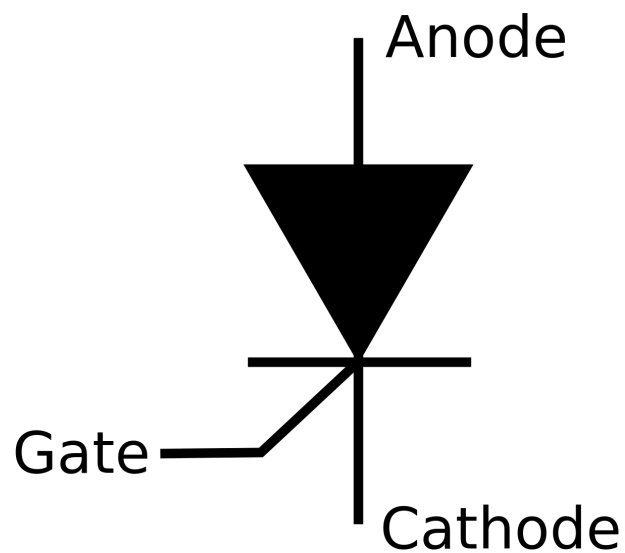


Netzurückwirkungen von Thyristorstellern mit ohmscher Last bei verschiedenen Steuerverfahren

Fachbericht Projekt 6

Windisch, 18.01.2019



Hochschule	Hochschule für Technik - FHNW
Studiengang	Elektro- und Informationstechnik
Autor	Nando Spiegel und Bastian van Dijke
Betreuer	Felix Jenni
Auftraggeber	Intern

Zusammenfassung

Hier könnte Ihre Werbung stehen.

Keywords: Phasenanschnitt, Schwingungspaket, Ohmsche Last

Danksagung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	2
2.1	Phasenanschnittsteuerung	2
2.2	Schwingungspaketsteuerung	3
2.3	Leistungsfaktor	4
2.3.1	Leistungsfaktor Phasenanschnittsteuerung	4
2.3.2	Leistungsfaktor Schwingungspaketsteuerung	4
2.4	Netzverunreinigungen	5
2.4.1	Harmonische Oberwellen	5
2.4.2	Subharmonische	5
2.4.3	Fast Fourier Transformation	5
2.5	Total Harmonic Distortion	5
3	Simulation	6
3.1	Simulation mit PLECS	6
3.2	Simulation mit Matlab	6
4	Messaufbau	7
5	Normen	8
6	Umsetzung	9
7	Validierung	10
8	Schlusswort	11
	Literatur	13
	Abbildungsverzeichnis	13
	Tabellenverzeichnis	13

1 Einleitung

Hier könnte Ihre Werbung stehen.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Grundlagen für die Steuerungsarten erklärt.

2.1 Phasenanschnittsteuerung

Bei der Phasenanschnittsteuerung wird das Sinussignal über einen TRIAC geführt. Ein TRIAC sind zwei antiparallel geführt Thyristoren. Dieser zündet ab einem gewissen Zündimpuls nach jedem Nulldurchgang. Je später der TRIAC eingeschaltet wird, desto kleiner wird die mittlere Leistung über der Last. Ein Vorteil gegenüber einem Spannungsteiler ist, dass weniger Leistung gebraucht wird. Der Zündwinkel kann von 0° bis 180° gewählt werden, wobei bei 0° die maximale Leistung und bei 180° keine Leistung über der Last anliegt. Das Problem bei der Phasenanschnittsteuerung ist, dass diese Schaltung Oberwellen verursacht und so ungewünschte Effekte für den Netzbetreiber verursacht. Ein weiteres Problem betrifft den nicht-sinusförmigen Stromverlauf. Da Strom und Spannung nicht den gleichen Verlauf haben, tritt eine Verzerrungsblindleistung auf. Der Strom verläuft zeitlich der Spannung nach wirkt so wie eine Induktivität. Deshalb wird dieses Verfahren vom EW nur bei kleinen Leistungen toleriert. Bei grossen Leistungen wird deshalb die Schwingungspaketsteuerung benutzt. In der Abbildung ?? ist ersichtlich, wie der Phasenanschnitt bei einer Netzspannung aussieht. Grau gezeichnet ist die normale Netzspannung und rot ist die Spannung welcher an der Last anliegt. In dieser Abbildung wurde ein Winkel von 135° gewählt und somit ist die Leistung an der Last kleiner als mit der normalen Netzspannung.

