

Diplomprüfung 2001

Leistungselektronik Elektronik-TS

Prüfungsdatum: 27. Jan. 2001 13⁰⁰ ... 14³⁰
Lehrer: Max Keist
Klasse: 6E
Total Punkte 69 60 Punkte = Note 6
Erreichte Punkte: _____
Note: _____
Name: _____
Vorname: _____

Prüfungsbestimmungen:

- Auf jedem zusätzlichen Lösungsblatt ist der Name aufzuführen.
- Jedes separate Lösungsblatt ist mit der entsprechenden Aufgabennummer zu versehen.
- Der Lösungsweg muss vollständig nachvollzogen werden können.
- Das Ergebnis ist als solches zu kennzeichnen.
- Alle Lösungsblätter sind abzudecken.
- Die Aufgabenblätter sind zusammen mit den Lösungsblättern abzugeben.

Erlaubte Hilfsmittel:

- Kursstoff, Lehrbücher, Datenbücher
- Formelsammlungen, Taschenrechner

Disqualifikation:

Unredlichkeiten oder Abschreiben haben die Disqualifikation zur Folge.

Zeit:

90 Minuten.

Hinweis:

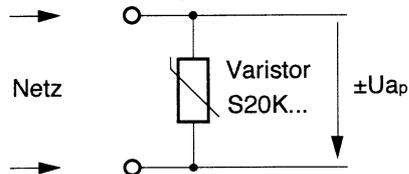
Die Aufgaben sind in beliebiger Reihenfolge zu lösen.

1. Ueberspannungsschutz mit Varistor

11 Pt.

Zur Dimensionierung des Varistors der Typenreihe SIOV-S20K, wird folgendes gefordert. Netzspannung max. $245V_{\text{eff}}$ und überlagerten nicht netzsynchronen Spannungsimpulsen (rechteckförmig) von max. 480V und einer max. Länge von $80\mu\text{s}$.

Netzspannung $230V \pm 15V / 50\text{Hz}$.
Mit einer angenommenen
Quellenimpedanz von $R_Q = 120\text{m}\Omega$

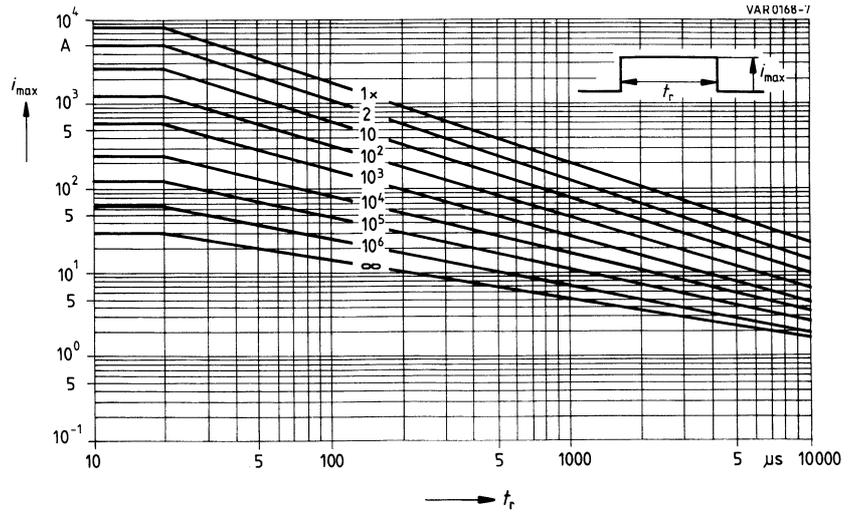


- Welcher Spannungswert des Varistors muss gewählt werden, damit über die gesamte Lebensdauer 1'000 Ueberspannungsimpulse mit den Extremwerten ohne Schaden überstanden werden können.
- Andererseits sollte die Ausgangsspannung U_a den max. Wert von $710V_p$ nie überschreiten. Wird dies mit dem unter a) gewählten Typ eingehalten, oder welcher Spannungswert erfüllt die erwünschte Anforderung.
- Mit dem unter a) erhaltenen Spannungstyp soll der Leckstrom im Netzspannungsmaximum bei $230V_{\text{eff}}$ bestimmt werden.
- Zeige anhand eines aussagekräftigen Beispiels mit obigen Spannungswerten, wie der entsprechend dimensionierte edelgasgefüllte Ueberspannungsableiter auf einen solchen Ueberspannungsimpuls reagieren würde.

