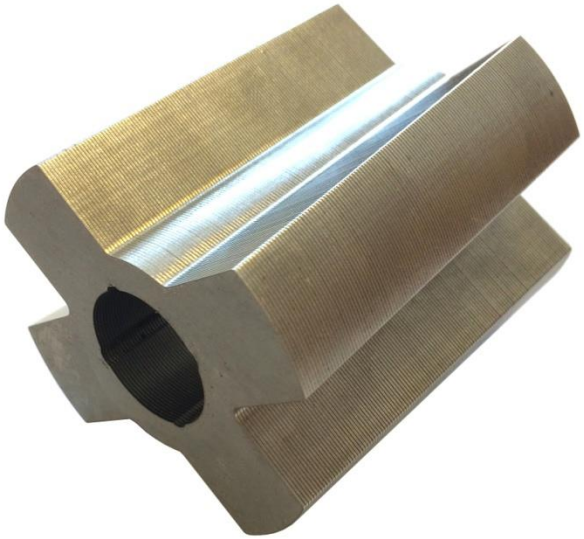
8. Fachtagung der Antriebstechnikbranche

Untersuchung der Reduktion der harmonischen elektrischen Größen beim Betrieb einer Synchron-Reluktanzmaschine



Dipl.-Ing. Mario Nikowitz, TU Wien

23./24. Januar 2019, Wien

Inhalt

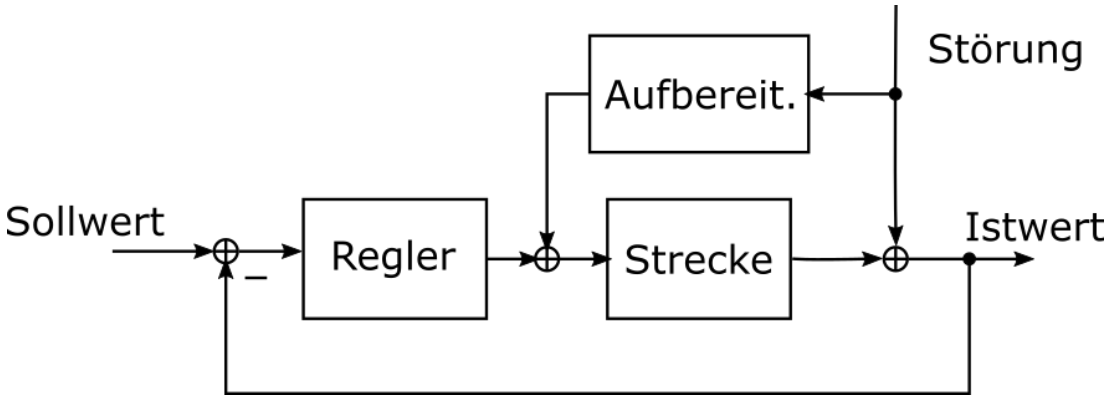
- Einleitung
- Regelkonzept
- Strom-Rippel
- Spannungs-Rippel
- Drehmoment-Rippel
- Zusammenfassung

Einleitung

- Die Synchron-Reluktanz-Maschine (SynRM)
  - Hoher Wirkungsgrad
  - Kostengünstige und simple Produktion
  - Sensorlose Regelung
- Harmonische Störgrößen
  - SynRM mit ausgeprägten Polen

Regelkonzept

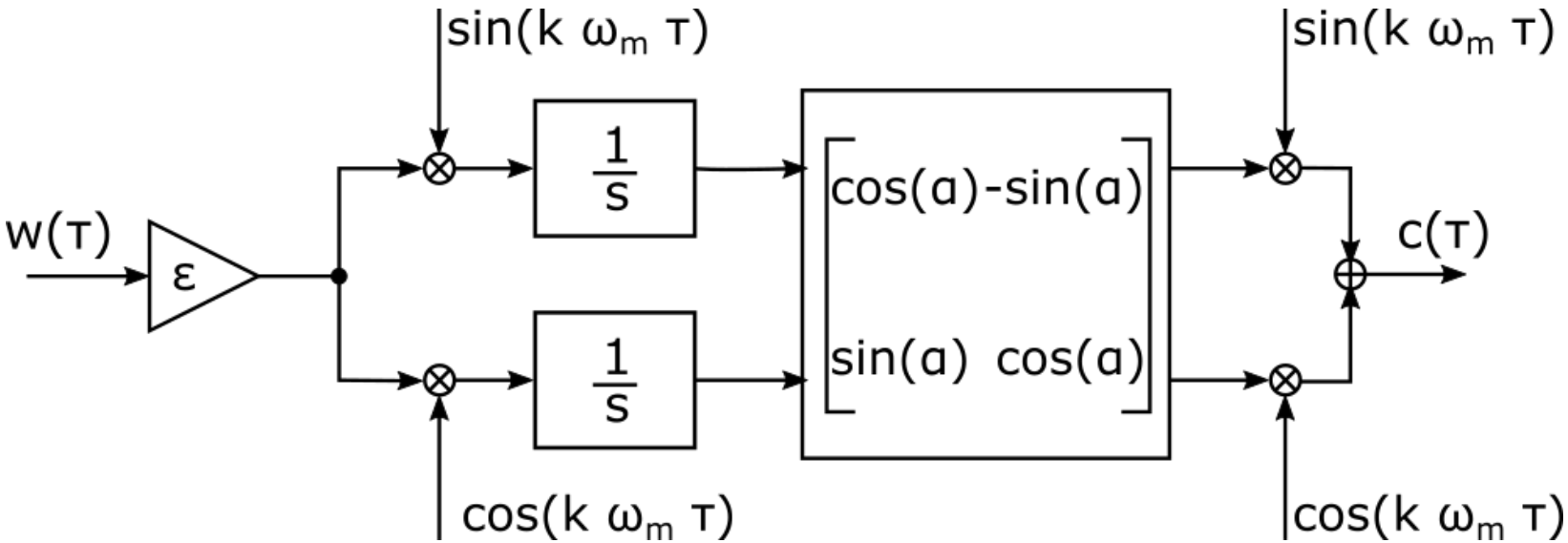
- Erweiterung des Grundwellen-Modells
- Störgrößen-Aufschaltung



