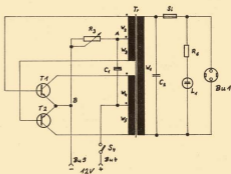


# HALBLEITER

RFT



SI LEISTUNGSTRANSISTOR

BASTLERBEUTEL 10

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
0. Vorwort	2
1. Daten der Transistoren	3
2. Prüfhinweise	4
3. Belastbarkeit der Transistoren	7
4. Schaltbeispiele	8
4.1. Transverter	8
4.1.1. Funktionsweise	10
4.1.1.1. Freischwinger Transverter	10
4.1.1.2. Transverter mit interner Frequenzregelung	11
4.1.2. Transverter in Kombination mit einem Ladegerät	12
4.1.3. Dimensionierung	14
4.1.4. Transverter für Fotoblitzgeräte	17
4.2. Stromversorgungstechnik	19
4.2.1. Stabilisiertes Netzteil 12 V/1 A	19
4.2.2. Regelbares stabilisiertes Netzteil 12 V/1 A	21
4.2.3. Kurzschlußfestes Netzteil 0,5 V ... 20 V/0,2 A	21
4.2.4. Fahrstromregler für Modelleisenbahnen	23
4.3. Kfz.-Elektronik	24
4.3.1. Kfz.-Blinkgeberschaltung ohne Relais	24
4.3.2. Scheibenwischerintervallautomatik	25

## Vorwort

Die Transistoren des Bastlerbeutels Nr. 10 ermöglichen Ihnen zusammen mit diesem Anleitungsheft den Aufbau der verschiedensten elektronischen Geräte.

Während die bisherigen Bastlerbeutel mit Si-Transistoren nur Schaltungen kleiner Leistung gestatteten, haben Sie mit den vorliegenden Bauelementen die Möglichkeit, Schaltungen der Transistor-Leistungselektronik zu realisieren. Die spezifischen Parameter der Schalttransistoren (siehe 1.) ermöglichen ferner den bisher nicht vorhandenen Zugang zu höheren Spannungen.

Die vorgeschlagenen Schaltungen dienen lediglich als Anregung für die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten unserer Bauelemente.

Die in diesem Heft angeführten Schaltbeispiele sind unverbindlich. Sie bieten keine Gewähr bezüglich Patentfreiheit.

Auch in anderer Weise wird keine Haftung übernommen.

Wir möchten Sie an dieser Stelle darauf hinweisen, daß der Verkauf unseres Bastlerbeutelsortiments nur über den Fachhandel erfolgt. Eine Belieferung ab Werk ist nicht möglich.

Sämtliche weiteren Bauelemente können ebenfalls nur über den Fachhandel bezogen werden, wobei vielfach auf Halbleiterbauelemente der bisher erschienenen Bastlerbeutel zurückgegriffen werden kann.

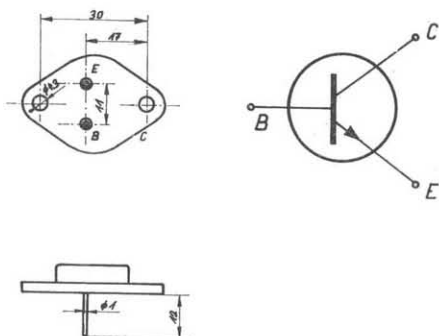
# 1. Daten der Transistoren

## Vorbemerkung

Die npn-Transistoren sind nicht typgerecht, jedoch voll funktionsfähige Bauelemente einer Hochspannungs-Schalttransistorfertigung. Die spezielle Konstruktion als Schaltbauelement schränkt die Verwendung für den Betrieb in Verstärkern, z. B. NF-Leistungsverstärker, auf Grund der Kennlinien (Klirrfaktor) ein. Es muß den Anwendern überlassen bleiben, entsprechende Schaltungen zu dimensionieren.

Gleichzeitig soll an dieser Stelle auf den der Konstruktion des Bauelementes entsprechenden Verlauf der Stromverstärkung  $h_{21E}$  in Abhängigkeit vom Kollektorstrom hingewiesen werden. Bei Kollektorströmen von 0,5 bis 1,6 A sind typische Werte  $h_{21E}$  ca. 10 ... 25, wogegen bei  $I_C = 4,5$  A die Werte auf  $h_{21E}$  ca. 2 absinken können. Um dennoch die Universalität der Bauelemente zu gewährleisten, werden unter 2. entsprechende Maßnahmen beschrieben.