Lösung:

Derating-Felder (Höchstzulässiger Stoßstrom)

$i_{max} = f(t_r, \text{Impulsfolge})$

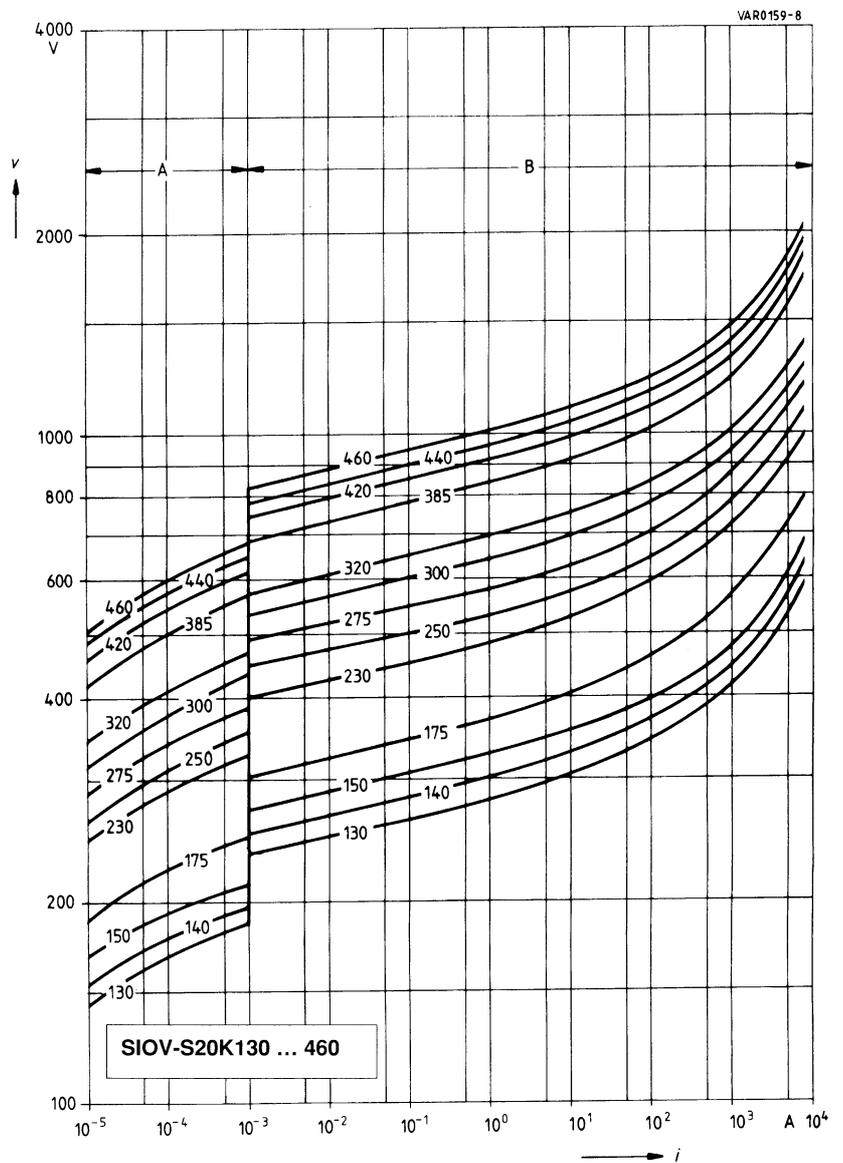


SIOV-S20K130 ... 320

V/I-Kennlinienfeld

$v = f(i)$

- A = Leckstrom bei ungünstigster Lage des Varistors im Toleranzfeld
- B = Schutzpegel

