

Design Considerations to Improve the Efficiency of an AC-AC Converter at Partial Load

15. Symposium Ennergieinnovation

Khaled Mahafzah, Klaus Krischan

Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen

Überblick

- 1 Überblick
- 2 EcoCool
- 3 Überblick Umrichter
- 4 Hart schaltende Halbbrücke
- 5 Sanft schaltende Halbbrücke (ARCP)
- 6 Gleichrichter - Buck-PFC
- 7 Zusammenfassung

EcoCool (1/2) - Kooperationsnetzwerk



■ Firmen

- Secop/Fürstenfeld
- Infineon/Villach
- Liebherr/Lienz
- Simtech/Graz

■ Institute (alle TU Graz)

- Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
- Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen
- Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik

■ Fördergeber

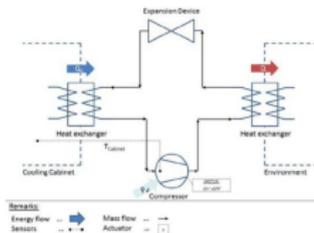
- FFG
- Land Steiermark
- Land Kärnten
- Land Tirol

EcoCool (2/2) - Einsatz des Umrichters



■ Kühlgerät

- Kühlkreislauf
- Kompressorantrieb
- Kontinuierlicher Betrieb
- Speisung des Elektromotors

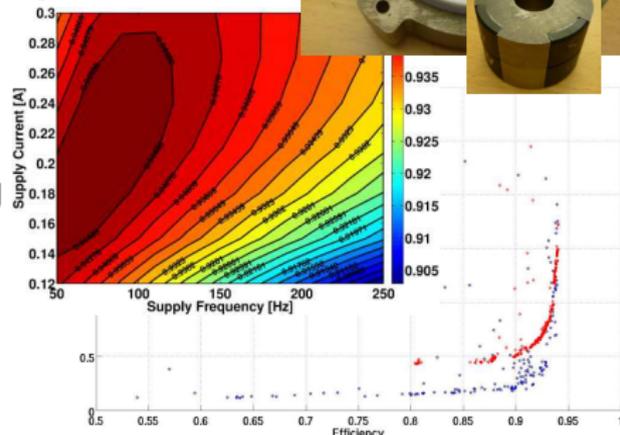


■ Eckdaten häufigster Betriebspunkt

- Leistung $P_{opt} = 7\text{ W}$
- Drehmoment M_{opt}
- Drehzahl n_{opt}

■ Maximale Leistungsanforderung

- Leistung: $P_{max} = 70\text{ W}$
- Drehmoment $M_{max} = 2 M_{opt}$
- Drehzahl $n_{max} = 5 n_{opt}$

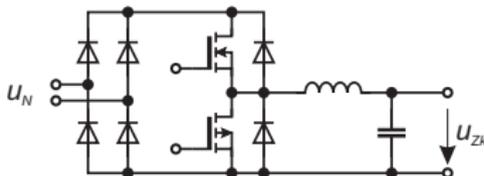


Überblick Umrichter

- Netzfilter

- Gleichrichter

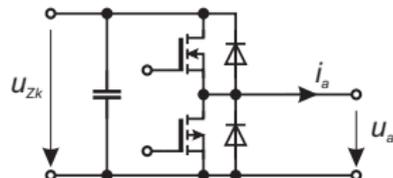
- PFC-Stufe



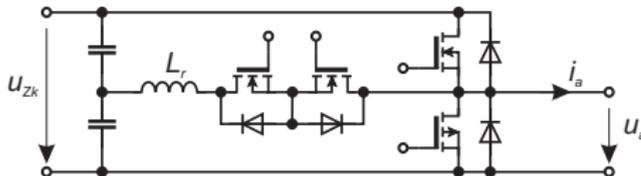
- Zwischenkreis (Kondensator)

- Wechselrichter - drei Halbbrücken

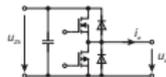
- Hart schaltend
- Sanft schaltend (ARCP)



- Hilfsversorgung



Hart schaltende Halbbrücke



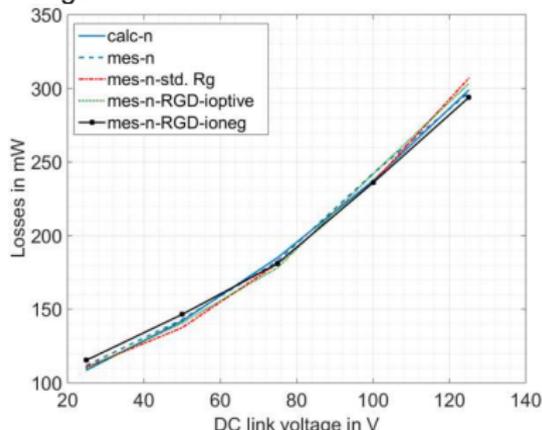
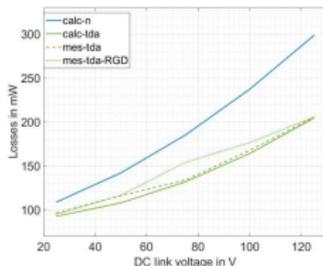
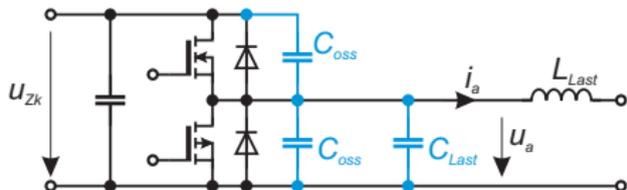
■ Berechnung der Verluste