## Bauform



## Elektrische Daten

Sperrspannung  $U_{CEmin(stat.)} > 100$  V bei  $I_{CEO} = 3$  mA

Stromverstärkung  $h_{21E} \geq 2$  bei  $U_{CE} = 5$  V

$I_C = 4,5$  A

$T_{Geh.} = 25$  °C

Gesamtverlustleistung  $P_{Vmax} = 10$  W bei  $U_{CE} \leq 4$  V,  $T_{Geh.} \leq 90$  °C

Innerer Wärmewiderstand  $R_{thi} \leq 2,5$  K/W

## ACHTUNG

Sofern die volle Verlustleistung des Transistors ausgenutzt werden soll, ist bei der Festlegung des Arbeitspunktes darauf zu achten, daß der sichere Arbeitsbereich nicht verlassen wird.

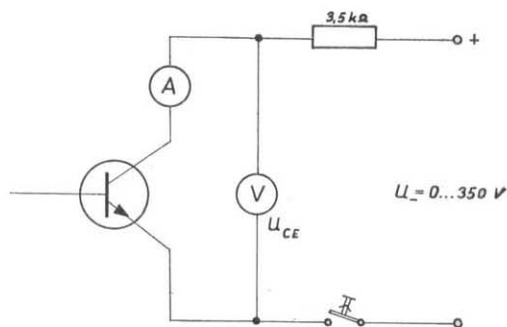
Entsprechende Hinweise sind im Band 71 der Reihe „electronica“ (Kennlinien elektronischer Bauelemente, Teil III — Transistoren) zu finden.

Für das Einlöten der Transistoren sind die Einbauvorschriften für die dem Amateur bekannten Ge-Leistungstransistoren sinngemäß zu übertragen.

## 2. Prüfhinweise

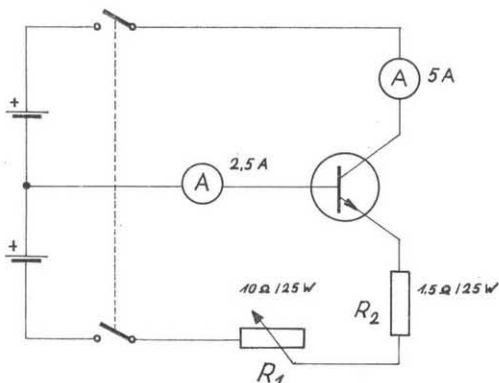
Für den Amateur ist die Überprüfung der Kollektor-Emitter-Sperrspannung und der Stromverstärkung von Interesse.

Bild 3 zeigt eine einfache Möglichkeit zur Überprüfung der Sperrspannung.



Notwendig ist eine regelbare Gleichspannungsquelle und entsprechende Meßinstrumente bzw. ein Vielfachmeßgerät. Die Gleichspannung wird langsam von 0 V ausgehend erhöht. Der sich dabei am Amperemeter einstellende Ausschlag ist der Reststrom des Transistors. Dieser Reststrom darf den Wert von 5 mA nicht überschreiten, der zugehörige Ausschlag am Voltmeter ist dann die maximal zulässige Sperrspannung.

Sofern der Reststrom instabil ist, muß die Gleichspannung so weit verringert werden, bis sich ein stabiler Wert einstellt. Der Widerstand  $R_V$  dient dem Schutz der Gleichspannungsquelle und des Strommessers gegen Kurzschlüsse.

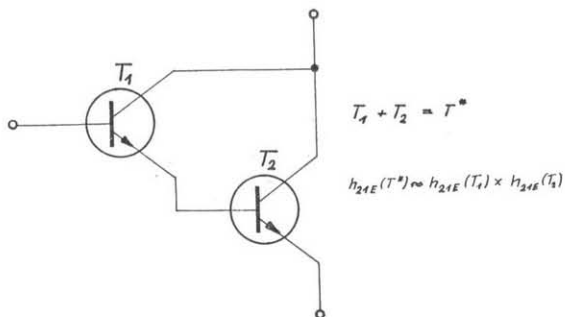


Die Schaltung nach Bild 4 ermöglicht eine Überprüfung der Stromverstärkung.

