

Allgemeines

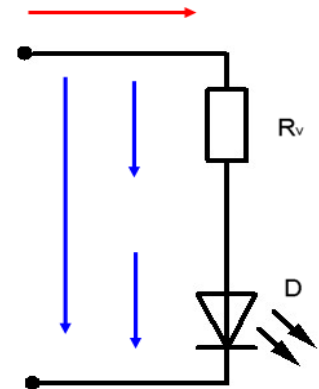
Bei elektrischen Betriebsmitteln besteht oft die Anforderung, die zugeführte Leistung einzustellen oder regeln zu können. Schaltungen zur Leistungseinstellung verändern in der Regel die Höhe der am Verbraucher anliegenden Spannung. Im einfachsten Fall kann dies durch einen Vorwiderstand realisiert werden. Üblich ist so eine Schaltung z.B. bei LEDs, die z.B. an 9 oder 12V (häufig in KFZ) betrieben werden sollen, aber nicht mehr als z.B. 2...4 V „vertragen“.

✂ Kleine Wiederholung: Berechnung des Vorwiderstandes einer LED

Eine rote LED hat folgende Daten:

$$U_F = 2,1V, I_F = 20mA$$

- Zeichne in das Schaltbild alle Spannungen und Ströme ein
- Berechne den Vorwiderstand bei Betrieb im PKW.
- Ermittle die Höhe der Verlustleistung, die im Vorwiderstand umgesetzt wird.
- Suche aus dem TB ein geeignetes Bauteil aus (Widerstandswert, Leistung). Ergänze den Schaltplan mit allen Bezeichnungen und Werten.



Berechnung:

Und so sieht das Bauteil mit bereits angelötetem Vorwiderstand aus.



Neulich, vor der Haustür:

Kürzlich klingelte es an der Tür und der Nachbar stand vor der Tür. Er hatte eine alte Bohrmaschine billig erstanden, bei der jedoch die Drehzahleinstellung nicht mehr funktioniert. „Bei der würde ich gerne die Drehzahl wieder regeln können und die Gartenpumpe damit antreiben. Du lernst doch Elektronik und weißt sicher, wie man das macht. Ich hab’ ja auch mal etwas Elektrotechnik in der Ausbildung gehabt, da weiß ich noch, dass man da einen einstellbaren Widerstand nehmen könnte.“

Du schaust dir daraufhin die Maschine genauer an und findest das folgende Typenschild:.



Erkläre die obigen Angaben 1 – 4:

Nr	Größe
1	
2	
3	
4	

Aufgaben:

Wo hat der Nachbar (der ja kein Fachmann ist) umgangssprachlich den falschen Begriff verwendet?

Wie ist der Vorschlag des Nachbarn (Einsatz eines Vorwiderstandes) zu beurteilen? Angenommen, es sollen bei Nennstrom der Bohrmaschine 100V Spannungsabfall in der Zuleitung erzeugt werden: Welchen Wert müsste der Vorwiderstand in der Zuleitung haben und wie hoch wäre die in ihm umgesetzte Verlustleistung?

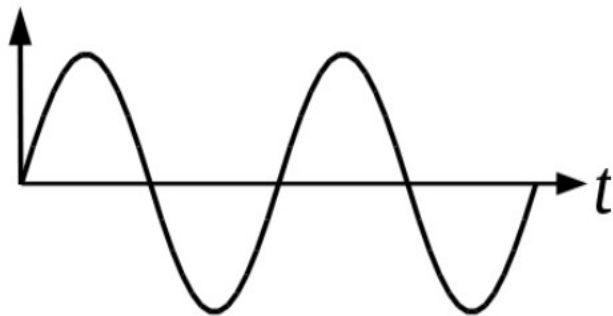
Berechnung, Skizze, Gedanken dazu:

Nenne eine weitere alternative und „klassische“ Möglichkeit der Spannungsreduzierung, die sich bei Wechselspannung anbietet:

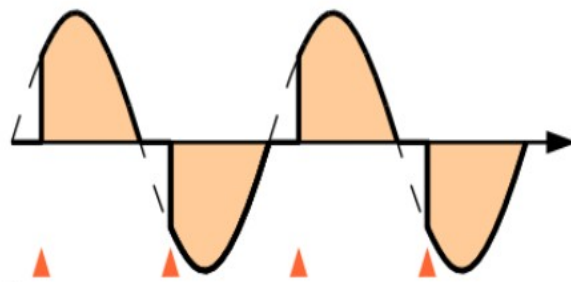
Spannungsreduzierung mit geringen Verlusten: Die Phasenanschnittsteuerung.

