

Kurzschlussverhalten stromlimitierter netzbildender Wechselrichter im Parallelbetrieb mit Synchronmaschinen

Kai Fischbach¹, Nils Wiese^{1,2}, Martin Braun^{1,2}

¹Universität Kassel | ²Fraunhofer IEE

Kontakt: Kai Fischbach | Universität Kassel, Fachgebiet "Energiemanagement und Betrieb elektrischer Netze,, | kai.fischbach@uni-kassel.de

Motivation

Das Ersetzen von Synchrongeneratoren (SG) durch leistungselektronische Einspeiser verlangt die Präsenz von netzbildenden Wechselrichtern (NBWR, engl. GFC) mit stromlimitierenden Regelungen. Insbesondere bei länger anhaltender Limitierungen kann die Systemstabilität anderenfalls gefährdet sein. Vorgestellt und untersucht wird eine Kombination aus netzbildender Regelung (*Selfsync*) und dauerhaft aktiver Spannungs- und Stromregelung zur Limitierung des Brückenstroms (siehe Abb. 1).

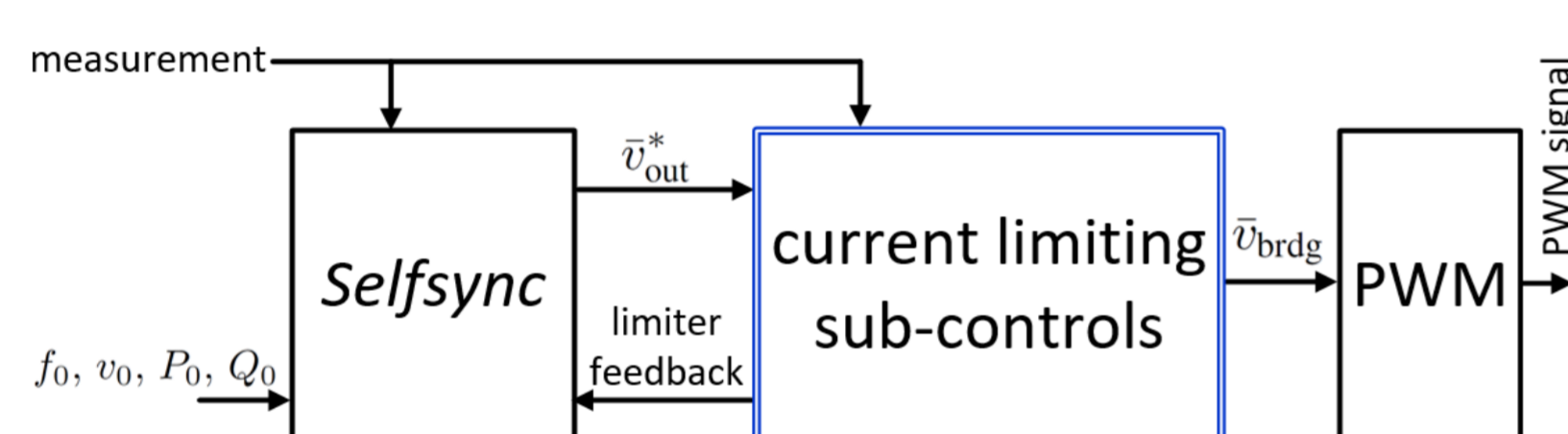


Abbildung 1: Struktur der Gesamtregelung.[2]

Netzbildende Regelung

Als netzbildende Regelung wird der angepasste *Selfsync* [1] genutzt (siehe Abb. 2).