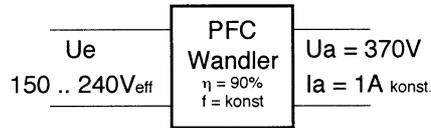


2. PFC - Wandler

9 Pt.

Zur Leistungsfaktorverbesserung für Netzteilschaltungen gerade bei grossen Eingangsspannungsbereichen wird vermehrt PFC – Technologie eingesetzt. Im unteren Leistungsbereich werden freischwingende ab ca. 250W festfrequente Typen verwendet.

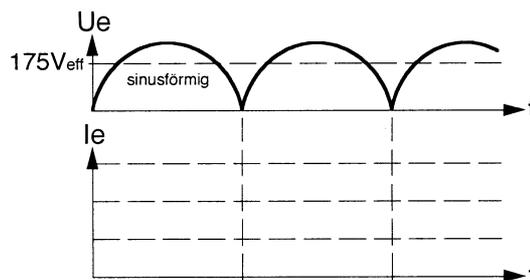
PFC - Blockschaltbild



- a) Für beide Typen muss die verwendete Freilaufdiode spezifische Anforderungen erfüllen. Nenne und begründe diese technologiespezifischen Eigenschaften in je max. drei Sätzen (ev. mit Skizze)
- b) Zeichne die Funktion des Drosselstromes (festfrequenter Typ) mit Skalierung bei $U_{e\text{eff}} = 175\text{V}$, wobei die Verluste durch die am Eingang befindliche Gleichrichterschaltung mit 2V zu berücksichtigen ist.
- c) Berechne den Duty Cycle DC des PFC - Controllers zur FET Ansteuerung bei $U_{e\text{eff}} = 160\text{V}$ im Netzspannungsmaximum, wobei die Gleichrichterverluste nicht berücksichtigt werden sollen.

Lösung a)

Lösung b)



Lösung c)

3. Power – MOS FETs Anwendungen

13 Pt.

Wie auch bei anderen Halbleitern sind die internen Kapazitäten im Schaltbetrieb nicht zu vernachlässigen. So beeinflussen diese die Schaltzeiten.

- a) Wie wirkt sich die Rückwirkkapazität $C_{\text{Drain-Gate}}$ auf das Schaltverhalten einer Sourceschaltung (entspr. Emitterschaltung bei Bipolartrans.).
- b) Wie gross ist diese Kapazität und wie ist die Abhängigkeit, dies bezogen des IRF 540.
- c) Bei welchen Anwendungen wirkt sich die Rückwirkkapazität besonders negativ aus
- d) In welchen Anwendungen wird die Ausgangskapazität $C_{\text{Drain-Source}}$ nicht als Nachteil, sondern mit ins Design eingebunden.

Auch andere nicht ganz ideale Eigenschaften sollte man nicht ausser acht lassen.

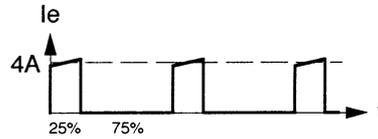
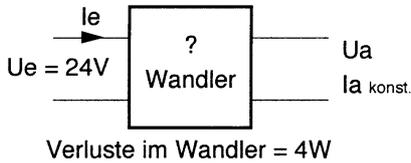
- e) Was zeigt uns die Grafik Fig. 1 des Datenblattes IRF 540 ev. anhand eines Beispiels aufzeigen

Alle Fragen sind in max. je vier Sätzen, ev. mit Skizze, abzuhandeln.

