

6 Fremdgeführte Stromrichter

6.1 Mittelpunktschaltungen; Stromglättung

6.1.1 Systemgrößen einer M2-Schaltung bei rein Ohm'scher Belastung

Man untersuche die Systemgrößen u_d , i_d und die Spannung u_T am Thyristor für die Steuerwinkel von $\alpha = 120^\circ$; 75° ; 35° . Die Last besteht aus einem Widerstand $R = 15 \Omega$.



Datei: Kapitel 6 \ Datei: M2_R_Last.ecd

Lösung

Obwohl die M2-Schaltung kaum praktische Bedeutung hat, können an ihr die grundlegenden Betriebseigenschaften und Phänomene der fremdgeführten Stromrichter anschaulich in einer einfachen Topologie studiert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich unmittelbar auf höherpulsige Mittelpunktschaltungen und auf Brückenschaltungen übertragen.

Bild 6.1.1 zeigt das Simulationsmodell der M2-Schaltung. Der für Mittelpunktschaltungen erforderliche Transformator wird als ideal angenommen und dessen sekundäre Ausgangsspannungen u_{S1} (VM1) und u_{S2} (VM2) durch die Spannungsquellen E1

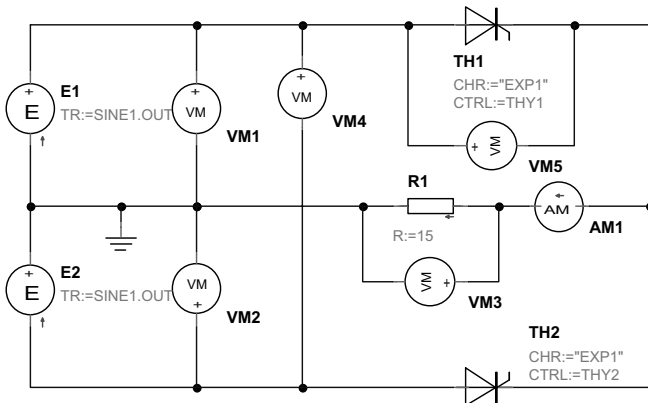


Bild 6.1.1 Zweipuls-Mittelpunktschaltung M2

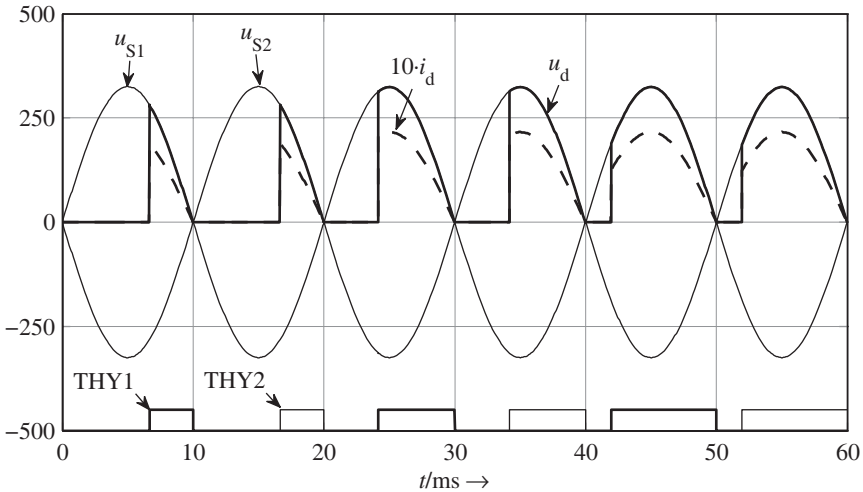


Bild 6.1.2 Laststrom und Lastspannung für $\alpha = 120^\circ; 75^\circ; 35^\circ$

und E2 abgebildet. Das der Simulation zugrunde liegende Verfahren der Knotenspannungsanalyse erfordert die Wahl eines Knotenpotentials als Bezugsgröße. Meist wird diesem Potential der Wert null zugewiesen. In der grafischen Simulationseingabe erfolgt die Zuweisung durch eine Verbindung mit dem Masse-Symbol. Im vorliegenden Fall ist es zweckmäßig, hierfür den Mittelpunkt der Versorgungsspannung zu wählen.