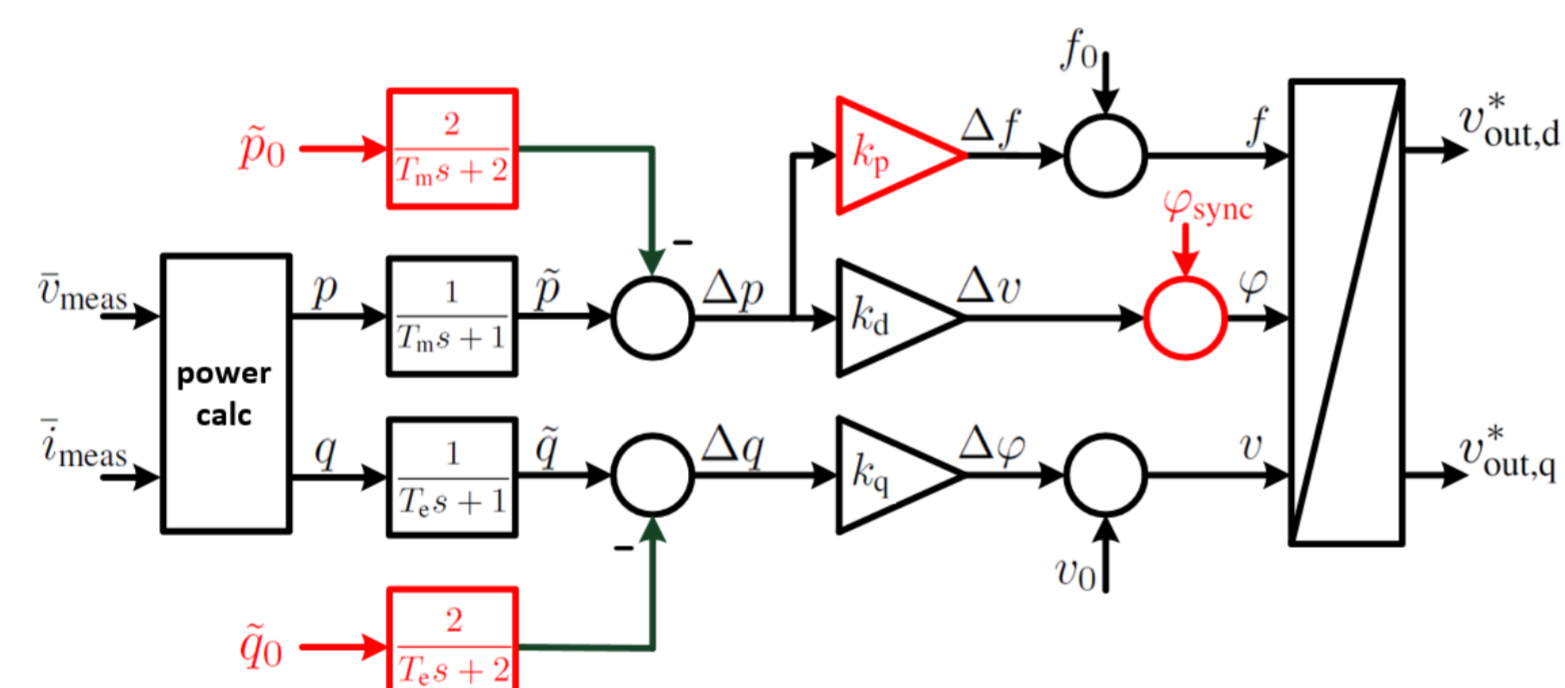


Abbildung 2: Selfsync-Regelung mit Anpassungen in rot.[2]

Anpassungen:

- Setpoint-Anpassung bei Limitierung
- Kennlinien-Anpassung bei Limitierung
- Winkelanpassung bei Limitierung durch bspw. ext. Phasensprünge

Stromlimitierung

Limitierung durch Sättigung des vom Spannungsregler ausgegebenen Stroms \bar{i} (siehe Abb. 3). Der Stromregler regelt die sich aus $i^* \text{ er } \bar{i}^*$ ergebende und durch die PWM zu stellende Brückenspannung \bar{v}_{brdg} (Abb. 1 und 3).