4. Schaltregler Theorie

10 Pt.

Zur Verlustleistungsreduzierung werden die drei Grundschaltungen Ab-, Auf-, und Invertierender Wandler vielfach verwendet. Zum Verständnis der Strom- und Spannungsführung solcher Regler dienen die Kirchhof'schen Sätze, wenn durch Nichtidealitäten bedingt, die bekannten Formeln versagen.



a) Welchem Wandlertyp entspricht obiges Blockschaltbild mit dessen Stromflussdiagramm, inkl. Begründung (Lösung ankreuzen)

- Abwärtswandler Aufwärtswandler Invertierender Wandler

b) Berechne die Ausgangsgrößen U_a und I_a .

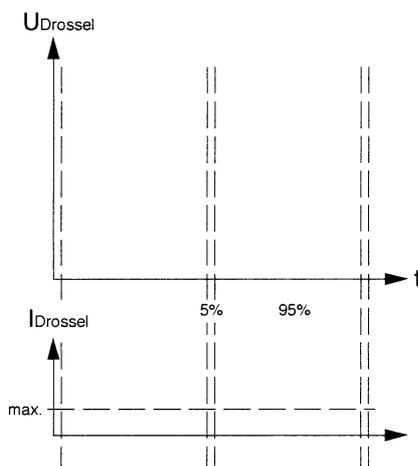
Wird der Ausgangsstrom reduziert, verringert sich die Pulsweite des Controllers um die Ausgangsspannung stabil zu halten. In diesem Bereich spricht man vom lückenden Betrieb.

c) Zeichne für diesen Betriebsfall skaliert die Spannung über der Drossel $U_{Drossel}$ und qualitativ den Drosselstrom $I_{Drossel}$ mit Angabe der Polarität. Dies und bei einem angenommenen DC von 5%.

Lösung a)

Lösung b)

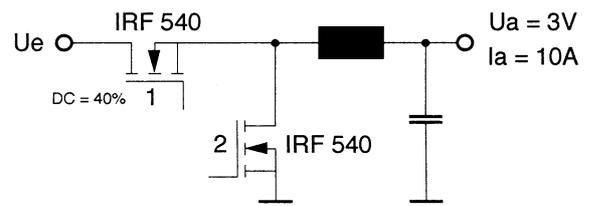
Lösung c)



5. Synchrongleichrichterschaltung

9 Pt.

In Anwendungen bei grossen Strömen werden anstelle der Freilaufdioden in Schaltnetzteilen auch FETs verwendet, die in der Sperrphase des Schalters angesteuert werden. Dadurch kann bei geeigneter Dimensionierung die Verlustleistung in diesem Halbleiter günstig beeinflusst werden.



- a) Berechne die Verlustleistungsänderung in % wenn der FET2 in der Sperrphase des Abwärtswandlers nicht oder angesteuert wird. Diese Berechnung ist bei 25°C und bei 150°C zu machen.

Es sind die typ. Datenblattangaben einzusetzen, wobei für den FET der fehlende typ. $r_{DS(on)}$ Wert mit 60mΩ (25°C) einzusetzen ist.

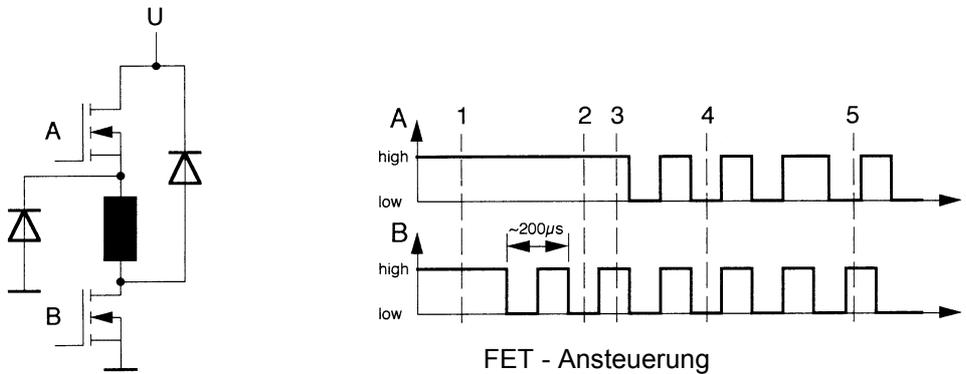
- b) Welcher Diodentyp wäre für Abwärtswandler gerade im kleinsten Spannungsbereich auch besonders geeignet. Dies mit Begründung in max. drei Sätzen.
- c) Welche Bedingung für die Ansteuerung des FETs 2 muss in jedem Falle gewährleistet sein.

