

Protokoll zur Laborübung 2: Thyristor

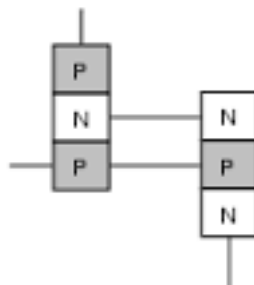
Moez Rjiba : s837903 | Bellal Sharif : s910459

Mittwoch, 01.07.2020

I-Einführung:

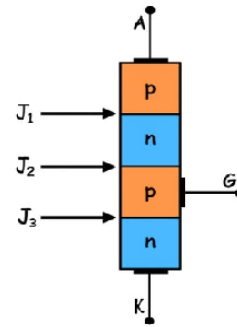
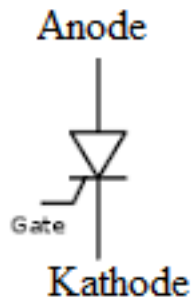
Ein Thyristor ist ein Halbleiterbauelement, das aus vier oder mehr Halbleiterschichten wechselnder Dotierung aufgebaut ist. Thyristoren sind einschaltbare Bauelemente, das heißt, sie sind im Ausgangszustand nichtleitend und können durch einen kleinen Strom an der Gate-Elektrode eingeschaltet werden. Nach dem Einschalten bleibt der Thyristor auch ohne Gatestrom leitend. Ausgeschaltet wird er durch Unterschreiten eines Mindeststroms, des sogenannten Haltestroms.

II-Allgemein:



- Halbleiterbauelemente
- 4 Schichten
- 3pn- Übergänge
- 3 Anschlüsse: Anode, Katode, Gate (Steueranschluss)

III-Funktionsweise:



- Anode positiv
- Kathode negativ
- j_1 und j_3 leiten
- j_2 sperrt
- Gate positiv j_2 leitet

Kleiner Anodenspannung \rightarrow größere Gatespannung
Strom über Haltestrom \rightarrow dauerhaft geschaltet
Abschalten durch negative Anode.

IV-Anwendung:

- Leistungssteuerung bei Motoren
- Überspannungsschutz
- Phasenanschnittdimmung

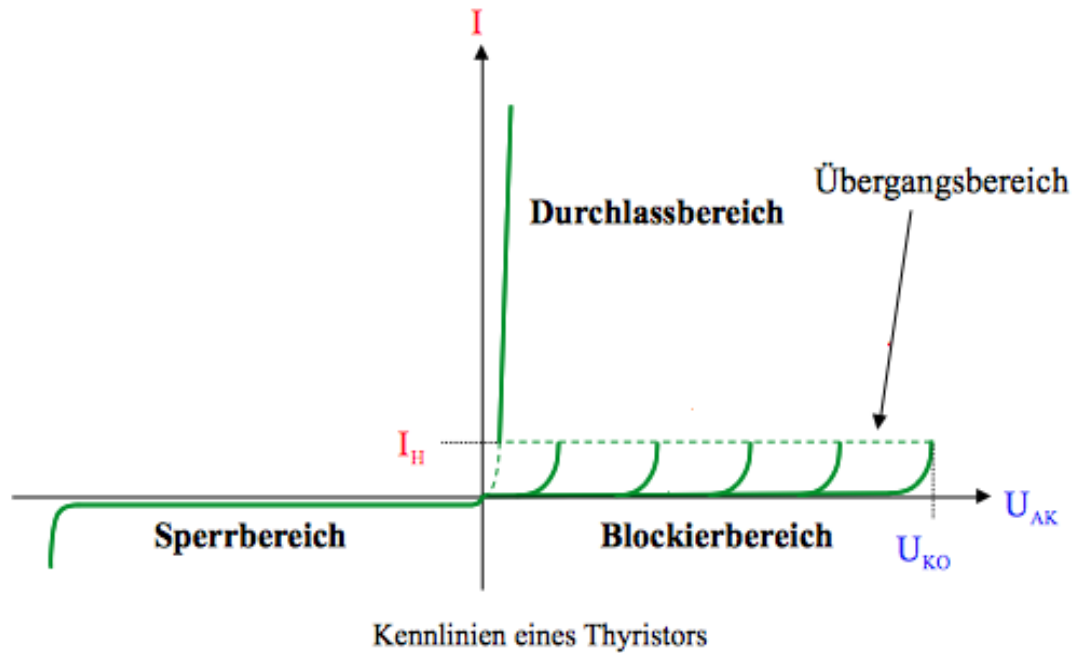
V-Thyristor Kennlinie:

Die Kennlinie stellt den Zusammenhang zwischen der Spannung U_{AK} und dem Strom I .