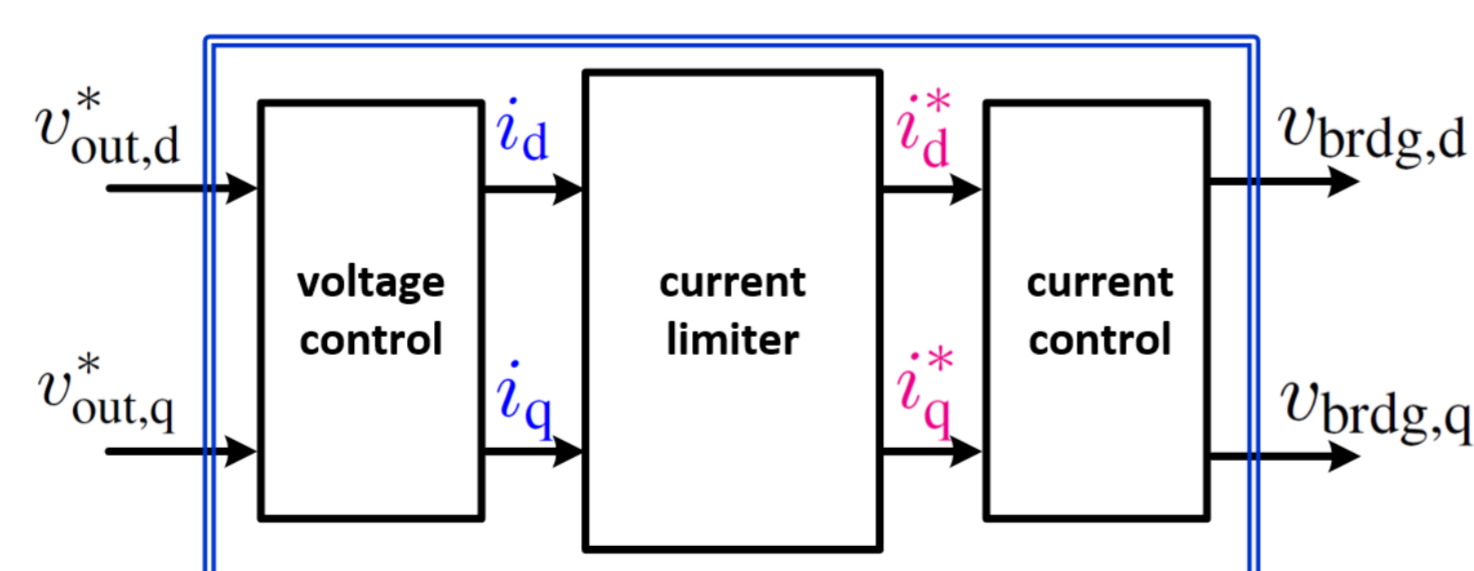


Abbildung 3: Stromlimitierende Sub-Controls.[2]

Ergebnisse der simulativen Fallstudie

Das für die Studie genutzte Modell eines generischen Höchstspannungsnetzes (siehe Abb.4), sowie die Simulationsfälle mit SG, Phasenschieber (engl. SC), sowie GFC (siehe Tab. I) werden in [2] detailliert beschrieben. Untersucht wird das dynamische Verhalten bei dreiphasigem Erdschluss über 200 ms. Die Ergebnisse sind in Tab. II gegenüber gestellt und Erkenntnisse im Folgenden aufgeführt.

