

Thyristor und Triac
Untersuchung des Verhaltens im Gleich- und Wechselstromkreis

Studiengang: _____	Datum: _____
Set: _____ Platz: _____	
Teilnehmer: _____	

Zielstellung

- Bestimmung des zum Zünden erforderlichen Gatestromes I_{Gmin}
- Bestimmung von Einschalt- und Abfallstrom
- Zündung des Thyristors durch Stromimpuls, Bestimmung der Mindestimpulsdauer
- Impulslöschung des Thyristors
- Phasenanschnittsteuerung von Thyristor und Triac

1. Begriffe und Formelzeichen

Thyristor, Triac, Zündstrom I_{GT} , Abfallstrom I_{AT} , Einschaltstrom I_{HT} , Nullkippspannung U_{K0} , Durchbruchspannung U_{BR} , Sperrstrom I_R , Zündwinkel Θ , Phasenanschnittsteuerung

2. Versuchsvorbereitung

- 2.1. Wiederholen Sie den Vorlesungsabschnitt "Thyristoren ". Machen Sie sich mit den in Punkt 1. angegebenen Begriffen und Formelzeichen vertraut.
- 2.2. Skizzieren Sie den qualitativen Verlauf der I/U-Kennlinie einer Thyristortriode. Tragen Sie die wichtigsten Kenngrößen in die Skizze ein und erläutern Sie diese.
- 2.3. Erklären Sie die Wirkungsweise eines Thyristors anhand des Ersatzschaltbildes mit komplementären bipolaren Transistoren!
- 2.4. Erklären Sie die Funktion der Schaltung nach Bild 3 mit folgendem Ablauf der Schalterstellungen:
 - S1 in Stellung 1
 - S1 in Stellung 2
 - S1 in Stellung 1
 - S2 schließen und wieder öffnen.
- 2.5. Bereiten Sie die Darstellung der Kennlinien bzw. Meßwerte auf Millimeterpapier vor. Es empfiehlt sich folgende Teilung der Achsen:

- | | | | |
|--------------------------|------------|---|---------|
| - für Versuch nach 3.4.: | I_G : | $0 \text{ mA} \leq I_G \leq 15 \text{ mA}$ | 1 mA/cm |
| | t: | nach ermitteltem τ | 15 cm |
| - für Versuch nach 3.6.: | U_{LA} : | $0 \text{ V} \leq U_{LA} \leq 15 \text{ V}$ | 1 V/cm |
| | t: | $0 \text{ ms} \leq t \leq 10 \text{ ms}$ | 1 ms/cm |

3. Versuchsdurchführung und -auswertung

3.1. Bestimmung des zum Zünden erforderlichen Gatestromes I_{Gmin}

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 1 auf.

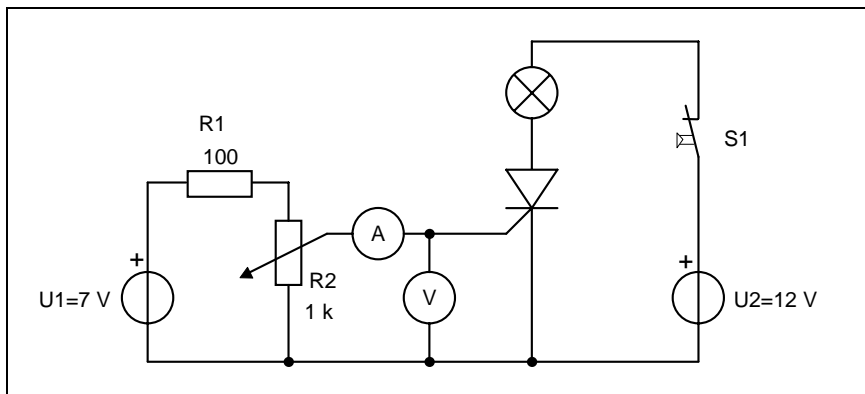


Bild 1: Schaltung zur Bestimmung des Mindestzündstromes

Erhöhen Sie mit R2 den Gatestrom bis der Thyristor zündet. Notieren Sie die Werte von Gatestrom und -spannung unmittelbar vor und nach dem Zünden. Löschen Sie den Thyristor mit S1 und wiederholen Sie die Messung mehrmals, um die Werte möglichst genau bestimmen zu können.

3.2. Bestimmung des Abfallstromes I_{AT}

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 2 auf.