Es ergibt sich drei Kennlinie:

- Kennlinie im Sperrbereich.
- Kennlinie im Blockierbereich.
- Kennlinie im Durchlassbereich.

Der Verlauf der Kennlinie sieht wie folgendermaßen aus:



Im Übergangsbereich zwischen Blockierbereich und Durchlassbereich ist kein stabiler Zustand möglich.

Er wird beim Zünden sehr schnell durchlaufen.

Die Unterschiedlichen Kennlinie im Blockierbereich geben an, dass für das Zünden abhängig von der momentanen, am Thyristor anliegenden Spannung U_{AK} , ein unterschiedlich hoher Gatestrom erforderlich ist. Um so geringer die Spannung U_{AK} zum Zeitpunkt des Zünden ist, um so höher muss der Gatestrom sein.

Ein Thyristor benötigt zum sicheren Zünden eine bestimmte Zündspannung.

Die Zündimpulse müssen wenigstens so lange am Thyristor anliegen, bis der Durchlassstrom den Wert des Haltestrom übersteigt.

VI-Angewandte Formeln:

Zur Berechnung der Steuerkennlinie, haben wir die Formeln benutzt:

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \hat{U} \cdot \sin(\omega t) \cdot d(\omega t) \quad U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \hat{U}^2 \cdot \sin^2(\omega t) \cdot d(\omega t)}$$

$$F_f = \frac{U_{eff}}{U_d} \quad S1(\alpha) = \frac{U_d(\alpha)}{U_d(\alpha=0)} \quad S2(\alpha) = \frac{U_{eff}(\alpha)}{U_{eff}(\alpha=0)}$$

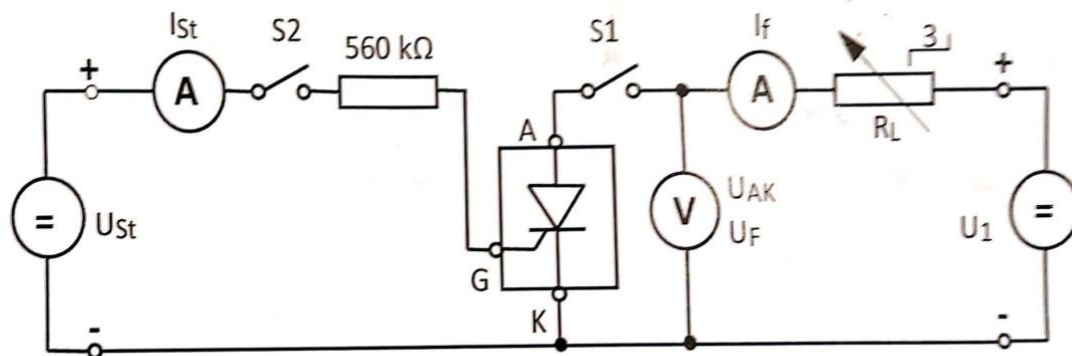
Wobei:

Steuerwinkel: die Winkel bezieht sich auf einen periodendauer 0 oder 360
 Deswegen bei $\alpha = 180$ fließt so gut wie kein Strom.