- in eingeschaltetem Zustand und beim Schalten
- semianalytisch
- Parameter aus Datenblattangaben

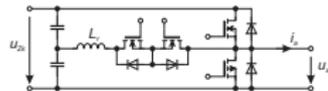
■ Vergleich mit Messungen

- bei unterschiedlichen Zwischenkreisspannungen
- bei konstanten Ausgangsströmen

■ Anpassung/Optimierung der Verriegelungszeiten

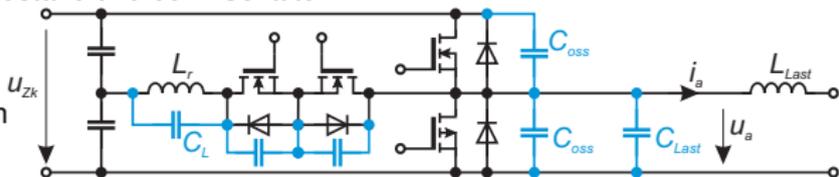


Sanft schaltende Halbbrücke (ARCP)



■ Berechnung der Verluste

- in eingeschaltetem Zustand und beim Schalten
- semianalytisch
- Parameter aus Datenblattangaben

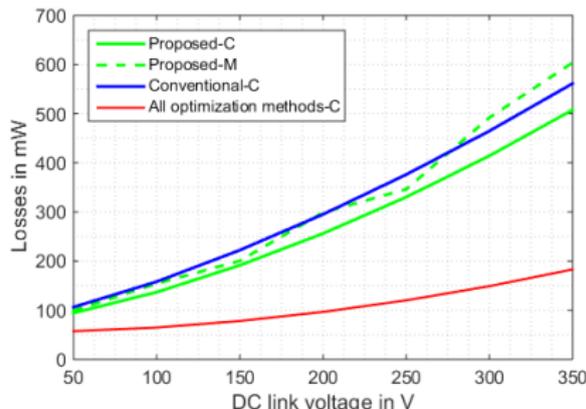


■ Vergleich mit Messungen

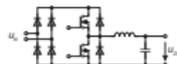
- bei unterschiedlichen Zwischenkreisspannungen
- bei konstanten Ausgangsströmen

■ Optimierungsansätze

- Anpassung der Amplitude des Resonanz-Stroms
- quasiresonante Kommutierung nur bei Bedarf



Gleichrichter - Buck-PFC (1/3)



■ Verringern der Zwischenkreisspannung

- bei Teillast, entsprechend verringerter Drehzahl und Ausgangsspannung

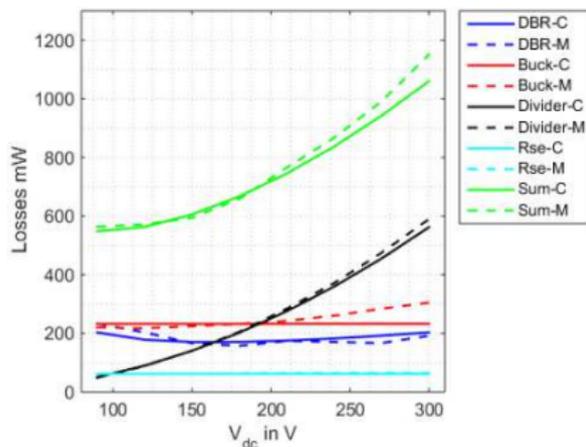
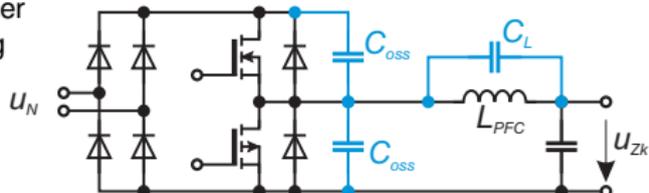
■ Konventionelle Topologie

■ Berechnung der Verluste

- in eingeschaltetem Zustand und beim Schalten
- semianalytisch
- Parameter aus Datenblattangaben

■ Vergleich mit Messungen

- bei unterschiedlichen Eingangsgleichspannungen
- bei konstanten Ausgangsströmen