Zur Erzeugung der Zündimpulse (Langimpulse) wird auch hier das bereits in Aufgabe 2.3.4 beschriebene Verfahren eingesetzt. In **Bild 6.1.2** sind die simulierten Systemgrößen dargestellt. Nach jeweils 20 ms wird der Zündwinkel von $\alpha = 120^\circ$ auf $\alpha = 75^\circ$ und schließlich auf $\alpha = 35^\circ$ eingestellt. Bei Ohm'scher Belastung springt der Strom i_d (AM1) nach der Zündung auf den Wert $u_S(\alpha)/R_1$ und folgt dann proportional dem Spannungsverlauf u_d (VM3). Im Nulldurchgang des Stroms, der nur für rein Ohm'sche Belastung mit dem Spannungsnulldurchgang zusammenfällt, sperrt der jeweils stromführende Thyristor und nimmt Sperrspannung auf.

Die Spannungsbeanspruchung des Thyristors zeigt das **Bild 6.1.3**. Sie ist eine wesentliche Kenngröße für die Schaltdimensionierung. Hier entspricht dem Maximalwert von u_{T1} (VM5) die doppelte Amplitude der Sekundärspannung u_{S12} (VM4). Bei der praktischen Auslegung werden geeignete Sicherheitszuschläge vorgenommen.

Anregung

- Man variiere den Steuerwinkel α zwischen 180° und 0° und beobachte die Systemgrößen.

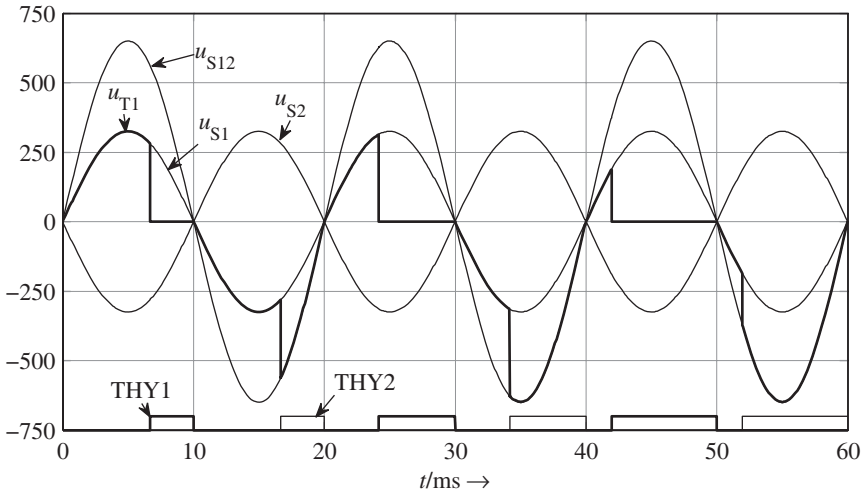


Bild 6.1.3 Spannung u_T am Thyristor TH1 für $\alpha = 120^\circ; 75^\circ; 35^\circ$

6.1.2 M2-Schaltung bei gemischt ohmsch-induktiver Belastung

Man untersuche die Systemgrößen u_d , i_d für die Steuerwinkel $\alpha = 120^\circ$ und 60° für eine gemischt ohmsch-induktive Last mit $L = 100 \text{ mH}$, $R = 15 \Omega$.

