

Leistungselektronik

P r a k t i k u m

Versuch 1 Schaltverhalten von Leistungshalbleitern:

- **Bipolar-Transistoren**
- **Feldeffekt-Transistoren**
- **IGBT**

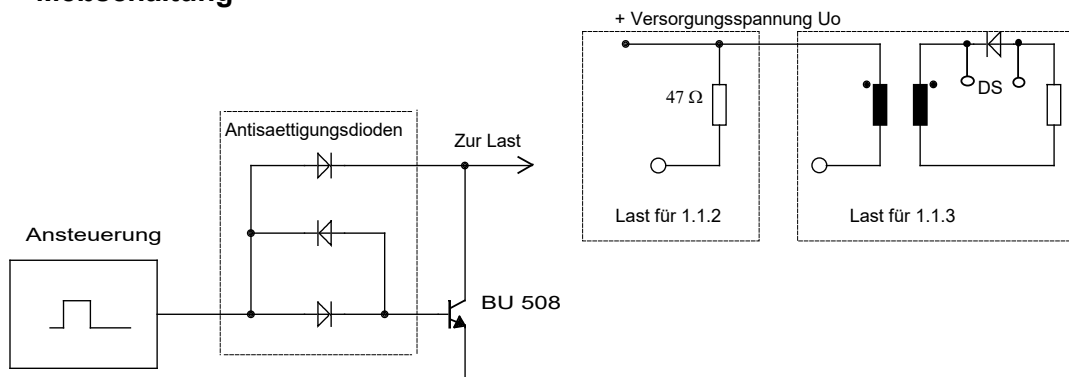
- Zur Korrektur zurück:**
 Versuchsbeschreibung fehlt
 Inhalt fehlerhaft **Fragen unvollständig**

Gruppen-Nr.: Protokollführer:	Gruppenteilnehmer mit Matrikelnummer:
Durchgesehen und für richtig befunden (Unterschriften aller Übungsteilnehmer)	Stempel

1 Schaltverhalten von Leistungstransistoren

1.1 Bipolarer Transistor

1.1.1 Meßschaltung



1.1.2 Messung und Auswertung für ohmsche Last

- Bauen Sie die Meßschaltung nach 1.1.1 ohne Antisättigungsdioden mit ohmscher Belastung auf; Versorgungsspannung $U_o = 30\text{ V}$.
- Oszillografieren Sie den Basisstrom und den Kollektorstrom bei unterschiedlich hohen Basisströmen, und bilden Sie je ein typisches Oszillogramm mit optimaler Ansteuerung und mit Übersteuerung (siehe Schalterstellung) ab (verwenden Sie zur Messung des Basisstroms einen Laborshunt, zur Messung des Kollektorstroms einen $10\ \Omega$ -Shunt (im Versuch eingebaut) zusammen mit einen potenzialfreien Tastkopf (Teiler 1:10)) Bitte keinen Teilerfaktor am Oszilloskop einstellen, damit sich bedingt durch den Shunt und den potenzialfreien Tastkopf ein Verstärkungsfaktor von 1V/A ergibt.
 (Frequenz : ca. 10kHz ; Pulsbreite : ca. $25\ \mu\text{s}$; $\hat{i}_B=80\text{mA}$)

1.1.2.1 Ermitteln Sie die Einschaltzeit t_{on}

- a) Ohne Basisstromüberhöhung (Schalter "AUS") $t_{on} = \dots\dots\dots$
 b) Mit Basisstromüberhöhung (Schalter "EIN") $t_{on} = \dots\dots\dots$

Kontrollfragen: Aus welchen Anteilen setzt sich die Einschaltzeit zusammen?

Mit welchen Maßnahmen läßt sich die Einschaltzeit verkürzen?

1.1.2.2 Ermitteln Sie die Ausschaltzeit t_{off}

- a) Mit Basisstromüberhöhung $t_{off} = \dots\dots\dots$
 b) Ohne Basisstromüberhöhung $t_{off} = \dots\dots\dots$
 c) Mit negativem Basisstrom, *ohne Basisstromüberhöhung* $t_{off} = \dots\dots\dots$
 d) Ermitteln Sie den Einfluß der Antisättigungsdioden auf das Schaltverhalten des Transistors $t_{off} = \dots\dots\dots$

Welchen Einfluß hat die Höhe des Kollektorstromes auf das (Aus)Schaltverhalten (wenn der Transistor vorher übersteuert war)?