- Challenge: Bestimmung der Störgröße

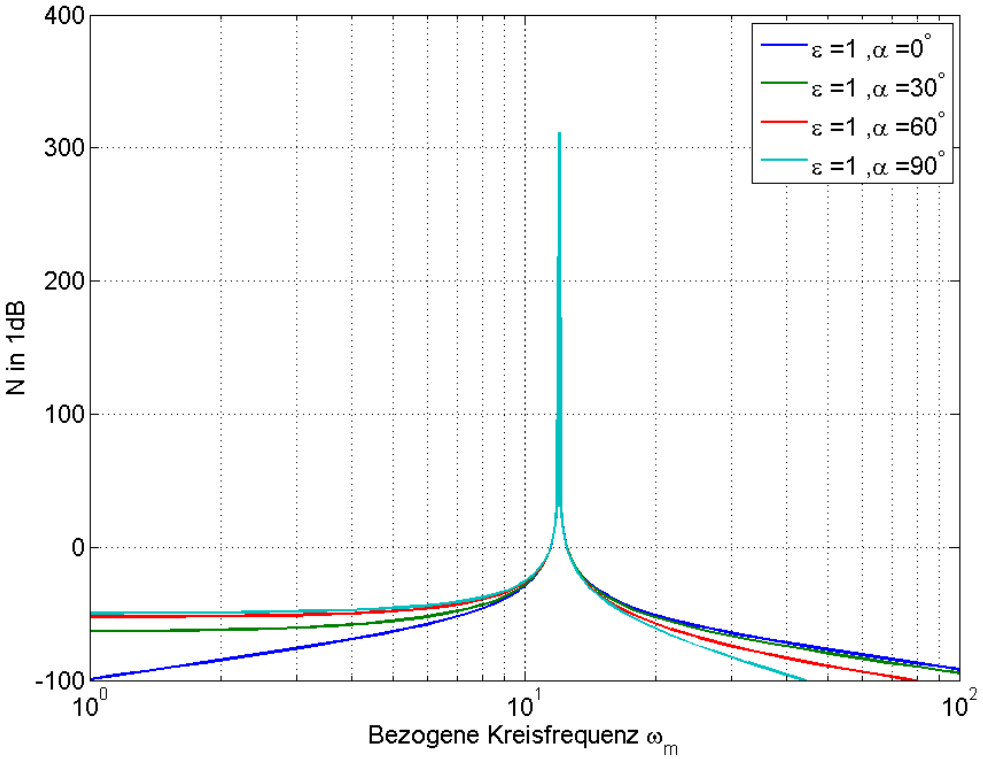
Regelkonzept – Störgrößenbestimmung

- Phasenunabhängiger Synchrondemodulator



Regelkonzept – Synchrondemodulator

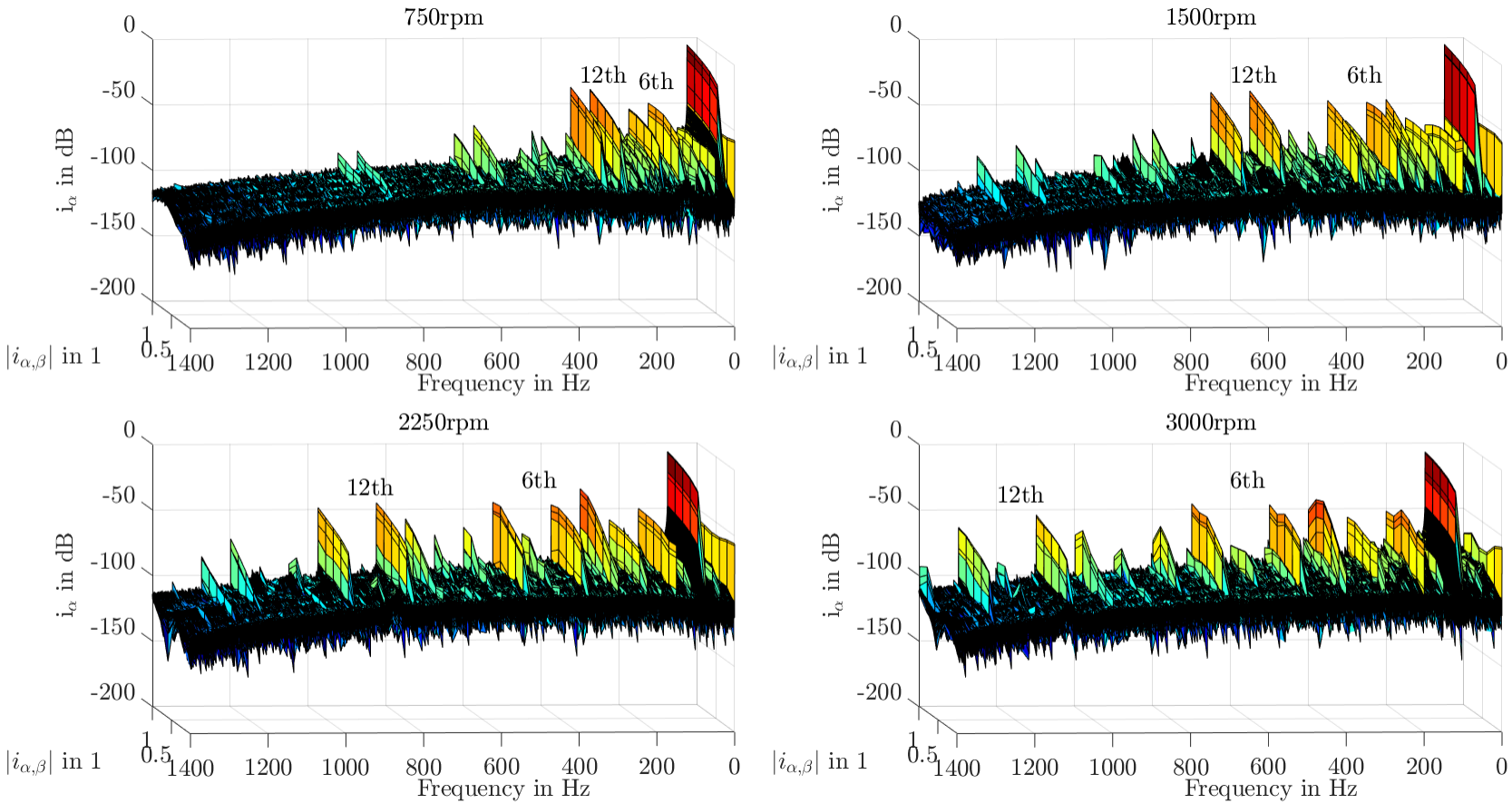
- Betragsfrequenzgang
  - Bandpass-Wirkung
  - Tuning Parameter: ε und α