Mit  $R_1$  wird der gewünschte Kollektorstrom von ca. 0,5 ... 4 A mit Hilfe des 5 A-Instruments eingestellt. Am 2,5 A-Instrument wird der dazugehörige Basisstrom abgelesen. Das Verhältnis  $I_C / I_B$  ist dann mit ausreichender Genauigkeit die Großsignalstromverstärkung. Zur Speisung der Schaltung müssen ausreichende Batterien (z. B. Parallelschaltung von Monozellen) Akkus oder entsprechend angelegte Netzgeräte für die hohe Strombelastung zur Verfügung stehen.

Der angegebene Wert von 6 V Speisespannung ist ein Richtwert, der den Prüfbedingungen der Bauelemente nahekommt. Die Schaltung kann ebenso für andere Spannungen dimensioniert werden, wobei  $R_1$  und  $R_2$  mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes umgerechnet werden müssen.

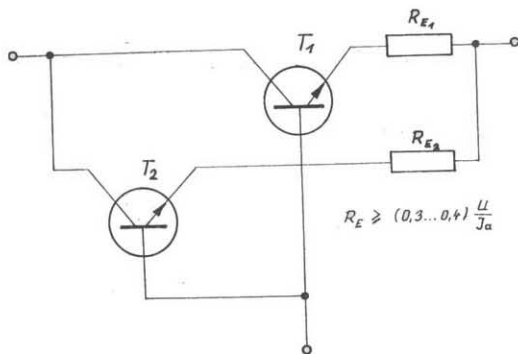
### Darlingtonschaltung



Die Gleichstromverstärkung von Leistungstransistoren ist bei Kollektorströmen von größer 1 A, insbesondere bei Schalttransistoren, relativ gering. Bei großen Kollektorströmen nehmen die Basisströme so hohe Werte an, daß die Ansteuerstufe stark belastet wird und deren Kollektorwiderstand relativ klein wird. Da die Spannungsverstärkung einer Emittierstufe (bei der Ansteuerstufe) mit dem Kollektorwiderstand wächst, sollte der Basisstrom der anzusteuern den Stufe möglichst klein sein. Aus diesen Gründen sind sog. Darlingtonschaltungen, s. Bild 5, von Vorteil. Bei dieser Schaltung ergibt sich als Faustregel eine Multiplikation der Stromverstärkungsfaktoren.

### Parallelschaltung

Bei der Parallelschaltung der Transistoren muß durch geeignete Maßnahmen eine gleichmäßige Stromaufteilung auf die einzelnen Transistoren erzielt werden. (Nur bei übereinstimmenden Kenndaten erübrigt sich diese Maßnahme.) Die Realisierung erfolgt mit Widerständen in den Emittierleitungen, Bild 6.



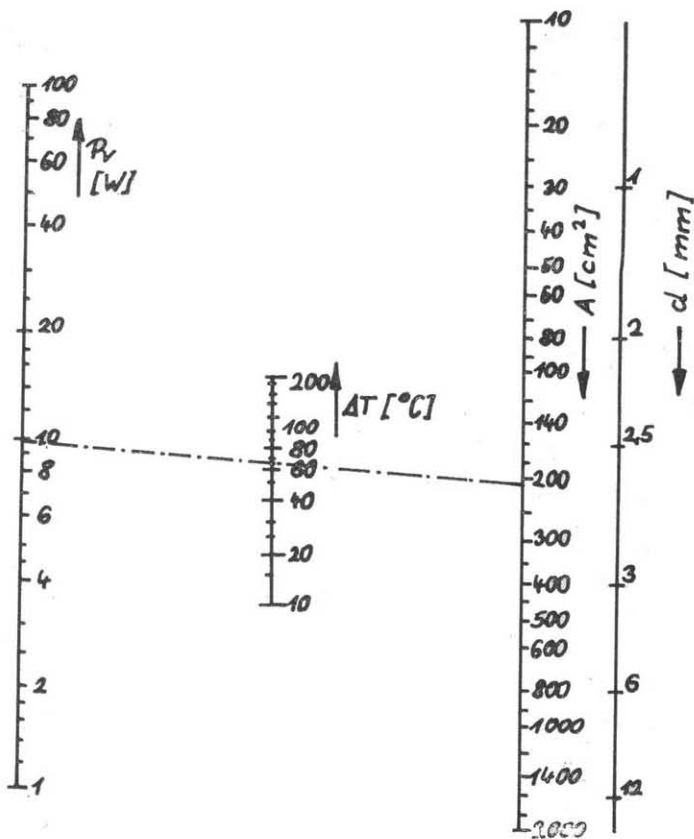
Trotz der Ausgleichwiderstände sollte der Ersatztransistor  $T_1 // T_2$  nur mit ca.  $0,8 I_{a \max}$  belastet werden. Die Parallelschaltung ist in vielen Fällen nur wegen der Überschreitung der zulässigen Verlustleistung  $P_{V \max}$  notwendig. Sofern hierbei  $0,3 \dots 0,4 I_{a \max}$  nicht überschritten werden, können die Emittierwiderstände entfallen.