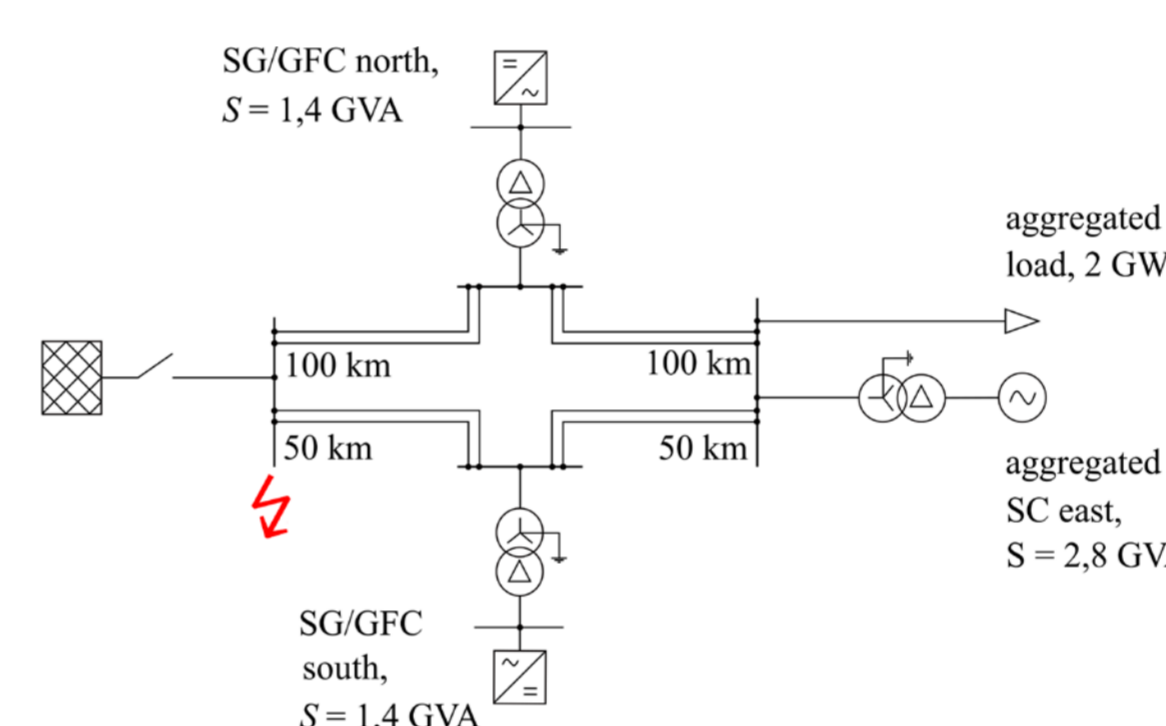


Abbildung 4: Generisches Höchstspannungsnetz [2].

Scenario	External Grid	Synchronous Condenser	North	South
a	✓	x	SG	SG
b	x	✓	SG	SG
c	x	x	SG	SG
1	✓	x	GFC	GFC
2	x	✓	GFC	GFC
3	x	x	GFC	GFC
4	x	✓	SG	GFC
5	x	x	SG	GFC

Tabelle I: Simulationsfälle der Studie.[2]

Erkenntnisse

- Regelung erzielt erfolgreiche Limitierung des Brückenstromes ohne Verlust netzbildender Eigenschaft (siehe Abb. 5).
- Beteiligung von GFC erhöht die CCT (siehe Tab. II).
- Ersetzen von SG durch GFC erniedrigt Restspannung im Fehlerfall.
 - Effekt kann durch Einsatz von SC entgegengewirkt werden (siehe Tab. II, Szenario 2 & 4).
- Die Zuträglichkeit des vorgestellten Frequenzverhaltens, bezogen auf größere und komplexere Systeme muss weiter untersucht werden.
- Die Regelung ist für unsymmetrische Fehlern näher zu untersuchen.

Scenario	vload/vEHV,b	tsettle in ms	CCT in ms
a	0.16	3300	350
b	0.33	1500	390
c	0.16	600	> 3000
1	0.07	388.3	675
2	0.25	549.3	> 3000
3	0.07	77.1	> 3000
4	0.29	550.1	430
5	0.11	832.9	515

Tabelle II: Simulationsergebnisse [2]