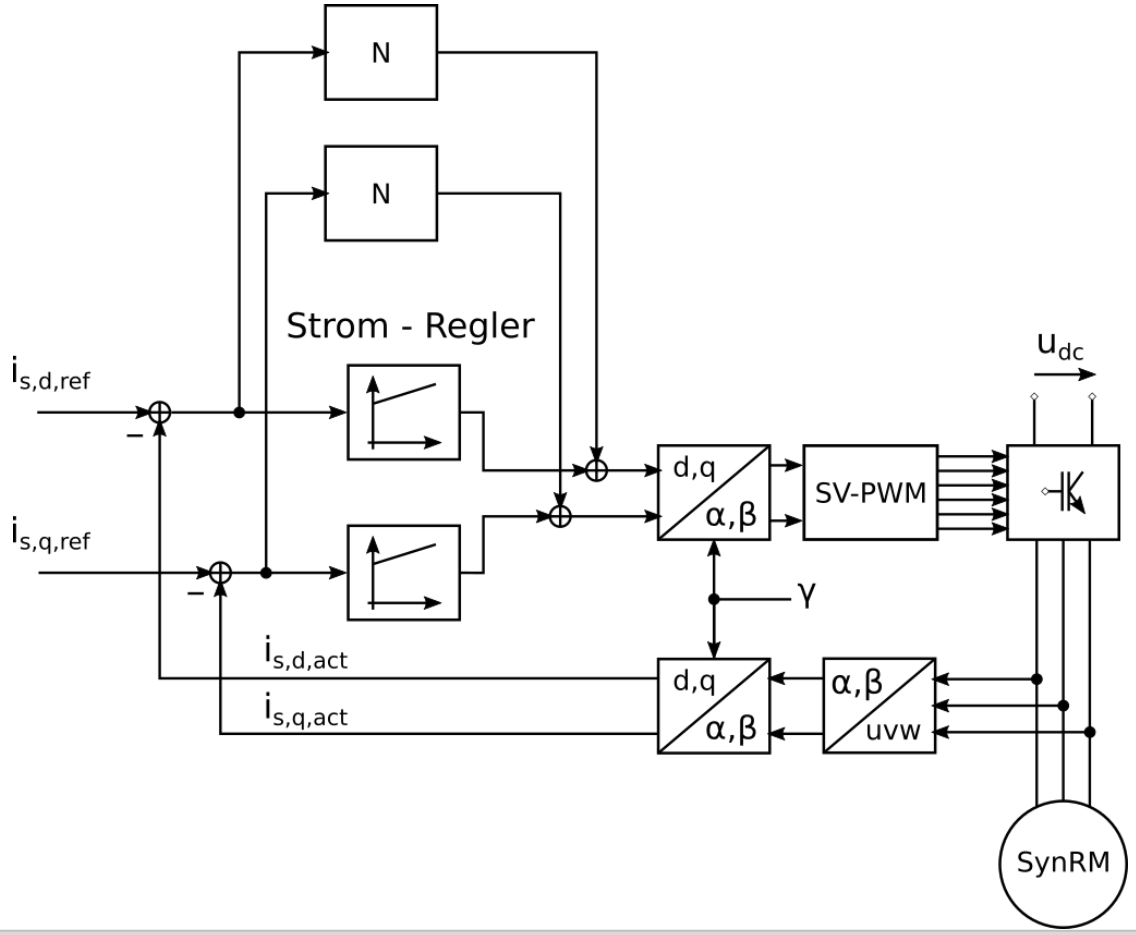
Strom-Rippel

- Erhöhte Verluste
- Anwendung
  - Traktionsanwendungen
  - Industrieanwendungen
  - etc.

