

Hinweise und Aufgabenpräzisierungen zum Versuch „E5 Gleichrichterschaltungen“

Es ist nicht immer sinnvoll, die Aufgabenstellungen zu einem Experiment genau in der Reihenfolge abzuarbeiten, wie sie in der zugehörigen Beschreibung/Anleitung steht: Man sollte sich stets eher an der Zweckmäßigkeit bzw. „inneren“ Folgerichtigkeit von Messaufgaben orientieren. Wenn es zusätzliche Erkenntnisse verschafft, ist auch eine Erweiterung und Veränderung von Teilaufgaben unbedingt gerechtfertigt. Das gilt insbesondere auch für diesen Versuch!

1. Verschaffen Sie sich einen ersten Überblick über die am Ort vorhandenen Messmittel (Oszilloskop, Drehspulmessgeräte, Digitalmessgerät). Notieren Sie sich die charakteristischen **Kennwerte** wie Messbereiche, Gebrauchslage, Innen- bzw. Eingangswiderstände, gerätebedingte Messunsicherheiten u.a. Sofern Sie die Informationen nicht direkt vorfinden, erfragen Sie diese!
2. Der Transformator mit Mittelanzapfung der Sekundärseite hat einen gesonderten Einschalter (beleuchteter Kippschalter): Schalten Sie die Spannung erst ein, wenn Ihre Schaltung komplett aufgebaut und durch den Versuchsbetreuer „abgenommen“ bzw. bestätigt worden ist!
3. Lassen Sie für Kontrollzwecke das Oszilloskop stets eingeschaltet: Damit lassen sich die Signale in der Schaltung jederzeit verfolgen und die korrekte Funktionsweise überprüfen!
4. Bauen Sie die komplette Gleichrichterschaltung mit allen Messgeräten gemäß der Abb. 5.4 in der Versuchsanleitung auf; aber noch **ohne** das (digitale) Amperemeter A und den variablen Lastwiderstand R ! Wir erhalten so die Gleichrichterschaltung(en) für den sog. „Leerlauf“-Fall (nicht ganz exakt, wie sich noch zeigen wird). In der Schaltung kann mit jeweils einer (kurzen) Zuleitung bei Bedarf zwischen Einweg- und Zweiweg-Gleichrichtung gewechselt werden. Mit einer zweiten (kurzen) Zuleitung kann ebenso ein „glättender“ Kondensator ($10\ \mu\text{F}$) parallel am Ausgang zu- oder abgeschaltet werden.
5. Messen Sie mit einem Drehspulmessgerät (V_1 in Abb. 5.4) den Effektivwert der Wechselspannung vom Transformator – vernünftigerweise gleich für beide Zweige der symmetrischen (bezogen auf die „Mittelanzapfung“ der Sekundärwicklung des Transformators) Speisung der Gleichrichterschaltung. Welche Folge hätte/hat eine leichte „Asymmetrie“?
6. Messen Sie mit dem zweiten Drehspulmessgerät (V_2 in Abb. 5.4) die Ausgangsspannung im DC- und im AC-Spannungsmessbereich für **beide** Gleichrichterschaltungen (also insgesamt 4 Messwerte zu notieren)! Beobachten Sie dabei auch das Ausgangssignal am Oszilloskop und skizzieren Sie jeweils den typischen Signalverlauf im „Leerlauf“ (Foto mit dem Handy geht auch)!
7. Messen Sie ebenso mit dem parallelgeschalteten „Glättungskondensator“ noch für **beide** Gleichrichterschaltungen die Ausgangsspannung jeweils im DC- und im AC-Spannungsmessbereich und skizzieren Sie den zugehörigen charakteristischen Signalverlauf dafür!
8. Für alle in den Aufgaben 6 und 7 experimentell bestimmten Spannungsmesswerten ist in der Auswertung der qualitative **und** quantitative Bezug untereinander über den Scheitel- bzw. Spitzenwert der Wechselspannung U_m herzustellen: Sind die Ergebnisse konsistent? Wie können ggf. auftretende Abweichungen/Unterschiede physikalisch begründet und (auch quantitativ) erklärt werden? (Abwandlung von Aufgabe 4 der Versuchsanleitung)