Lösung a)

6. Stromverlauf im Schaltbetrieb

7 Pt.

Sobald Induktivitäten geschaltet werden, müssen der Grundsatz, dass keine Stromsprünge in einer Induktivität stattfinden können berücksichtigt werden. Normalerweise bedient man sich beim Ausschalten sogenannter Freilaufdioden.



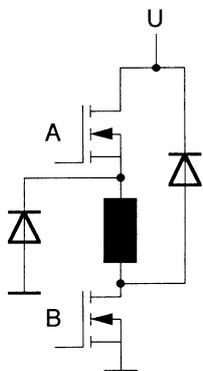
a) Für obige Schaltung sollen in den verschiedenen eingezeichneten Zeitpunkten der Stromfluss in unterschiedlichen Farben eingezeichnet werden.

Zur Regulierung des Drosselstromes dienen PWM Ansteuerungen, die in obiger Schaltung integriert sein können.

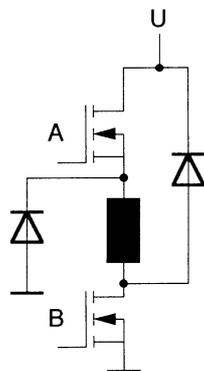
b) Wie sieht die einfachste Ansteuerung der beiden FETS aus, wenn nur der Drosselstrom von 0 ... 100% variiert werden soll.

Lösung a)

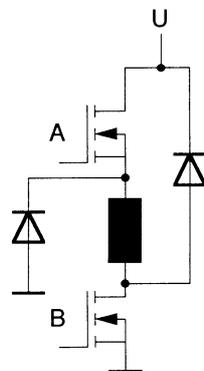
Zeitpunkt 1



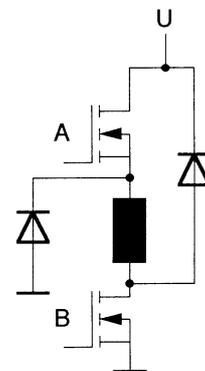
Zeitpunkt 2



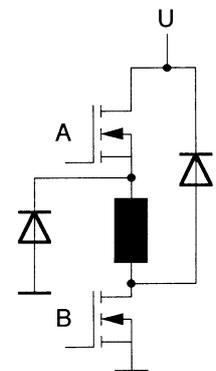
Zeitpunkt 3



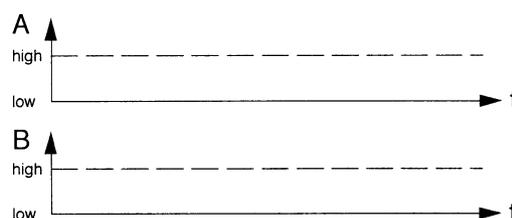
Zeitpunkt 4



Zeitpunkt 5



Lösung b)



7. Rückblick auf die Projektarbeit Schrittmotor

10 Pt.

In der anfangs dieses Monats gemachten Projektarbeit zum Thema Schrittmotor wurden die Unterschiede Phase- zu Inhibit - Chopping näher untersucht. Ein aufgezeichneter Spannungsverlauf zeigte am Shuntwiderstand untenstehendes Verhalten.

- a) Zeichne den entsprechenden Phasenstrom im aufgeführten Zeitabschnitt qualitativ, für die beiden Chopper - Möglichkeiten. Dies mit Beschriftung aller Zeitabschnitte und Begründungen für **alle** gewählten Annahmen. Ein Schaltbild mit entsprechenden Erklärungen der H - Brücke kann dienlich sein.