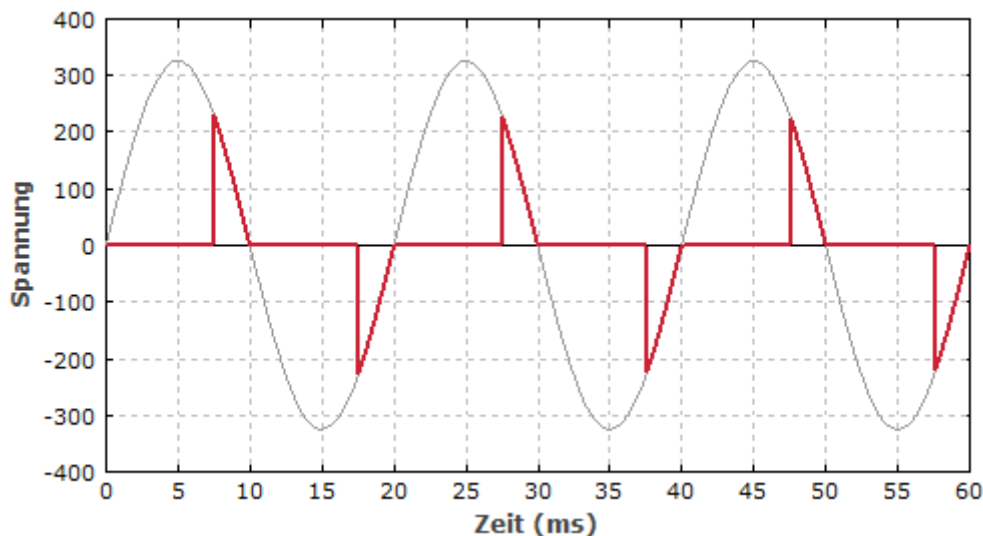


Abbildung 2.1: Phasenanschnitt mit einem Winkel von 135° [1]

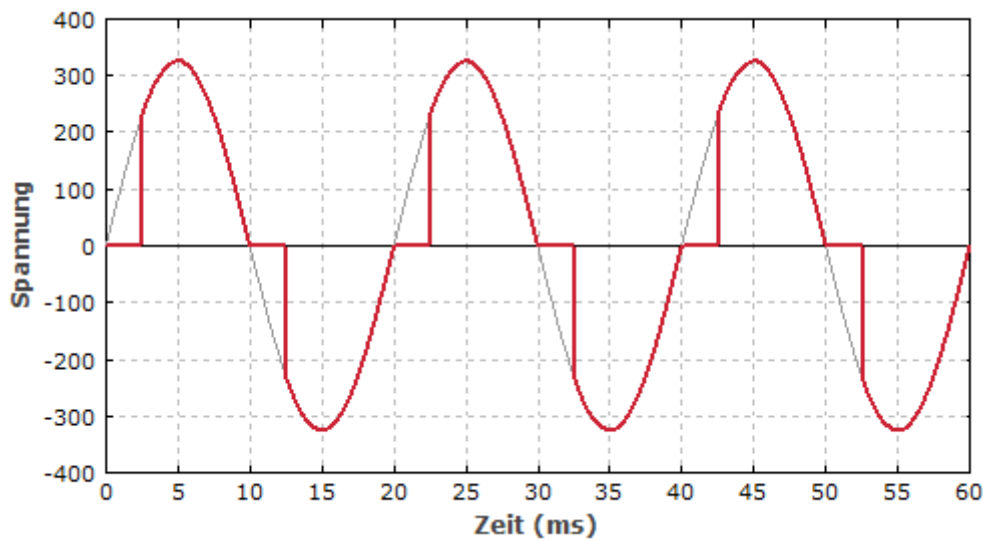


Abbildung 2.2: Phasenanschnitt mit einem Winkel von 45° [1]

Bei der Abbildung 2.2 ist gut ersichtlich, wie früher gezündet wurde. Somit wird die Leistung an der Last grösser.

2.2 Schwingungspaketsteuerung

In diesem Verfahren wird nicht wie der Phasenanschnittsteuerung die Form der Halbwellen verändert, sondern die Zeitdauer. Dabei wird immer von der Paketzeit und der Einschaltzeit ausgegangen, wobei letzteres verändert wird. Wenn z.B. eine Paketdauer 10 Halbwellen hat, und die Einschaltzeit 5 Halbwellen ist, liegt die halbe Leistung über der Last an. Anders als bei der Phasenanschnittsteuerung entstehen bei dieser Ansteuerungsart keine harmonische Oberwellen, dafür aber Sub- und Zwischenharmonische. Auf der Abbildung 2.3 ist ersichtlich, wie vier von den total sechs pro Paket eingeschaltet sind. Dies ergibt eine Leistung welche $2/3$ so gross ist wie die Leistung mit der normalen Netzspannung.