- Erklären Sie die Funktionsweise der Antisättigungsschaltung.
 Dokumentieren Sie die Oszillogramme 1.1.2.1 a) bis b) und 1.1.2.2 a) bis d) **mit jeweils mindestens einem Bild und kennzeichnen Sie in den Oszillogrammen, wie Sie die Zeiten ermittelt haben.**

1.1.3 Messung und Auswertung für ohmsch-induktive Last

Der Lastwiderstand wird durch einen Durchflußwandler (DS kurzgeschlossen) bzw. einen Sperrwandler (DS in Funktion) ersetzt. Anmerkung: Die Antisättigungsschaltung ist nicht zu verwenden)
Bei maximaler Basisstromamplitude ohne Basisstromüberhöhung (Schalterstellung beachten)

Durchflußwandler:

- ohne negativen Basisstrom
- mit negativem Basisstrom

Sperrwandler:

- ohne negativen Basisstrom
- mit negativem Basisstrom

sind der Kollektorstrom (mit dem Differenzastkopf (Differential Probe) über dem Shunt mit 10Ω) und die Kollektor-Emitterspannung zu oszillografieren (Tastkopf 1:100). **Bei der Laborvorführung wird eine Stromzange verwendet und der Faktor automatisch berücksichtigt.**

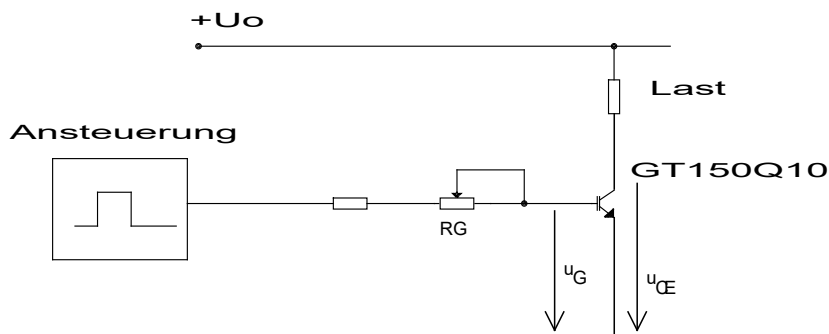
Auswertung:

- Wie ist das Übersetzungsverhältnis eines Übertragers definiert?
- Berechnen Sie das Übersetzungsverhältnis des Übertragers $\ddot{u} = \underline{\hspace{2cm}}$
(Anmerkung : hier ist eine geeignete Messung notwendig).
- Begründen Sie den Stromverlauf bei der induktiven Last. Wodurch kommt die e-Funktion des Stromes zustande ? Unter welchen Bedingungen würde der Strom linear ansteigen ?

Kontrollfrage : Wie kann aus dem Verlauf des Kollektorstromes erkannt werden, ob es sich bei der Belastung um einen Durchfluß- oder Sperrwandler handelt?

2.1 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

2.1.1 Meßschaltung



2.1.2 Messung und Auswertung

Bauen Sie die Meßschaltung nach 2.1.1 mit ohmscher Last (47 Ohm) auf. Oszillografieren Sie die Gatespannung u_G und die Kollektorspannung u_{CE} bei einer Frequenz von ca. $f = 16,66 \text{ kHz}$ und einem Tastverhältnis von $t_{\text{ein}}/T = 25\%$ ($t_{\text{ein}}=15\mu\text{s}$ bzw. $t_{\text{impuls}}=15\mu\text{s}$; $T=60\mu\text{s}$). Bitte verwenden Sie für beide Spannungen Tastköpfe mit einem Teilerfaktor von 1/10 (nicht potentialfrei) !

Stellen Sie die Gate- und die Kollektor/Emitterspannung für die Einschaltzeit dar und beobachten Sie das Schaltverhalten bei minimalen und maximalen Gate-Widerständen R_G !