Die Phasenanschnittsteuerung reduziert die effektive Höhe der Spannung U_{eff} am Betriebsmittel durch **zeitweiliges Durchschalten und zeitweiliges Sperren des Stromkreises**. Dies geschieht durch „Anschneiden“ des Phasenverlaufes beim so genannten **Zündwinkel α** . Im Modell könnte man sich Vorstellen, dass ein Bediener rasend schnell nur zu bestimmten kurzen Zeitabschnitten einen Schalter schließt und dann wieder öffnet.

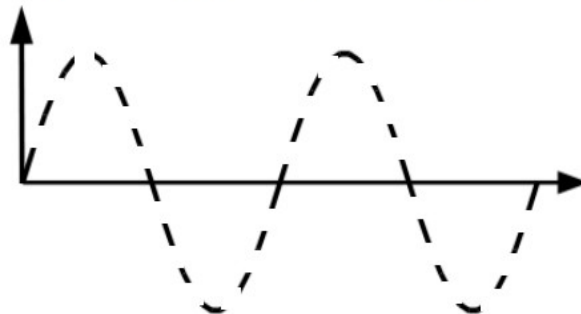
Originaler
Spannungsverlauf



leicht „angeschnittener“
Spannungsverlauf
bei α ca. 45° .



Zeichne einen stärker
angeschnittener
Spannungsverlauf
bei α ca. 135° .



Schaltungstechnische Realisierung, Grundschaltung aus DIAC und TRIAC:

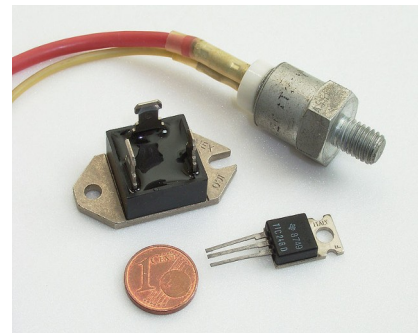
Infotexte (Quelle: Wikipedia):

Diacs sind elektronische Bauteile mit nur zwei Anschlüssen und werden auch Zweirichtungs-Diode genannt. Die Strecke zwischen den Anschlüssen wird erst leitfähig, wenn die Spannung an ihnen die Durchbruchspannung übersteigt. Die Bezeichnung Diac ist eine Abkürzung und steht für englisch Diode for Alternating Current (dt. Diode für Wechselstrom). Daneben existieren Diacs unter Handelsnamen wie SIDAC, englisch Silicon Diode for Alternating Current welche je nach Typ höhere Zündspannungen aufweisen. Der Diac kann durch seinen bidirektionalen Aufbau auch Wechselspannungen schalten. Sobald die Spannung an den Anschlüssen (A1 und A2) eine bestimmte Schwellenspannung übersteigt, schaltet er durch und die p-n-Strecken werden leitfähig. Diese Art der Zündung, die auch bei Triacs möglich ist (bei diesen jedoch vermieden werden sollte), nennt man auch Überkopfzündung.