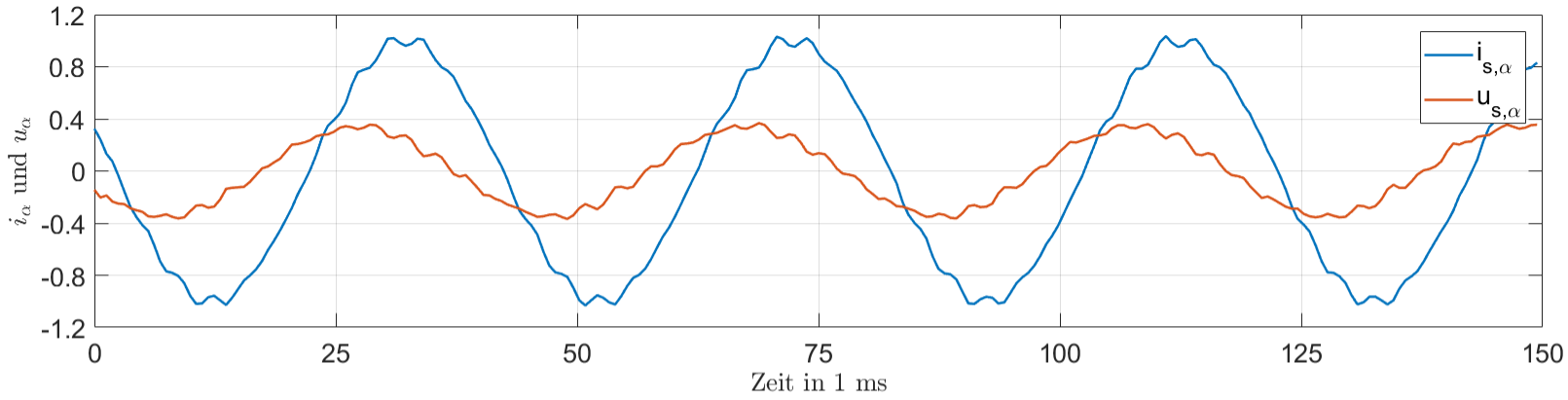
Strom-Rippel – Messung der Störgröße

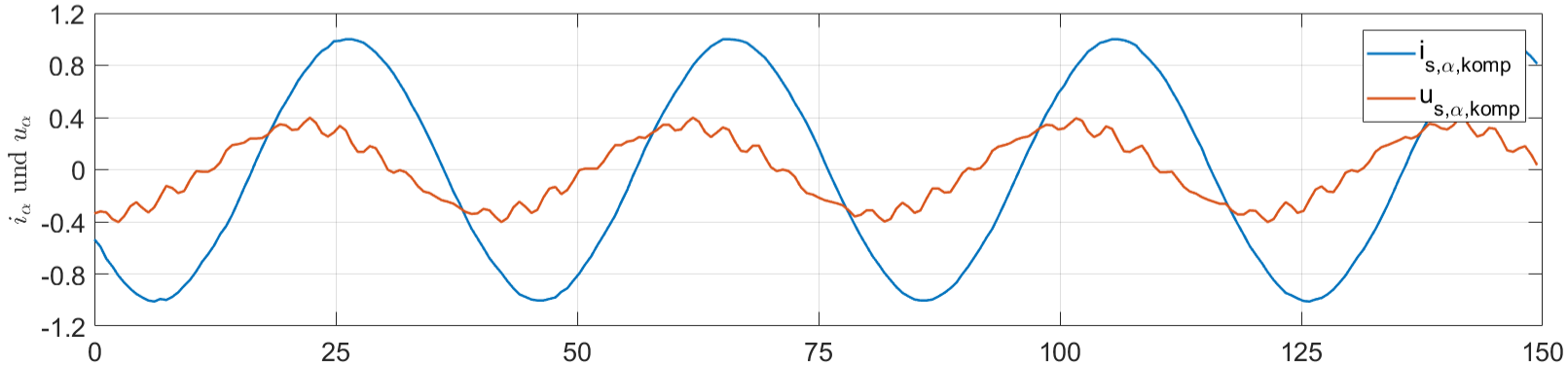


Strom-Rippel – Regelstruktur



Strom-Rippel – Performance





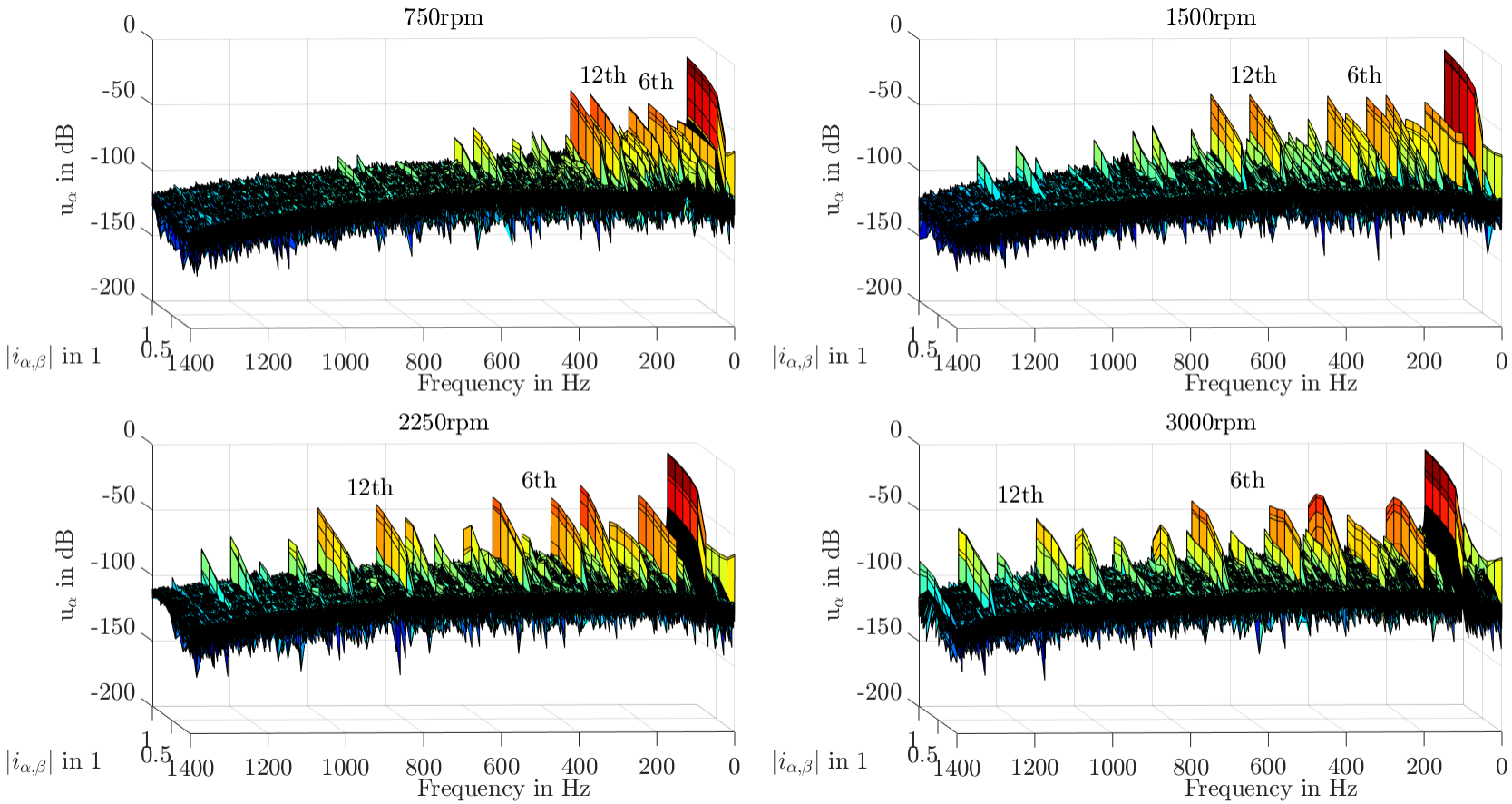
Strom-Rippel – Performance

Drehzahl	Ordnung der Harmonischen	Betrag Strom-raumzeiger	Verstärkung Strom-Rippel	Verstärkung Spannungs-Rippel
750 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-37,6 dB	6,3 dB
	13		-43,0 dB	3,0 dB