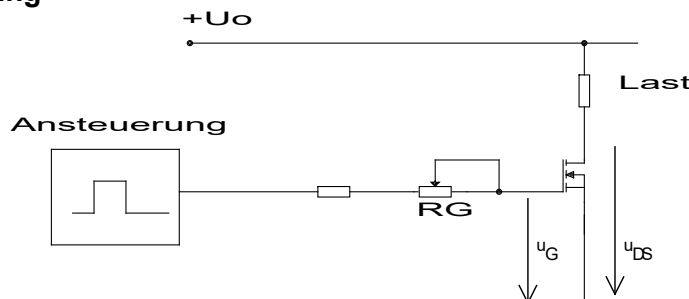
Kontrollfragen:

- Wie lassen sich beim IGBT die Schaltflanken beeinflussen?
- Welche Risiken bergen zu steile / zu langsame Schaltflanken?
- geben Sie das ESB des IGBT **in Bezug auf die Eingangskapazitäten** an.
- Welchen Einfluß hat der Wert der ohmschen Last auf das Schaltverhalten? (Hier sind wieder entsprechende Messungen notwendig (z.B. Widerstand parallel schalten...))
- Welchen Einfluß hat der Wert des Gatewiderstandes R_G auf das Schaltverhalten?
- Erklären Sie den **Gatespannungsverlauf anhand des ESB**. Warum ergibt sich ein Plateau in der Signalkurve?

Achtung : Für die Beantwortung der Fragen sind eventuell Messungen durchführen.

3.1 MOS-FET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)

3.1.1 Meßschaltung



3.1.2 Messung und Auswertung

Bauen Sie die Meßschaltung mit ohmscher Last (47 Ohm) nach 3.1.1 auf. Oszillographieren Sie die Gatespannung u_G und die Drainspannung u_{DS} bei einer Frequenz von ca. $f = 16,66 \text{ kHz}$ und einem Tastverhältnis von $t_{\text{ein}}/T = 25\%$ ($t_{\text{ein}}=15\mu\text{s}$ bzw. $t_{\text{impuls}}=15\mu\text{s}$; $T=60\mu\text{s}$). Bitte verwenden Sie für beide Spannungen Tastköpfe mit einem Teilerfaktor von 1/10 (nicht potentialfrei!).

Ermitteln Sie die Einschaltzeit t_{on} und die Abschaltzeit t_{off} . Führen Sie die Messung jeweils mit minimalen und maximalen Gate-Widerständen durch. Dokumentieren Sie die Oszillogramme und kennzeichnen Sie darin die Berechnungsgrößen (Schaltzeiten).

Kontrollfragen :

- Welchen **Gatestromverlauf** erwarten Sie (Messung notwendig!) ?
- Um welchen Typ handelt es sich bei dem verwendeten MOSFET ?

4 Zusatzfragen

- MOSFet sind nahezu beliebig parallelschaltbar. Erläutern Sie warum diese ohne Zusatzschaltung parallel betrieben werden können.
- Welche Probleme ergeben sich bei der Parallelschaltung von bipolaren Transistoren sowie IGBT (Hinweis: Hat nichts mit der Ansteuerung zu tun)?
- Erläutern Sie das Verhalten eines MOSFET, wenn das Gate offen bleibt der Lastkreis aber an Spannung liegt. (**Beobachtung anhand sinnvoller Messungen**)
- Seit einiger Zeit gibt es kommerziell erhältliche Si-C – **Leistungstransistoren**. Suchen Sie Unterlagen zu so einem Transistor mit mindestens **25A und einer Spannung von minimal 600V** .(Datenblatt ist mit abzugeben!)

5 Anmerkungen

- Bitte bringen Sie für jeden Versuch einen USB-Stick mit, damit Sie die Bilder von dem Oszilloskop mit nach Hause nehmen können !
- **Fragen bzw. Kontrollfragen aus dieser Aufgabenstellung sind in jedem Fall in dem Bericht zu beantworten (Es kann durchaus notwendig sein eine entsprechende Messung durchzuführen) !**
- **Laborversuche , die ohne diese Versuchsbeschreibung abgegeben werden werden nicht(!) korrigiert !**
- Falls Korrekturen notwendig sind sind nur die fehlerhaften Seiten auszutauschen und die alten Seiten in den Anhang zu legen.