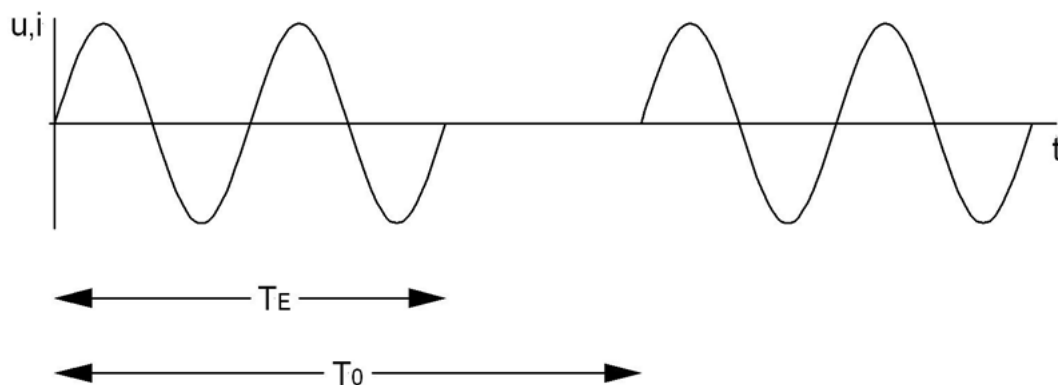


Abbildung 2.3: Schwingungspaketsteuerung $2/3$ der Leistung [2]

Dabei ergibt sich aus dem Verhältnis von Einschaltdauer zu Periodendauer das Tastverhältnis.

$$\lambda = \frac{T_E}{T_0} \quad (2.1)$$

2.3 Leistungsfaktor

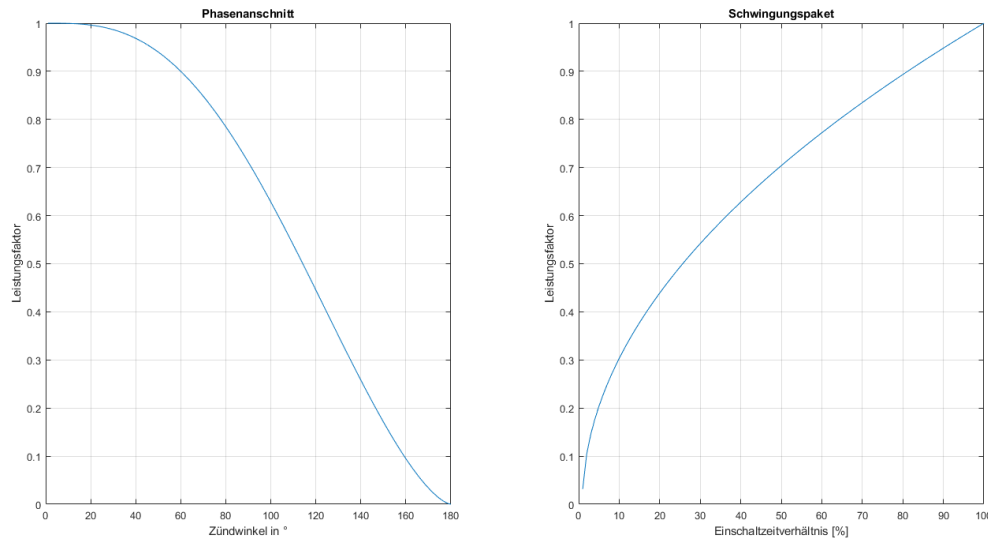


Abbildung 2.4: Leistungsfaktor von Phasenanschnitt- und Schwingungspaketsteuerung

2.3.1 Leistungsfaktor Phasenanschnittsteuerung

Der Leistungsfaktor ist definiert als das Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung.

$$\lambda = \frac{P_\alpha}{S} \quad (2.2)$$

Die Schein- und Wirkleistung können mit den folgenden Formeln beschrieben werden.

$$S = I_L \cdot U_{UN} \quad P_\alpha = I_L^2 \cdot R_L \quad (2.3)$$

Werden die Formeln 2.3 in die Formel 2.2 eingesetzt ergibt sich folgende Gleichung.