Voraussetzung ist jedoch eine Auswahl der Transistoren nach gleichen Stromverstärkungsfaktoren im betreffenden Arbeitspunkt.

Die mit der Darlington- bzw. Parallelschaltung oder der Kombination beider Schaltungen gewonnenen Ersatztransistoren können ebenfalls mit den angegebenen Prüfschaltungen ausgemessen werden.

### 3. Belastbarkeit der Transistoren

Im Gegensatz zu Kleinleistungstransistoren mit Verlustleistungen bis zu 500 mW muß bei den hier vorliegenden Bauelementen der Kühlung große Aufmerksamkeit geschenkt werden, um die Daten der Transistoren voll ausnutzen zu können. Das Nomogramm in Bild 7 soll der schnellen Ermittlung der Kühlfläche dienen:



Beispiel:

Vorausgesetzt bei der Anwendung des Nomogramms ist die Verwendung von Alu-Blech und die Anordnung des Transistors etwa in der Mitte eines annähernd quadratischen Kühlbleches.

Gegeben ist eine notwendige Verlustleistung von 10 W.



Die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  zwischen Raumtemperatur und max. zul. Gehäusetemperatur des Transistors soll  $65^{\circ}\text{C}$  betragen. Damit ergibt sich eine notwendige Kühlfläche von  $A = 210 \text{ cm}^2$  bei einer Blechdicke von  $d = 3 \text{ mm}$ .

## 4. Schaltbeispiele

### 4.1. Transverter

Transverter dienen im allgemeinen der Gewinnung einer hohen Wechselspannung aus einer niedrigen Gleichspannung. Bei den hier vorgeschlagenen Transvertern wurde im Gegensatz zu sonst üblichen Schaltungen auf eine  $50 \text{ Hz}$ -Schaltfrequenz orientiert, um echte Netzersatzspannungsquellen zu gewinnen.

Es soll an dieser Stelle eindringlich auf die Unfallgefahren beim Umgang mit dem  $220 \text{ V}$ -Netz hingewiesen werden. In jedem Fall sind die Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten.

Bei Eingriffen sind die Geräte vom Netz bzw. Akku zu trennen. Die  $220 \text{ V}$  führenden Steckverbindungen sind in Schutzkontaktausführung vorzusehen.

Die hier beschriebenen Schaltungsvarianten zeigen folgende technischen Parameter:

#### 30 W-Transverter (T 30)

Frequenz handregelbar

Betriebsspannung

$$U_B = 12 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$$

Ausgangsspannung

$$U_{A\text{eff}} = 220 \text{ V} \pm 10 \% \\ (0,1 \dots P_{\text{max}})$$

Leerlaufstrom (aus Batterie)

$$I_{B(0)} = 1,4 \text{ A}$$

Vollaststrom (30 W)

$$I_B = 4,5 \text{ A}$$

Wirkungsgrad

$$\eta = 60 \%$$

Frequenz

$$f = 50 \pm 5 \text{ Hz}$$

#### 60 W-Transverter (T 60)

Frequenzautomatik

Betriebsspannung

$$U_B = 12 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$$

Ausgangsspannung

$$U_{A\text{eff}} = 220 \text{ V} \pm 10 \% \\ (0,1 \dots P_{\text{max}})$$

Leerlaufstrom (aus Batterie)

$$I_{B(0)} = 1,8 \text{ A}$$

Vollaststrom (60 W)

$$I_B = 7,5 \text{ A}$$

Wirkungsgrad

$$\eta = 68 \%$$

Frequenz

$$f = 50 \pm 1 \text{ Hz}$$

### 60 W-Transverter/Ladegerät (TL 60)

Frequenz handregelbar

Transverter

Daten wie bei 60 W-Variante

Ladegerät

Ladespannung

$$U_L = 12 \dots 15 \text{ V}$$

Ladestrom (max.)