1500 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-37,5 dB	10,3 dB
	13		-37,6 dB	7,4 dB
2250 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-45,2 dB	11,2 dB
	13		-39,8 dB	14,4 dB
3000 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-40,8 dB	10,2 dB
	13		-46,1 dB	9,2 dB

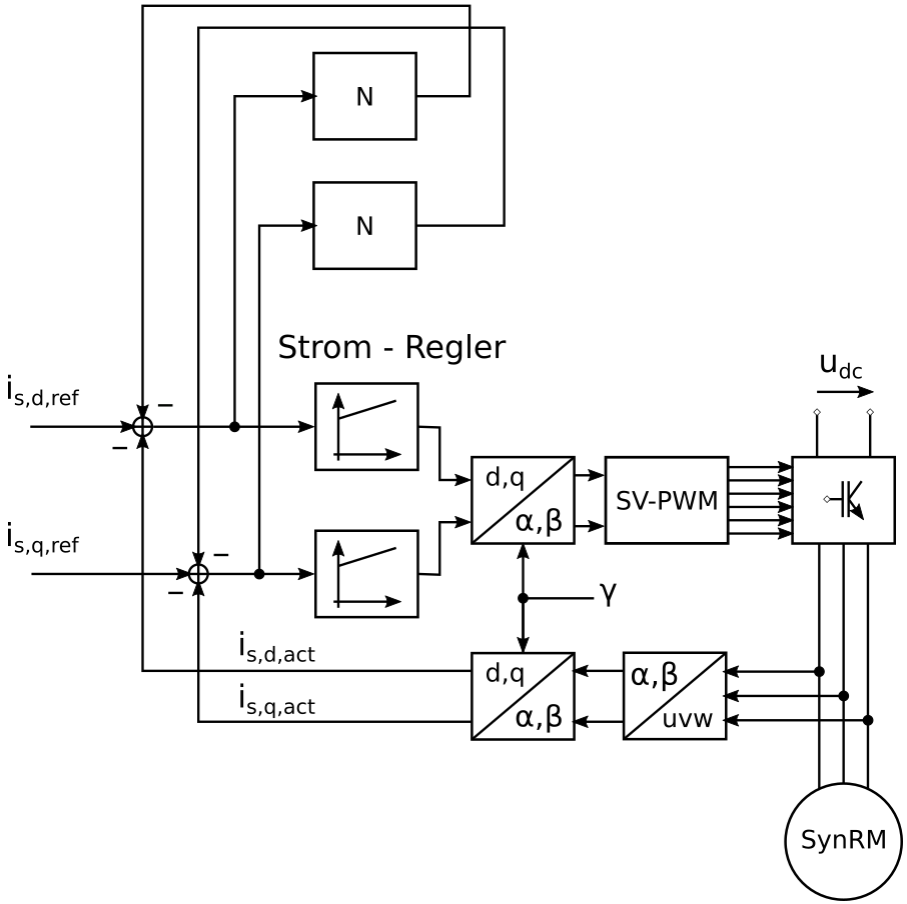
Spannungs-Rippel

- Reduzierter Feldschwächbereich
- Anwendung
  - Traktionsanwendungen
  - Industrieanwendungen
  - etc.