U_d arithmetische Mittelwert

U_{eff} geometrische Mittelwert (Effektivwert)

1. Versuch:



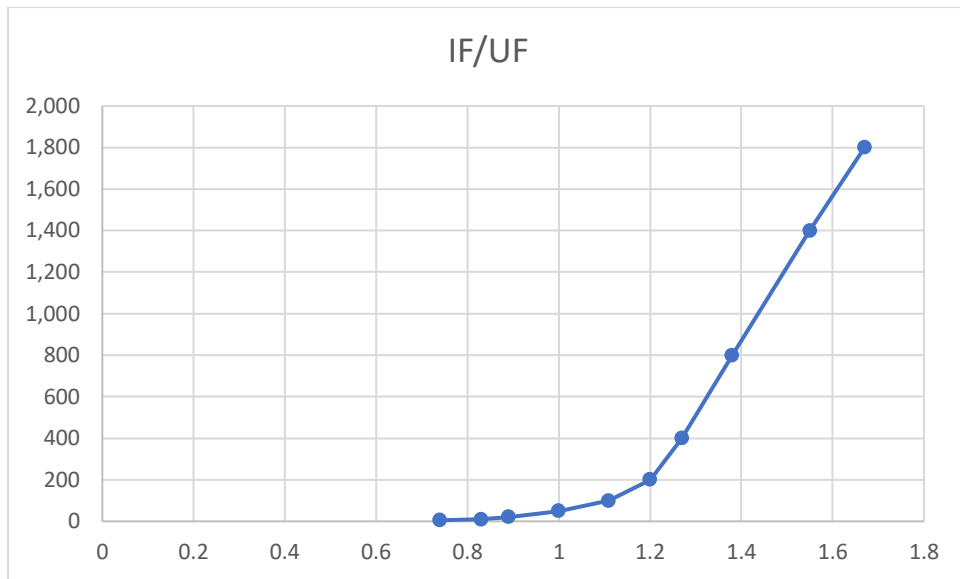
Schaltbild 1: Versuchsaufbau

$U_{ak} \text{ in V}$	10	30
$I_{st} \text{ in } \mu A$	27,7	26,1

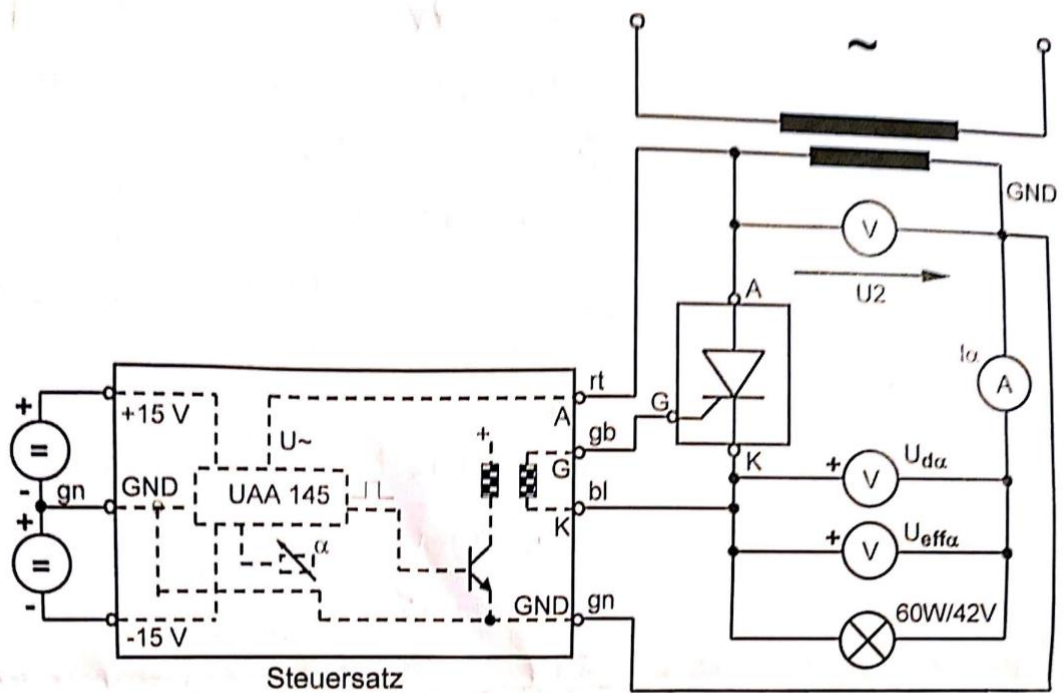
Die Spannung so weit reduzieren, so dass Thyristor gerade noch läuft aber fast aus ist. (zum zünden s_1 schalter)

$I_F \text{ in mA}$	1.800	1.400	800	400	200	100	50	20	10	5
$U_F \text{ in V}$	1,67	1,55	1,38	1,27	1,2	1,11	1	0,89	0,83	0,74

Haltestrom: $I_H = 386 \mu A$.