$$I_L = 6 \text{ A}$$

### 100 W-Transverter (T 100)

Frequenz handregelbar

Betriebsspannung

$$U_B = 12 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$$

Ausgangsspannung

$$U_{\text{Aef}} = 220 \text{ V} \pm 10 \% \\ (0,1 \dots \bar{P}_{\text{max}})$$

Leerlaufstrom (aus Batterie)

$$I_{B(0)} = 2 \text{ A}$$

Vollaststrom

$$I_B = 10 \text{ A}$$

Wirkungsgrad

$$\eta = 74 \%$$

Frequenz

$$f = 50 \pm 5 \text{ Hz}$$

Folgende Einsatzfälle wurden mit befriedigendem Erfolg erprobt:

Leuchtstofflampe	(25 W)	} Am T 30
Phonogerät	(28 W)	
Rasierapparat	(4 W)	
(Schwingankerprinzip)		
Ondulierstab	(18 W)	
Massagegerät	(25 W)	
Ventilator	(25 W)	

Leuchtstofflampe	(40 W)	} Am T 60 / TL 60
Tonbandgerät	(65 W)	
LötKolben	(60 W)	
Ventilator	(65 W)	
Oszillograph	(55 W)	

Akku 12 V/48 Ah (Ladebetrieb 10 h bei 4 A)

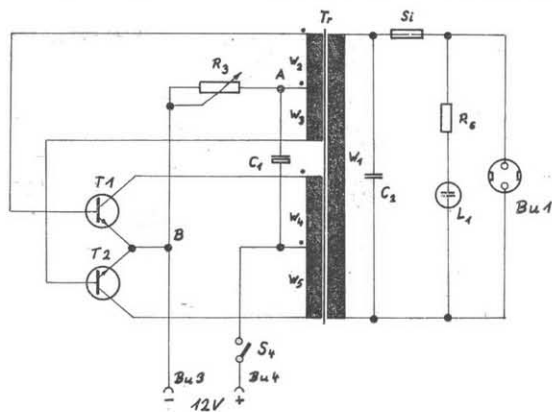
Leuchtstofflampen	(2×40 W)	} Am T 100
Schlagmühle	(100 W)	
Rührgerät RG 25	(125 W)	
Handmixer	(85 W)	

### 4.1.1. Funktionsweise

#### 4.1.1.1. Freischwinger Transverter

In Bild 8 ist die Schaltung des Transverters dargestellt.

Bei angelegter Akkumulatorspannung an Bu3 wird über das Potentiometer R3 bzw. die Rückkopplungswicklungen W2 und W3 ein positives Basispotential auf die Transistoren T1 bzw. T2 gegeben. Der Transistor mit der höheren Stromverstärkung  $h_{21E}$  wird als erster in den leitenden Zustand umgeschaltet. Damit wird die Akkumulatorspannung (d. h. die Differenz  $\Omega_{B4} - U_{CESat}$ ) an die Arbeitswicklungen W4 bzw. W5 geschaltet. Durch das sich im Trafo aufbauende magnetische Feld wird in W1 eine entsprechend höhere Spannung induziert bzw. in den Rückkopplungswicklungen W2 und W3 Spannungen derart gerichtet, daß sie den leitenden Transistor in den Sperrzustand und den sperrenden Transistor in den Leitzustand schalten. Dieser laufende Wechsel ermöglicht eine Art Wechselstromprinzip, da abwechselnd die Wicklungen W4 und W5 mit Gleichspannungsimpulsen jeweils umgekehrter Polarität beaufschlagt werden. Die Frequenz, mit welcher dieser Wechsel geschieht, ist in erster Linie abhängig von der Induktivität (dem Sättigungsgrad) des Transformators. Sie ändert sich etwas mit der Betriebsspannung und der Belastung. Mit Hilfe des Potentiometers R3 kann die Frequenz durch Änderung der Basisvorspannung an den Transistoren T1 und T2 in engen Grenzen ( $\Delta f \leq \pm 5$  Hz) nachgestellt werden.