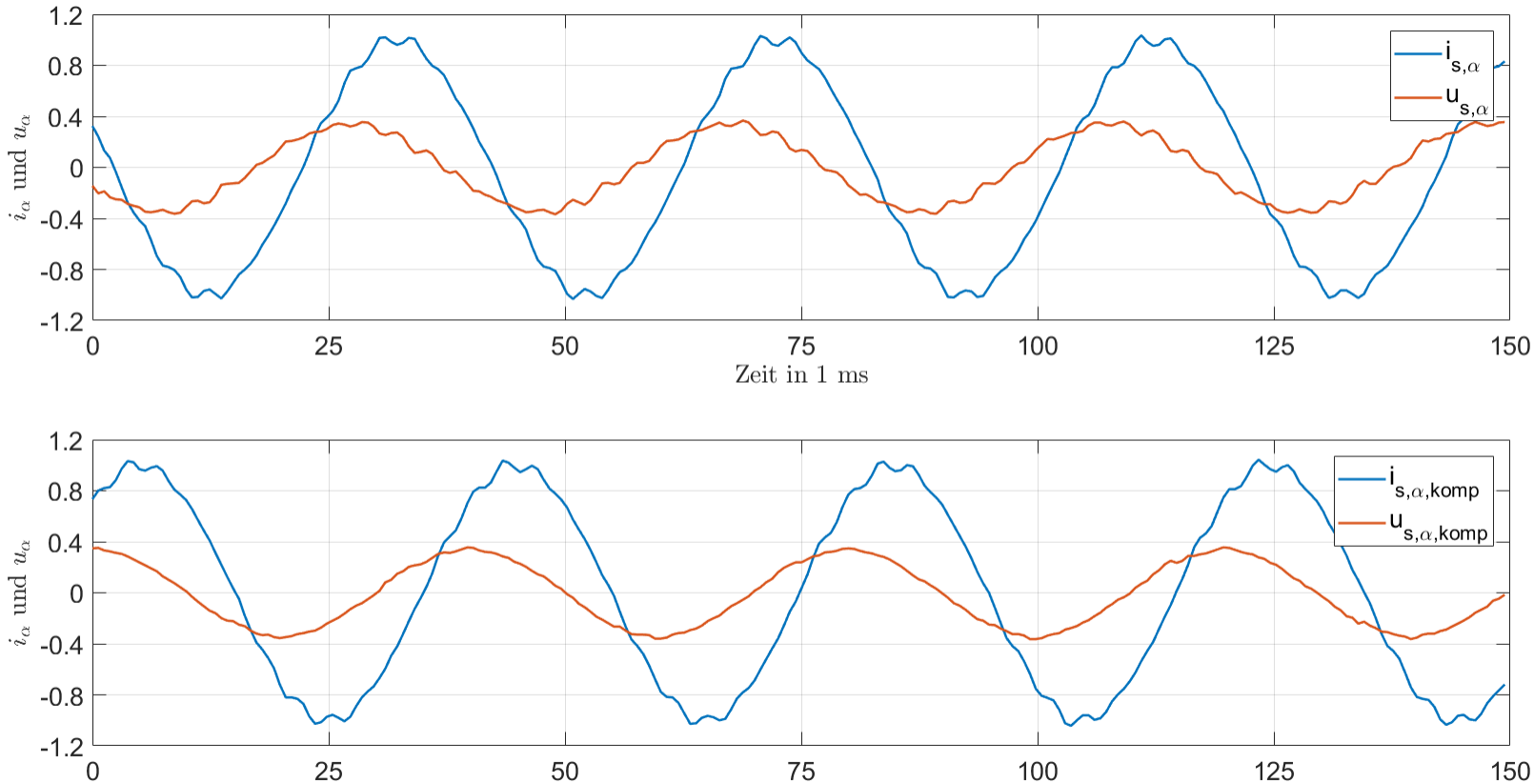
Spannungs-Rippel – Messung der Störgröße