2. Versuch



Schaltbild 2: Gesteuerte Einweggleichrichtung

a) Schaltung nach Schaltbild 2 aufbauen

b) Oszilloskop anschließen:

Kanal A: Signal A gegen GND

Kanal B: Signal K gegen GND

Triggerung mit Kanal A, DC, Slope +, Level 0

Zeitablenkung einstellen auf 1 DIV = 20 Grad el.

c) Spannung U_d und U_{eff} für die Steuerwinkel α nach Protokoll messen
($U \sim$ mit Stelltrafo konstant halten)

Messprotokoll:

Steuerwinkel	U_{\sim} [V]	U_d [V]	U_{eff} [V]	F_f	$S1=f(\alpha)$	$S2=f(\alpha)$
0	40	18,4	28,94	1,57	1	1
10	40	18,21	28,87	1,585	0,99	0,997
20	40	17,74	28,72	1,618	0,964	0,992
30	40	17,04	28,4	1,666	0,926	0,981
*40	40	16,21	27,8	1,714	0,881	0,96
50	40	14,93	26,77	1,793	0,811	0,925
60	40	13,59	25,45	1,872	0,738	0,879
70	40	11,96	23,6	1,973	0,650	0,815
80	40	10,45	21,75	2,081	0,568	0,751
* 90	40	9,05	19,85	2,193	0,492	0,685
100	40	7,44	17,3	2,32	0,404	0,597
110	40	5,7	14,37	2,521	0,309	0,496
120	40	4,24	11,47	2,705	0,230	0,396
*130	40	3,03	8,81	2,907	0,164	0,304
140	40	1,75	5,76	3,291	0,095	0,199

150	40	0,99	3,53	3,565	0,053	0,121
160	40	0,224	0,93	4,151	0,012	0,032
170	40	0,015	0,083	5,533	0,0008	0,0028
180	40	0,002	0,032	16	0,0001	0,0011

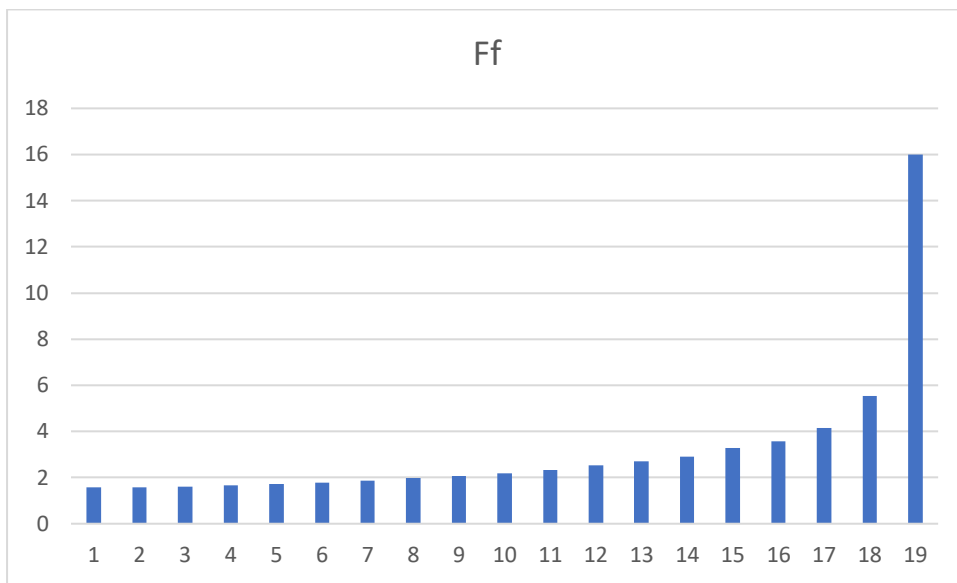


Diagramm Ff(α)

3.5 Kontrollrechnung: Auf dem Blatt