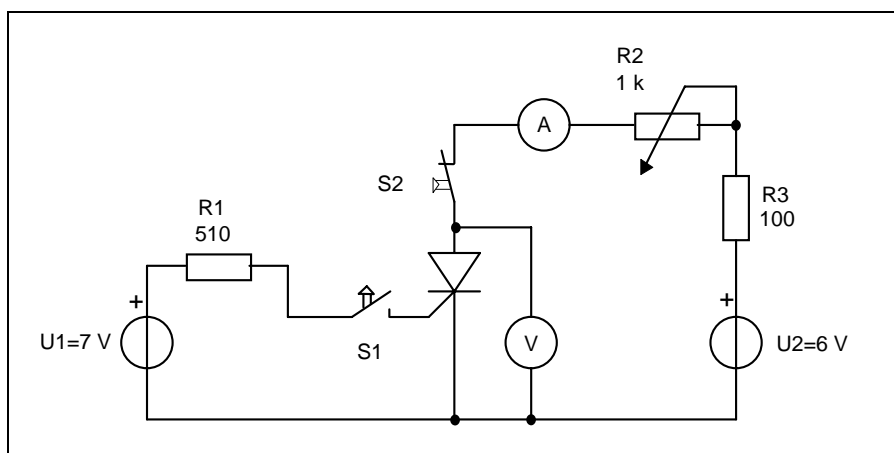


Bild 2: Schaltung zur Bestimmung des Abfallstromes

Stellen Sie R2 auf 0Ω und überzeugen Sie sich, daß der Thyristor sicher zündet. Messen und notieren Sie die Flußspannung U_{AK} . Welche praktische Bedeutung hat dieser Kennwert?

Bestimmen Sie den Abfallstrom I_{AT} , indem Sie den Widerstand R2 solange vergrößern bis der Thyristor gelöscht wird. Führen Sie diesen Versuch mehrmals durch und notieren Sie den Wert für I_{AT} .

3.3. Bestimmung des Einschaltstromes I_{HT}

Stellen Sie den Widerstand R2 in der Schaltung nach Bild 2 auf den Maximalwert und versuchen Sie, den Thyristor zu zünden. Wiederholen Sie diesen Versuch unter Verringerung von R2 so oft, bis der Thyristor nach Beenden des Zündimpulses sicher im gezündeten Zustand verbleibt und notieren Sie den entsprechenden Wert des Stromes. Erklären Sie den Unterschied zum im Punkt 3.2. bestimmten Abfallstrom.

3.4. Zündung des Thyristors durch Gatestromimpuls

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 3 auf. Verwenden Sie für den Kondensator eine Kondensator-Dekade, die Sie auf 1 µF einstellen.

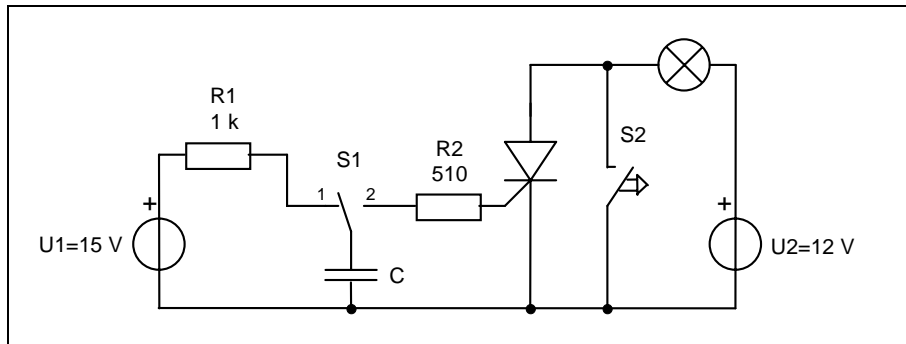


Bild 3: Zündung des Thyristors durch Stromimpuls

Überzeugen Sie sich von der Funktionsfähigkeit der aufgebauten Schaltung. Verringern Sie den Kondensator C solange, bis die in ihm gespeicherte Energie nicht mehr zum Zünden ausreicht. Stellen Sie den Mindestwert für C fest, der für ein sicheres Zünden erforderlich ist.

Berechnen Sie die Zeitabhängigkeit des Gatestromes nach folgender Beziehung:

$$I_G(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit } \tau = RC \quad /1/$$

Berücksichtigen Sie den Eingangswiderstand des Thyristors, den Sie aus 3.1. ermitteln können. Legen Sie den Maßstab für das Koordinatensystem fest, indem der Wert für τ etwa das erste Drittel der x-Achse bestimmt und stellen Sie die berechneten Werte dar. Tragen Sie den Mindestzündstrom als Parallele zur t-Achse ein und ermitteln Sie die Mindestdauer des Zündimpulses t_{\min} .

3.5. Impulslöschung des Thyristors

Erklären Sie die Wirkungsweise der Schaltung nach Bild 5 und skizzieren Sie den zu erwartenden zeitlichen Verlauf von I_G , I_A und U_{AK} im Bild 4.