9. Schalten Sie nunmehr auch den regelbaren Lastwiderstand R und das digitale Ampere-meter A gemäß Abb. 5.4 hinzu und messen Sie am Ausgang den zeitlichen Gleichspannungsmittelwert \bar{U} in Abhängigkeit vom fließenden Laststrom I : Da wir zwei Gleichrichterschaltungen (Einweg/Zweiweg) haben und außerdem mit/ohne „Glättungskondensator“ arbeiten können, sind insgesamt 4 Messreihen („Lastkennlinien“) aufzunehmen! Wählen Sie eine sinnvolle Schrittweite bei der Messung, um jeweils charakteristische Veränderungen gut genug erfassen zu können (Was erwarten Sie eigentlich?): Eine „äquidistante“ Schrittweite ist häufig unnötig oder unzweckmäßig! Sie sollten bei dieser Gelegenheit auch unbedingt den charakteristischen Signalverlauf am Oszilloskop für die „mittlere Belastung“ (aka „gut sichtbarer exponentieller Verlauf“: Wieso das?) für beide Gleichrichterschaltungen (natürlich mit Kondensator!) dokumentieren/skizzieren. Zur Beobachtung: Wie ändert sich der zeitliche Verlauf mit Glättungskondensator bei Veränderung des Laststromes und warum?
10. Stellen Sie die insgesamt **vier** „Lastkennlinien“ $\bar{U}(I)$ gemeinsam in einem Diagramm grafisch dar; die zugehörigen Messwerte für den „Leerlauf“ $\bar{U}(I = 0)$ haben Sie in Aufgabe 6 und 7 gemessen! Diskutieren Sie die Kennlinien zunächst rein qualitativ und erklären Sie die charakteristischen Verläufe physikalisch!
11. Werten Sie die **beiden** linearen Kennlinien **quantitativ** aus (Anpassung an eine lineare Funktion mit gewichteter Regression gemäß Messunsicherheiten) und bestimmen Sie dabei jeweils die sog. „Leerlauf“- oder Quellspannung U_0 , den „Kurzschlussstrom“ I_0 und den Innenwiderstand R_i der Gleichrichterschaltung als (in guter Näherung linearer) Spannungsquelle. Diskutieren und erläutern Sie die erhaltenen Ergebnisse! (Hinweis: Zum Schutz der Gleichrichterdioden ist jeweils ein Widerstand von ca. 40Ω in Reihe eingelötet. Was würde sich ändern, wenn er nicht vorhanden wäre?)
12. Wie könnte man die beiden nichtlinearen Lastkennlinien „modellmäßig“ beschreiben und mit welchem physikalisch begründeten Ansatz? (Sie müssen das nicht wirklich tun!)
13. Welche allgemeinen Schlüsse können Sie aus Ihren gewonnenen Ergebnissen ziehen für die verbreitete technische Anwendung von Gleichrichterschaltungen in Netzteilen? Wie verbessert man technisch die „Glättung“ der i.a. bei (stets vorhandener) Belastung vorhandenen pulsierenden Gleichspannung? Was ist ein „Schaltnetzteil“, wie funktioniert es (prinzipiell) und warum wird es zur Spannungsversorgung von Geräten oft bevorzugt?
14. Wie erklären Sie Ihre unterschiedlichen Messergebnisse bei der Messung der Ausgangsspannung im DC- bzw. AC-Messbereich der Messgeräte? Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Messwerten? Wie wird bei (ganz einfachen) Messgeräten offensichtlich die AC-Messung technisch realisiert? Welche (echten!) Fehler ergeben sich unvermeidlich daraus bei der Messung „anharmonischer“ (d.h. nicht sinusförmiger) Wechselgrößen und wie lassen sich die „umgehen“?