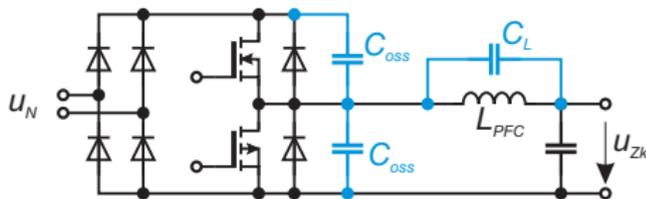


Gleichrichter - Buck-PFC (2/3)



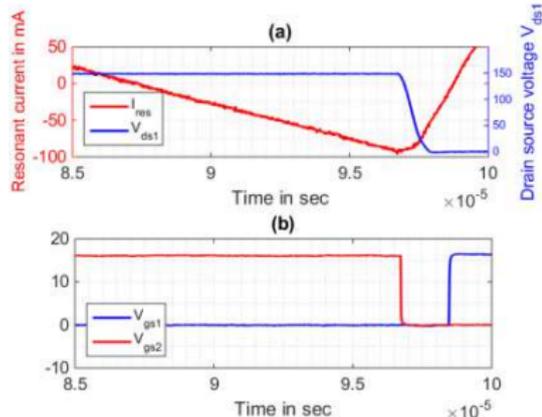
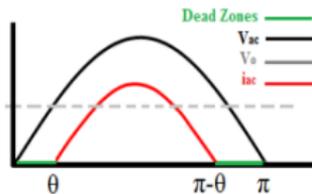
■ Optimierungsansätze

- Betrieb an der Lückengrenze
- sanftes Schalten möglich

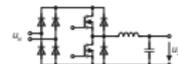


■ Netzstrom - Leistungsfaktor

- Lücken im Netzstrom
- bei $u_N(t) < u_{Zk}$

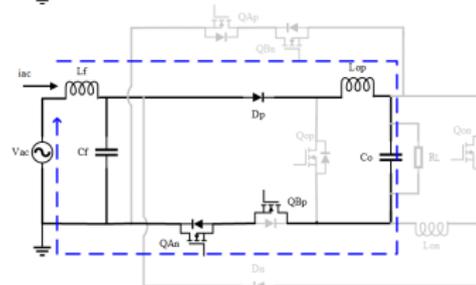
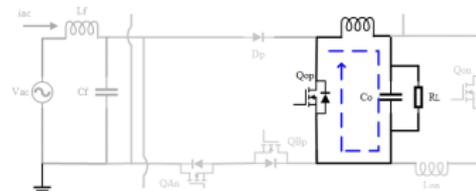
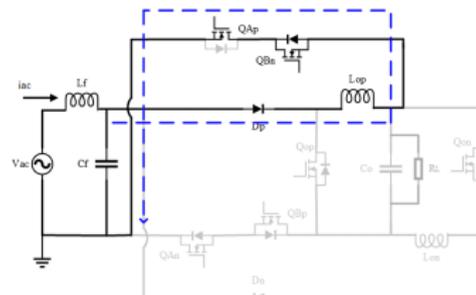
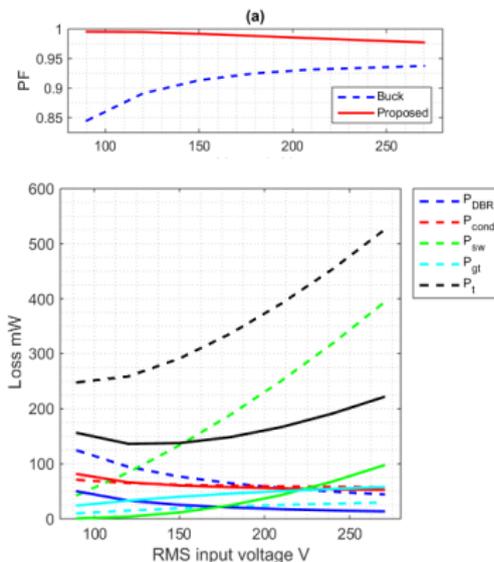


Gleichrichter - Buck-PFC (3/3)



■ Schaltungsvorschlag

- Hochsetz-Modus und Tiefsetz-Modus
- sinusförmige Stromaufnahme möglich
- Betrieb an der Lückengrenze
- sanftes Schalten möglich



Zusammenfassung

■ Topologien

- hart schaltende / sanft schaltende Halbbrückenschaltung
- konventionelle / verbesserte Buck-PFC-Schaltung

■ Semianalytische Modelle

- aus Datenblättern parametrisiert
- mit Messungen validiert

■ Optimierung

- für einzelne Baugruppen erfolgt
- Auswahl geeigneter Komponenten unterstützt

■ Weitere Tätigkeiten

- Filterdesign
- Erweiterung der Erweiterung
- Vergleich mit synchronem Netz-Gleichrichter
- Alternatives Regelungsverfahren zu konstanter Einschaltdauer
- Optimierung des Gesamtsystems

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Gibt es Fragen?