Spannungs-Rippel – Regelstruktur



Spannungs-Rippel – Performance



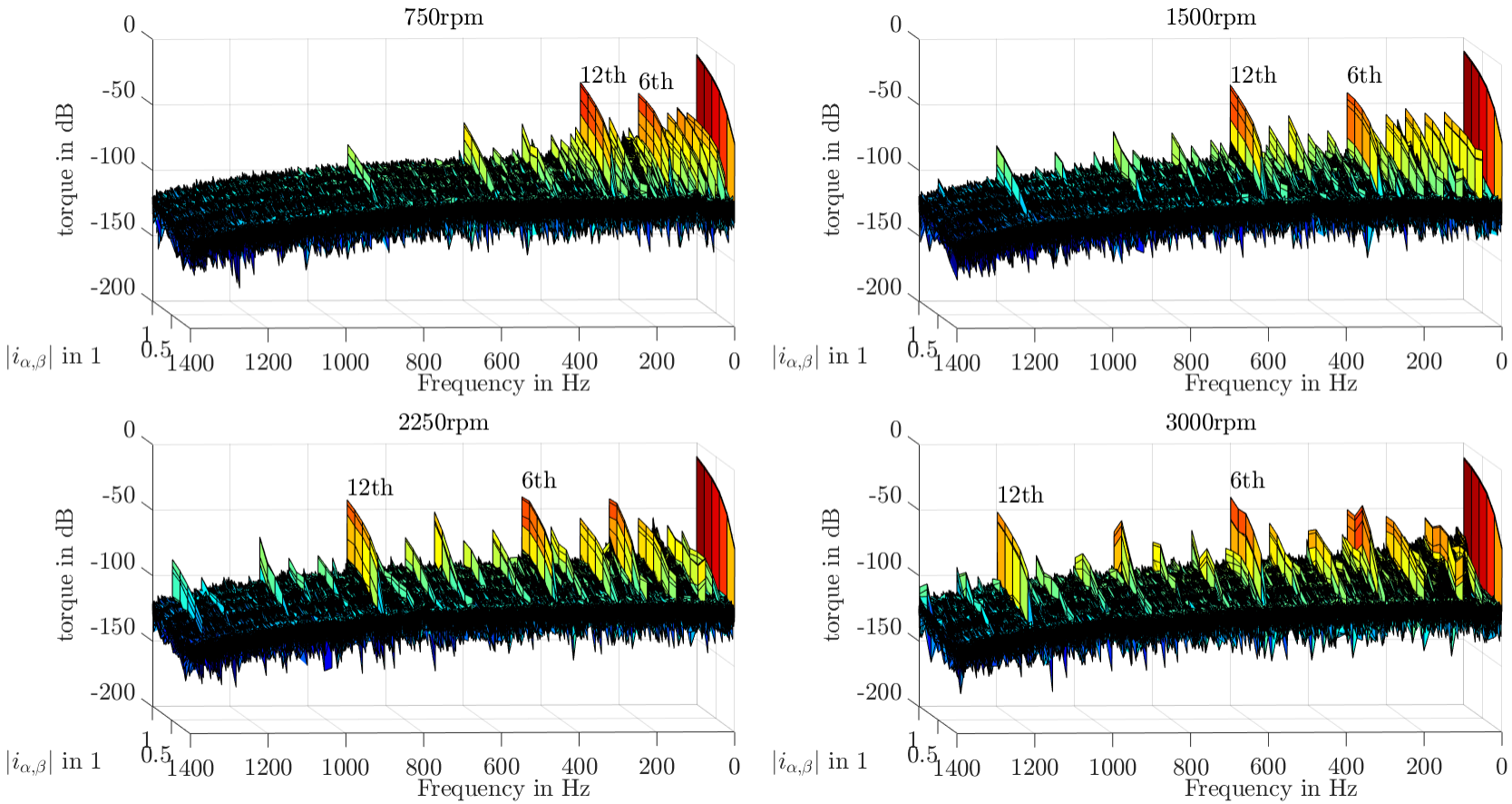
Spannungs-Rippel – Performance

Drehzahl	Ordnung der Harmonischen	Betrag Strom-raumzeiger	Verstärkung Strom-Rippel	Verstärkung Spannungs-Rippel
750 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-1,7 dB	-13,3 dB
	13		-1,2 dB	-14,8 dB
1500 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-0,8 dB	-7,0 dB
	13		-1,5 dB	-8,1 dB
2250 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-1,0 dB	-4,2 dB
	13		-0,7 dB	-4,8 dB
3000 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-1,0 dB	-2,6 dB
	13		-0,1 dB	-3,1 dB

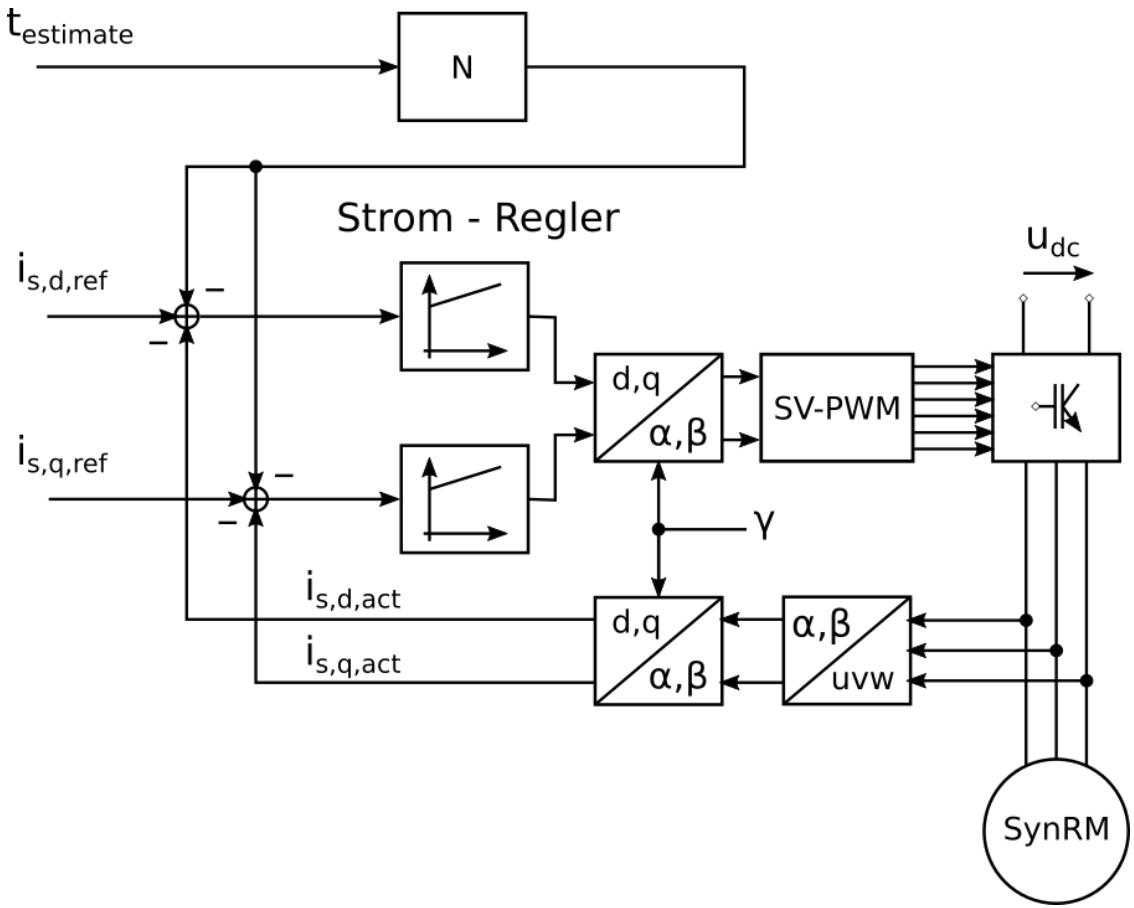
Drehmoment-Rippel

- Ungleichmäßige Beschleunigung, unruhiger Lauf, etc.
- Anwendung
  - Traktionsanwendungen
  - Industrieanwendungen
  - etc.