Datei: Kapitel 6 \ *Datei:* M2_RL_Last.ecd



Lösung

In vielen Anwendungsfällen wird ein Gleichstrom mit geringer Welligkeit angestrebt. Dazu muss in den Gleichstromkreis eine Glättungsinduktivität geschaltet werden. Gegenüber der rein Ohm'schen Belastung verändern sich dann sowohl die Strom- als auch die Spannungsverläufe. In dem vorliegenden Beispiel in **Bild 6.1.4** beträgt die Lastzeitkonstante $T_L = L/R = 6,67 \text{ ms}$. Bei einer Zündung mit $\alpha = 120^\circ$ (**Bild 6.1.5**) steigt der Gleichstrom i_d (AM1) mit einer endlichen Steigung an. Die in der Induktivität induzierte Spannung treibt den Strom über den Spannungsnulldurchgang hinweg. Da keine weitere aktive Spannungsquelle im Gleichstromkreis wirksam ist, klingt dieser Strom auf null ab.

Es entsteht kein kontinuierlicher Stromfluss, aber ein lückender Strom. Solange Strom fließt, folgt die Gleichspannung u_d (VM3) der jeweiligen Sekundärspannung. Bei kleiner werdendem Steuerwinkel α wird die Stromflusszeit verlängert und die in der Induktivität gespeicherte Energie größer. Unterhalb eines lastabhängigen Grenzwerts α_L fließt ein kontinuierlicher, nicht lückender Strom (**Bild 6.1.6**). Hierzu vergleiche man Aufgabe 6.1.5.

Anregung

- Man verkleinere den Wert der Induktivität bei dem Zündwinkel $\alpha = 60^\circ$ so lange, bis der Strom anfängt zu lücken (siehe L Bild 6.4).

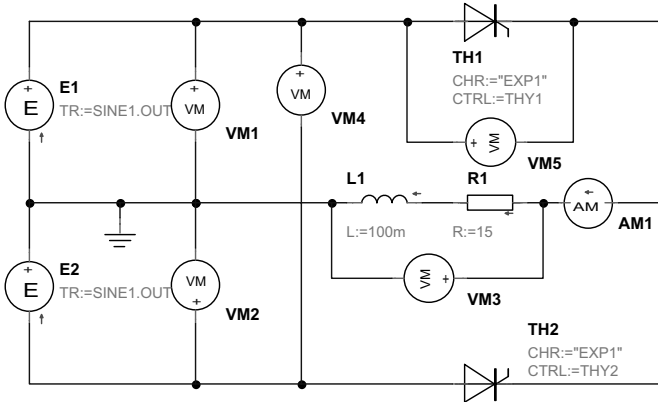


Bild 6.1.4 Zweipuls-Mittelpunktschaltung M2 bei gemischt ohmsch-induktiver Belastung

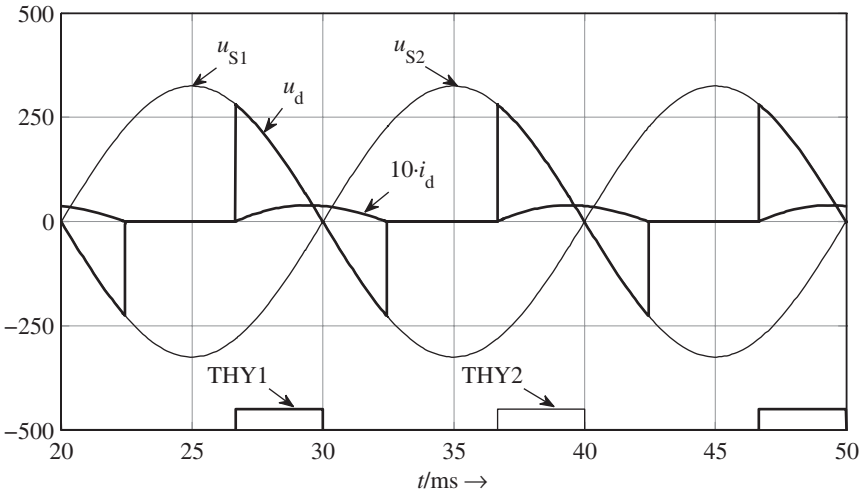


Bild 6.1.5 Laststrom und Lastspannung für $\alpha = 120^\circ$