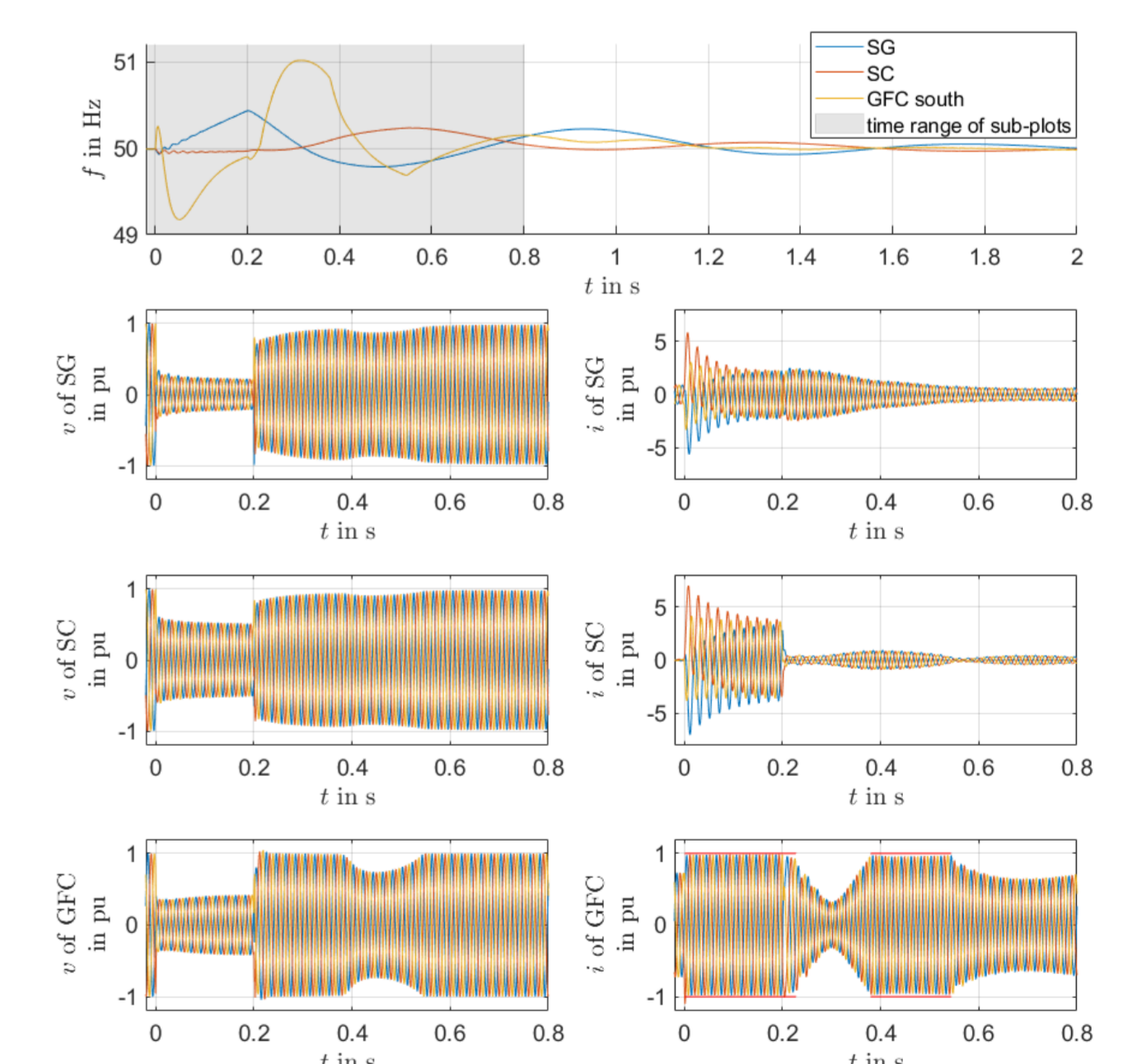


Abbildung 5: Frequenzen, Spannungen und Ströme in Szenario 4.[2]

[1] A. Engler, „Regelung von Batteriestromrichtern in modularen und erweiterbaren Inselnetzen“: Zugl.: Kassel, Univ., Diss., 2001, vol. 539 of Dissertation.de Premium. Berlin: dissertation.de, als ms. gedr ed., 2002.
[2] K. Fischbach, N. Wiese, Y. Zhang, M. Braun, „Continuous Grid-Forming Control with Transient Current Limitation“, NEIS 2022 (Fullpaper eingereicht)

Gefördert durch:



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter den Förderkennzeichen 0350023A-G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Projektkonsortiums Netzregelung 2.0 wider.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