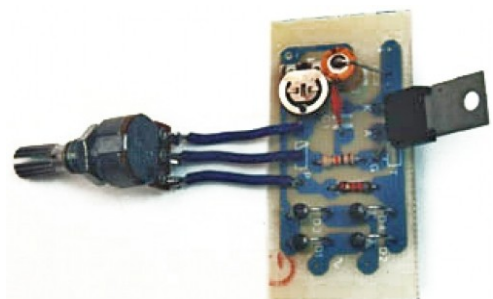
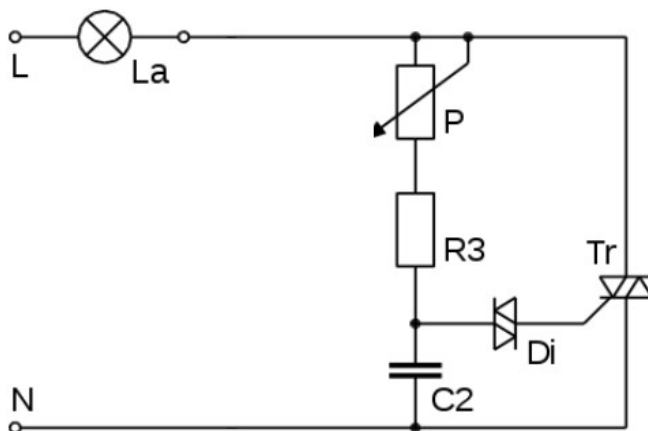
Erst wenn der den Diac durchfließende Strom einen bestimmten Wert, den Haltestrom unterschreitet, steigt der Widerstand wieder rapide an. Dieser Vorgang wird auch als Löschen des Diacs bezeichnet.



Triac ist eine englische Abkürzung für Triode for Alternating Current. Auf deutsch sind auch die Begriffe Zweirichtungs-Thyristortriode oder Symistor zu finden. Es handelt sich um ein elektronisches Bauteil mit Halbleiterschichtstruktur, das vom Prinzip her eine Antiparallelschaltung von zwei Thyristoren darstellt. Das ermöglicht es, Wechselstrom zu schalten, wohingegen ein einzelner Thyristor nur in einer Richtung schalten kann und somit in eingeschaltetem Zustand wie eine Diode wirkt. Der Triac wird, wie der Thyristor, durch einen Impuls an der Steuerelektrode leitend und sperrt, wenn der Haltestrom unterschritten wird.



Vereinfachter Schaltplan und technische Ausführung



Funktion der Schaltung:

Setze die folgenden Wörter an der richtigen Stelle ein:

Zeitkonstante
Diac
Steuereingang
Thyristoren
RC-Glied
Zündwinkel α

Haltestrom

Der Triac besteht aus zwei antiparallel geschalteten Thyristoren. Er zündet, also schaltet durch, sobald er an seinem Steuereingang einen Impuls erhält. Er bleibt im durchgeschalteten Zustand, so lange der Haltestrom fließt.

Für den Steuerimpuls ist der Diac zuständig. Er hat eine „Zündspannung“ von z.B. 30V. Das bedeutet: Sobald 30V über dem Diac anliegen, wird er leitend und zündet damit dann den Thyristor. Wann, also nach welcher Zeit die 30V am Diac erreicht werden, und in der Folge der Thyristor leitend wird (zündet), lässt sich durch die RC-Glied des aus P, R2 und C gebildeten RC-Glied (Verzögerungsglied) einstellen. Dieser Zeit entspricht ein Winkel, der so genannte Zündwinkel α .

Bauteile/Funktionsgruppen:

Bezeichnung	Erklärung,Funktion
P	
Di	
Tr	
R3, C2	

Der Nachteil der Phasenanschnittsteuerung ist die Erzeugung von **Oberschwingungen**. Diese müssen unbedingt durch entsprechende Entstörmaßnahmen (Netzfilter) in Grenzen gehalten werden. Wird, z.B. aus Kostengründen darauf verzichtet, so entstehen starke Störstrahlungen, die sich zudem auf dem Versorgungsnetz ausbreiten und die dort angeschlossenen Betriebsmittel beeinträchtigen können (Problematik der EMV = Elektro-Magnetische-Verträglichkeit).