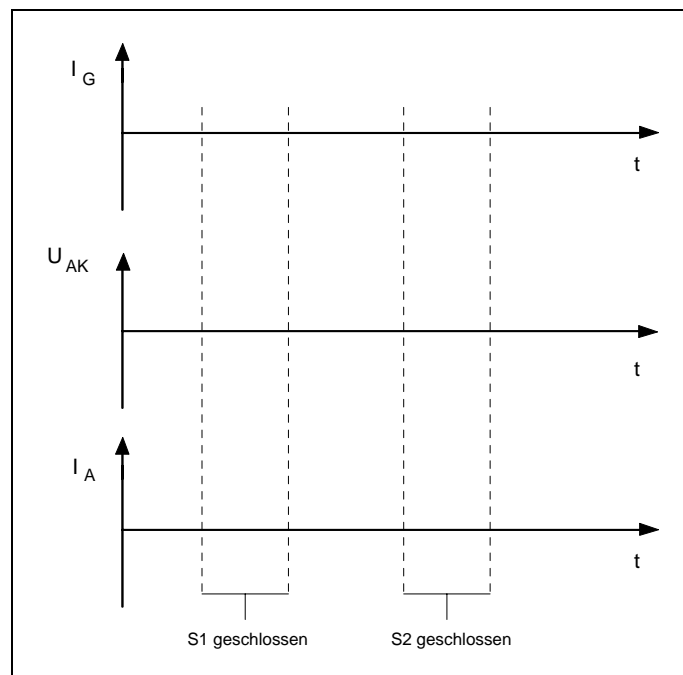


Bild 4: zeitlicher Verlauf von I_G , I_A und U_{AK}

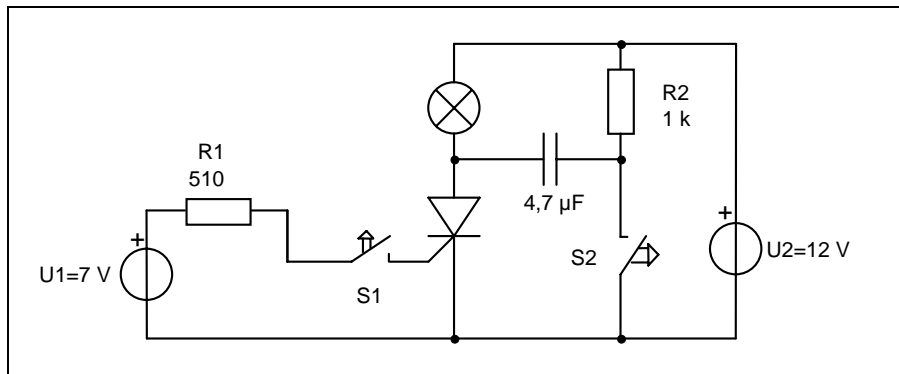


Bild 5: Impulslöschung des Thyristors

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 5 auf und überzeugen Sie sich von der Funktion.

3.6. Phasenanschnittsteuerung eines Thyristors

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 6 auf. Für C1 verwenden Sie eine Kondensator-Dekade, die sie auf $7 \mu\text{F}$ einstellen. Ermitteln Sie den maximal und minimal möglichen Zündwinkel, mit dem sich der Thyristor ansteuern läßt.

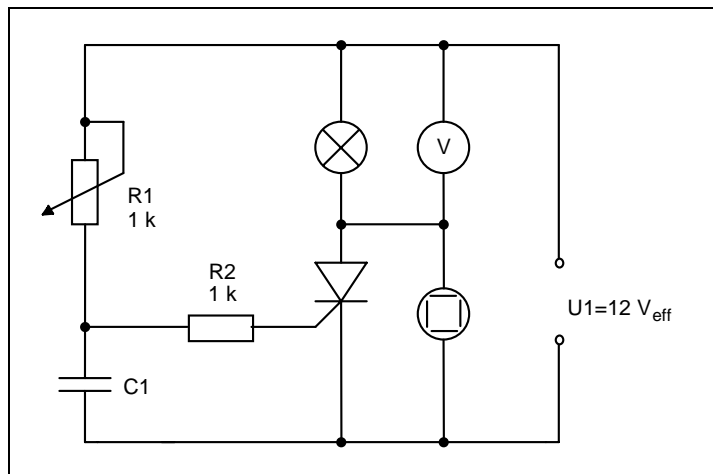


Bild 6: Phasenanschnittsteuerung eines Thyristors

Ermitteln Sie die Meßwerte zur Darstellung der Funktion $U_{LA}=f(t)$, wobei t der Zündzeitpunkt innerhalb der positiven Halbwelle ist. Beachten Sie, daß die Lampenspannung als echter Effektivwert gemessen werden muß, d.h. im AC+DC-Bereich (Multimeter MX 54).

Ersetzen Sie den Thyristor durch einen Triac. Überzeugen Sie sich von der Funktion und ermitteln Sie für diese Schaltung Meßwerte zur Darstellung der Funktion $U_{LA}=f(t)$. Stellen Sie die Meßwerte beider Schaltungen in einem gemeinsamen Diagramm dar. Diskutieren Sie die Unterschiede zwischen beiden Funktionen.

Ersetzen Sie die Ansteuerschaltung aus R1, R2 und C1 durch eine Impulsgeberschaltung mit dem Schaltkreis TCA 785. Bestimmen Sie für den Triac wieder die Funktion $U_{LA}=f(t)$ und tragen Sie diese ebenfalls in das Diagramm ein. Begründen Sie die Unterschiede zur Zündung mittels RC-Glied.