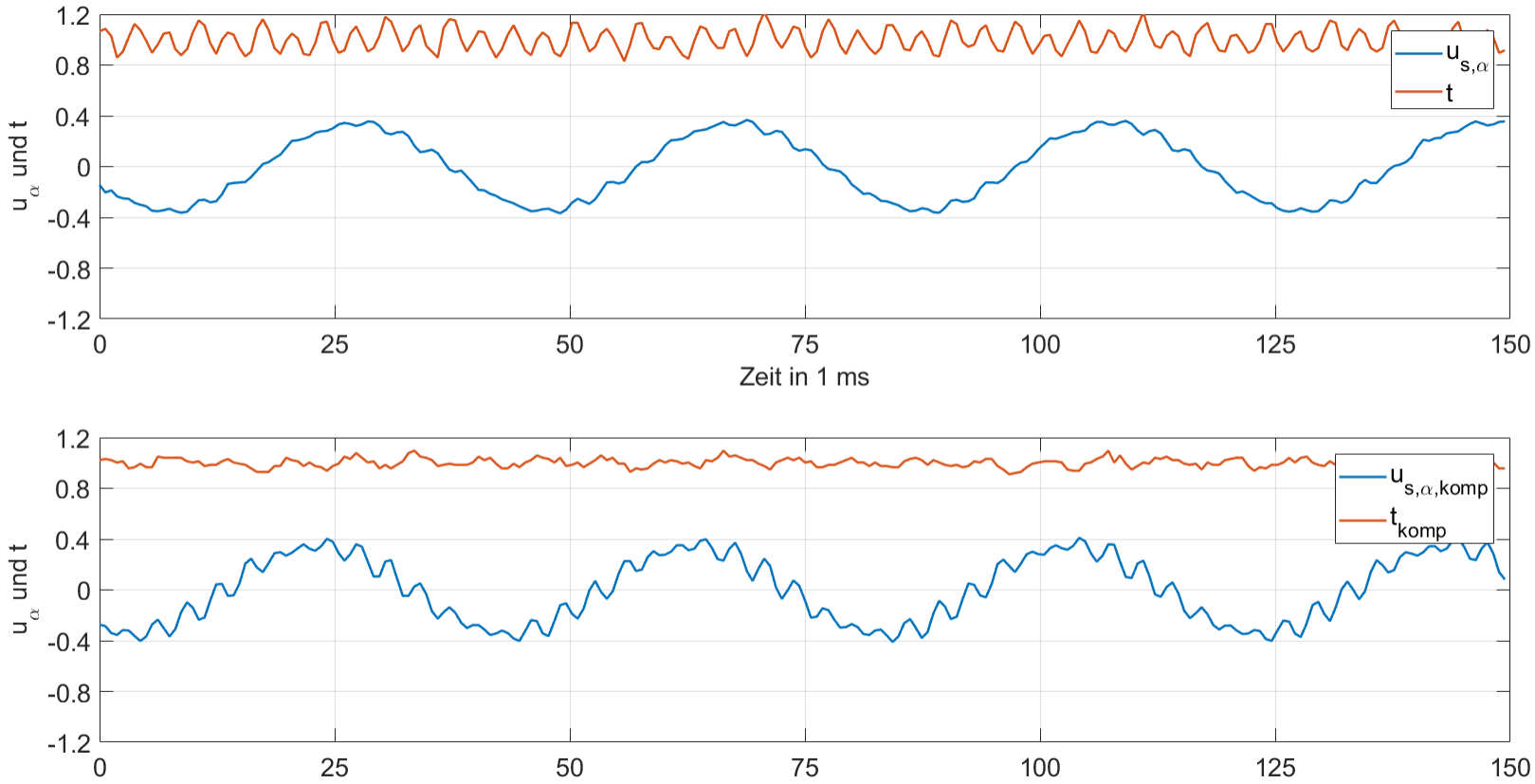
Drehmoment-Rippel – Messung der Störgröße



Drehmoment-Rippel – Regelstruktur



Drehmoment-Rippel – Performance



Drehmoment-Rippel – Performance

Drehzahl	Ordnung der Harmonischen	Betrag Strom-raumzeiger	Verstärkung Drehmoment-Rippel	Verstärkung Spannungs-Rippel
750 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-28,67 dB	10,58 dB
	13			9,66 dB
1500 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-41,39 dB	18,6 dB
	13			15,77 dB
2250 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-46,37 dB	19,78 dB
	13			18,44 dB
3000 U/min	11	$\lvert i_s \rvert = 1$	-44,29 dB	24,40 dB
	13			20,86 dB

Zusammenfassung

- Erweitertes mathematisches Modell wurde eingeführt
- Strom-, Spannungs- und Drehmoment-Rippel der Maschine wurde analysiert
- Regelkonzept zur Unterdrückung der verschiedenen Rippelgrößen wurde vorgestellt und verifiziert

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. Mario Nikowitz
Gußhausstraße 25
1040 Wien
+43 1 58801 370228
mario.nikowitz@tuwien.ac.at