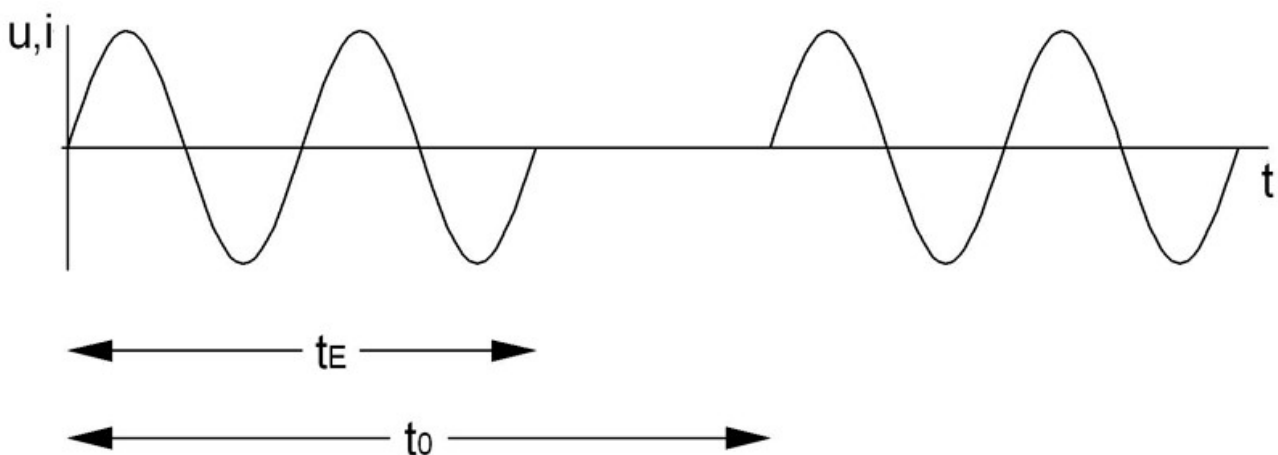


Als weitere Möglichkeit den Effektivwert der Spannung zu reduzieren bietet sich an, die Anzahl ganzer Wechselstromperioden pro Zeit zu reduzieren. Dies nennt sich

Schwingungspaketsteuerung

oder Vielperiodensteuerung da immer „Pakete“, also eine bestimmte Anzahl an Schwingungen (Perioden) pro Zeit „durchgelassen“ werden. Dabei kommt es zu einem viel geringeren Anteil an Oberschwingungen und damit möglichen Störungen, da genau im Nulldurchgang geschaltet wird. Durch die Unterbrechung des Stromflusses ist dieses Verfahren für Antriebsanwendungen jedoch nicht optimal, weil dadurch ein ungleichmäßiger Drehmomentverlauf entsteht.

Das folgende Bild zeigt das Prinzip:



Bildquelle: Wikipedia

Die Größen sind:

t_0	
t_E	
U_{eff}	

Aufgaben:

1. Lies zur Vertiefung im Fachkundebuch noch die Seiten zum Thema Phasenanschnittsteuerung durch (Seitenzahl je nach Ausgabe, Überbegriff/Kapitel „**Wechselwegschaltung WIC**“) sowie (für Aufgabe 5 den Abschnitt „**Vielperiodensteuerung**“.
2. Nenne einen Nachteil der Phasenanschnittsteuerung
3. Erkläre, weshalb in die Schaltung ein Entstörkondensator und eine „Schutzdrossel“ bzw. ein Netzfilter eingebaut sind.
4. Erkläre den Unterschied zwischen einer **Phasenanschnitt-** und einer **Phasenabschnittsteuerung** anhand einer Skizze.
5. Erläutere die Funktion der **Vielperiodensteuerung** anhand einer Skizze. Nenne einen anderen Begriff dafür und einen Vorteil der Schaltung gegenüber den Anschnitt- und Abschnittschaltungen. Erkläre, in welchem Anwendungsfall diese Art der Leistungsreduzierung eher ungeeignet ist.
6. Für einen temperaturgeregelten Trockenofen ist als Stellglied ein dreiphasiger Thyristorsteller mit Phasenanschnittsteuerung vorgesehen. Der Ofen hat eine Leistungsaufnahme von 85kW.
 - a) Wähle den geeigneten Typ nach Datenblatt (**siehe Kopien**) aus und begründe die Auswahl.
 - b) Im bisher vorgesehenen Einbaubereich des Stellers kann es zu gelegentlichem Tropfwasser kommen, das senkrecht herunter fällt Für den Steller wurde zudem laut Planungsunterlagen ein Platz von maximal 30cm Breite vorgesehen. Erkläre, was dies beides für den Einbau des Stellers bedeutet.