

3 Verfahren zur Erzeugung der Pulsmuster [48, 51, 59, 63, 64, 68, 75, 82, 98]

3.1 Verfahren und ihre Begründung

In diesem Abschnitt sollen die Verfahren zur Erzeugung der Pulsmuster behandelt werden. Dabei geht es gleichzeitig um die Aufgabe, Wege zur Unterdrückung bestimmter Harmonischer zu suchen. Die folgenden Verfahren sind bekannt:

- Modulationsverfahren
- Pulsweitenmodulation
 - mit sinusförmiger Vergleichsspannung (Unterschwingungsverfahren)
 - mit nicht sinusförmiger Vergleichsspannung (Unterschwingungsverfahren)
 - mit Optimierung der Pulswinkel
- Stromzweipunktregelung.

Mit den Verfahren werden Wege gesucht, möglichst Oberschwingungsfreie Ströme anzutreiben. Das garantiert auch gleichzeitig geringe Pendelmomente. Wie in den Kapiteln 4 und 5 noch gezeigt wird, ist das erforderlich zur Senkung der:

- Stromwärmeverluste und der
- Pendelmomente.

3.2 Modulationsverfahren

Im Abschnitt 2.2.5.3 wurde das Verfahren beschrieben. Dabei wurde abgeleitet, dass für die Schaltzeit zur Erzeugung einer sinusförmigen Grundschwingung bei der Modulation einer Rechteckspannung gilt:

$$T_H = 0,5 \cdot T_P \left(1 - \frac{\hat{U}_1}{0,5 \cdot U_{d0}} \sin \alpha_v \right). \quad (2.41a)$$

Es handelt sich um eine Pulsweitenmodulation einer Rechteckschwingung. Die Modulation erfolgt durch zeitliche Verschiebung des Nulldurchgangs bei $t = \pi$.

Die Frequenz der Rechteckschwingung beträgt im Allgemeinen einige Kilohertz.

3.3 Pulsweitenmodulation (PWM)

3.3.1 Sinusförmige Bezugsspannung (Unterschwingungsverfahren)

Hier handelt es sich um das am längsten bekannte Verfahren. Es wird eine sinusförmige Spannung – die Bezugsspannung $a(t)$ – mit einer Zeitfunktion $f(t)$ (Hilfssteuerspannung) verglichen.

Die Bezugsspannung $a(t)$ (**Bild 3.1**) stimmt in ihrer Frequenz

$$f_a = \frac{1}{T_a} \quad (3.1)$$

mit der gewünschten Frequenz des Wechselrichters überein. Ihre Amplitude \hat{A} entspricht der Amplitude der Grundschiwingung.

Es gilt also mit dem Faktor c :

$$\hat{U}_1 = c \hat{A}. \quad (3.2)$$

Dabei entspricht c den Angaben im Bild 3.1, wo die Wechselrichterausgangsspannung in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt ist:

$$U_f = U_n \frac{f}{f_n}. \quad (3.3)$$

Die Zeitfunktion $f(t)$ stellt eine Trägerfrequenzspannung U_H dar, die folgende Formen haben kann:

- gleichschenkelig dreieckförmig
- sägezahnförmig.

Da im Wechselrichter drei Leiterspannungen zu erzeugen sind, werden drei um 120° zueinander zeitlich versetzte Bezugsspannungen und drei Trägerfrequenzspannungen benötigt. Diese können wie die Bezugsspannungen gegeneinander phasenverschoben, sie können aber auch gleichphasig in allen drei Leitern sein. Damit ergeben sich folgende Kombinationsmöglichkeiten:

Spannung	gleichschenkelig-dreieckförmig	sägezahnförmig
gleichphasig	×	×
um 120° zueinander phasenverschoben	×	×

Eine Darstellung der Trägerfrequenzspannungen, die Hilfssteuerspannungen U_H genannt werden sollen, und der Bezugsspannungen zeigt Bild 3.1.