$$\frac{P_\alpha}{S} = \frac{I_L \cdot R_L}{U_{UN}} \quad (2.4)$$

Der Laststrom wird mit folgender Formel beschrieben.

$$I_L = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin(2\alpha)} \cdot \frac{U_{UN}}{R_L} \quad (2.5)$$

Wenn die Formel für den Laststrom in die Gleichung 2.4 eingesetzt wird, lassen sich die Spannung und der Widerstand wegekürzen und übrig bleibt folgende Formel.

$$\lambda = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin(2\alpha)} \quad (2.6)$$

2.3.2 Leistungsfaktor Schwingungspaketsteuerung

Das Einschaltverhältnis wird mit a beschrieben.

$$S_a = \sqrt{a} \cdot P \quad P_a = a \cdot P \quad (2.7)$$

Wenn die beiden Formeln für die Wirk- und Scheinleistung in die Gleichung für den Leistungsfaktor eingesetzt wird, ergibt sich daraus folgende Gleichung.

$$\lambda = \frac{P_a}{S_a} = \frac{a \cdot P}{\sqrt{a} \cdot P} \quad (2.8)$$

Die Wirkleistung lässt sich wegekürzen und so ergibt sich folgende Formel.

$$\lambda = \sqrt{a} \quad (2.9)$$

2.4 Netzverunreinigungen

In diesem Kapitel sind die verschiedenen Netzverunreinigungen aufgezählt und was diese bewirken.

2.4.1 Harmonische Oberwellen

Um die einzelnen Vor- und Nachteile besser verstehen zu können, muss weiter erklärt werden, was die harmonische Oberwellen sind und wie sich diese im Netz verhalten.

2.4.2 Subharmonische

Da nicht nur harmonische Oberwellen verglichen werden, werden hier noch die Subharmonische erklärt und was der Unterschied zu den harmonischen Oberwellen ist.

2.4.3 Fast Fourier Transformation

Damit die beiden Spektren der Oberwellen verglichen werden können, wird diese in einem FFT Diagramm aufgezeigt. Wie diese zu lesen sind und was sie aussagen, wird hier beschrieben.

2.5 Total Harmonic Distortion

Um die beiden Steuerungsarten vergleichen zu können, wird der THD benötigt. Wie dieser berechnet wird, wird in diesem Kapitel aufgezeigt.

3 Simulation

Die beiden Steuerungsarten wurden mit Plecs und Matlab simuliert um genauer analysieren zu können, wie sich diese verhalten.

3.1 Simulation mit Plecs

Es wurde mit Plecs die Phasenanschnitt- und Schwinungspaketsteuerung und die Komination aus beiden Verfahren erstellt. Hier werden die Simulationen aufgezeigt sowie auch das FFT der einzelnen Verfahren.

3.2 Simulation mit Matlab

Um die Plecs-Simulation zu verifizieren, wurde die Verfahren auch mittels Matlab simuliert. In diesem Kapitel werden aufgezeigt wie dies gemacht wurde sowie die Resultate mit Plecs verglichen.

4 Messaufbau

Die Kombination aus beiden Verfahren wurde im Labor aufgebaut um das Verhalten in Realität beobachten zu können. Hierbei wird das Schema und der Messaufbau aufgezeigt.

5 Normen

6 Umsetzung

In diesem Kapitel wird gezeigt, wie das fertige Produkt aufgebaut ist.

7 Validierung

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, welche Schritte gemacht wurden um sicherzustellen, dass das fertige Produkt auch funktioniert.

8 Schlusswort

Hier könnte Ihre Werbung stehen.

Ehrlichkeitserklärung

Wir erklären eidesstattlich, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die benutzten Quellen entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet haben. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Nando Spiegel

Bastian van Dijke

Windisch, am 18.01.2019

Literatur

- [1] Dr. Rüdiger Paschotta. (2018). Phasenanschnittsteuerung, Adresse: <https://www.energie-lexikon.info/phasenanschnittsteuerung.html> (besucht am 15. Apr. 2019).
- [2] WolfgangS. (2006). progressi nei veicoli elettrici, Adresse: <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Schwingungspaketsteuerung.png> (besucht am 15. Apr. 2019).

Abbildungsverzeichnis

2.1	Phasenanschnitt mit einem Winkel von 135° [1]	2
2.2	Phasenanschnitt mit einem Winkel von 45° [1]	3
2.3	Schwingungspaketsteuerung 2/3 der Leistung [2]	3
2.4	Leistungsfaktor von Phasenanschnitt- und Schwingungspaketsteuerung	4

Tabellenverzeichnis