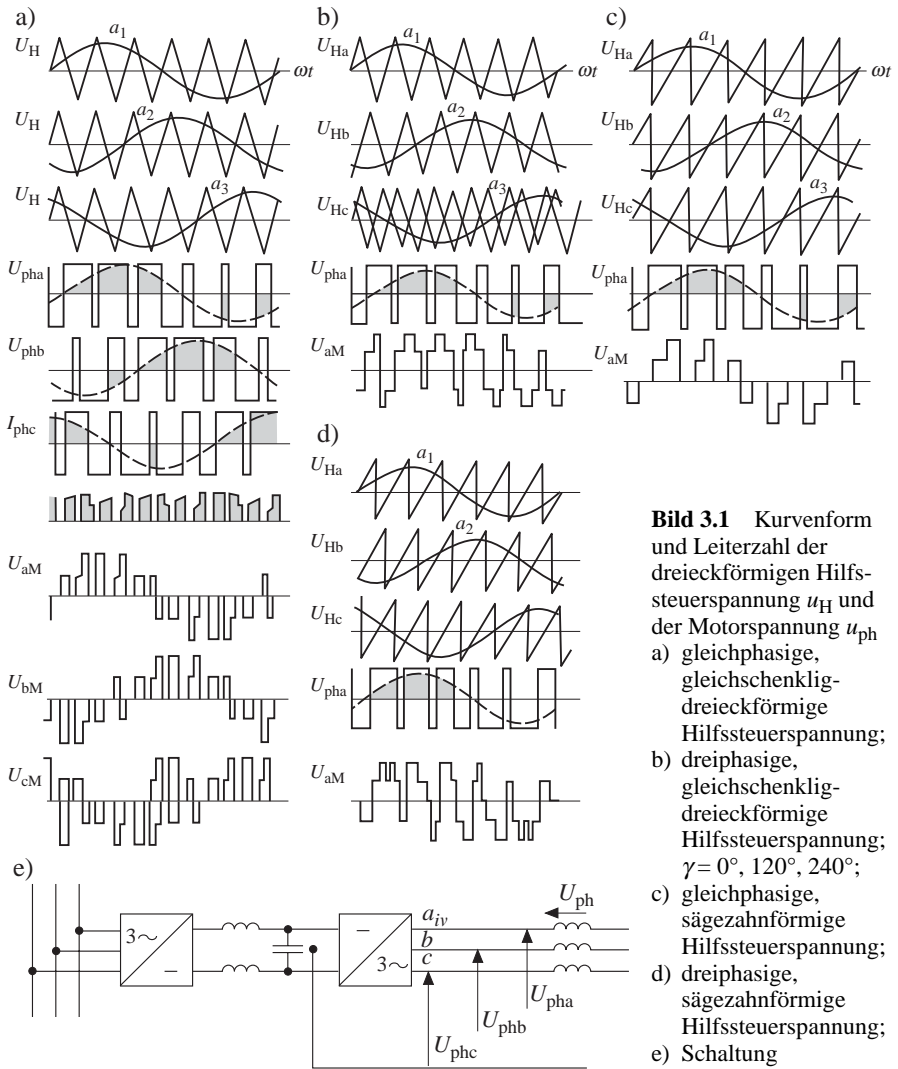


Bild 3.1 Kurvenform und Leiterzahl der dreiphasigen Hilfssteuerspannung u_H und der Motorspannung u_{ph}

- a) gleichphasige, gleichschenklig-dreieckförmige Hilfssteuerspannung;
- b) dreiphasige, gleichschenklig-dreieckförmige Hilfssteuerspannung; $\gamma = 0^\circ, 120^\circ, 240^\circ$;
- c) gleichphasige, sägezahnförmige Hilfssteuerspannung;
- d) dreiphasige, sägezahnförmige Hilfssteuerspannung;
- e) Schaltung