Der Transformator wurde spannungsmäßig so ausgelegt, daß in Wicklung 1 bei Vollast noch eine Effektivspannung von 220 V ( $\pm 10\%$ ) induziert wird. Um den Transformator in einer diskutablen Leistungsgröße herzustellen, wird im Leerlauf dadurch eine Spannungserhöhung (effektiv) auf ca. 250 V in Kauf genommen.

#### 4.1.1.2. Transverter mit interner Frequenzregelung

##### (Frequenzautomatik) Bild 9

Die Funktionsweise des Transverters mit interner Frequenzregelung kann in der ersten Phase analog zum Transverter mit externer Frequenzregelung beschrieben werden.

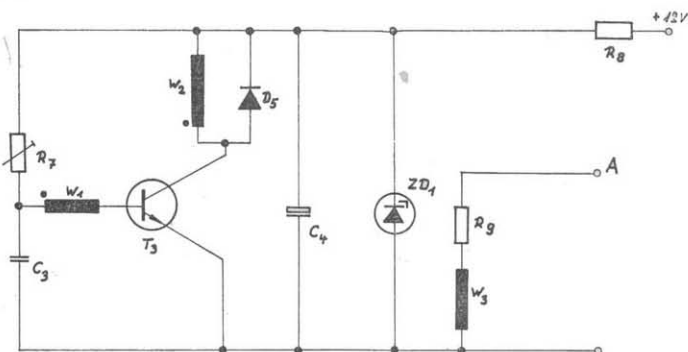
Der Unterschied besteht darin, daß eine Erzeugung der Basisvorspannung mittels des Potentiometers R3 wegfällt. Stattdessen wird parallel zu den Rückkopplungswicklungen W2 und W3 ein Synchronsignal im konstanten 50 Hz-Rhythmus eingespielt. Dieses Synchronsignal erzwingt eine Schaltfrequenz der Transistoren T1 und T2 im 50 Hz-Rhythmus.

##### Erzeugung des Synchronsignals:

Als Synchronglied wurde ein Sperrschwinger benutzt.

Der Sperrschwinger stellt eine weitverbreitete Impulsgeneratorschaltung dar. Die Rückkopplung erfolgt über einen Transformator. Mit dieser Anordnung lassen sich sehr kurzzeitige Impulse mit in sehr weiten Grenzen veränderlicher Frequenz erzeugen. Das wichtigste Bauelement des Generators stellt der nach einer besonderen Vorschrift hergestellte Impulstransformator dar. Die zusätzliche Auskoppelwicklung dient der Anpassung zwischen Generator und Verbraucher. Durch den Transistor fließt nur während des Impulses ein Kollektorstrom, so daß bei geringer mittlerer Leistung hohe Leistung im Einzelimpuls erzeugt wird. Die Impulsfolgefrequenz läßt sich mit Hilfe von R7 einstellen, während C3 in kleinen Grenzen die Impulsdauer beeinflusst. Außerdem hängt die Impulsdauer noch von den magnetischen Eigenschaften des Kernmaterials ab. Schaltet man die Wicklung W3 des Sperrschwingers in die gemeinsame Steuerleitung der Wandlertransistoren, so ist eine Frequenzsynchronisation des Transverters möglich. Bei jedem Impuls ändert der Wandler seinen Schaltzustand, da beide Transistoren kurz gesperrt werden und nachher infolge der Spannungsumkehr am Transformator der zuvor gesperrte Transistor durchgesteuert wird. Die Dauer der Halbwellen ist nur vom RC-Glied im Sperrschwinger abhängig. Die Frequenz wird mit R7 eingestellt. Eine zusätzliche Anschwinghilfe ist nicht notwendig, da die Umschaltimpulse des Sperrschwingers die Schwingungen entfachen.

**Bild 9**



#### **4.1.2. Transverter in Kombination mit einem Ladegerät**

Zusätzlich zum unter 4.1.1.1. beschriebenen Aufbau ist eine Erweiterung der Trafos notwendig: W6 wird als Erweiterung von W4 geschaltet und W7 wird als Erweiterung von W5 geschaltet. Diese Wicklungserweiterung wird notwendig, da eine Ladenspannung größer als 12 V benötigt wird, um den Ladestrom regulierbar zu gestalten.

Zusätzlich zur Transvertersteckdose Bu1 macht sich der Einbau einer Kaltgerätebuchse (Bu2) erforderlich, um die 220 V Netzspannung für den Ladebetrieb anschließen zu können. Ein Direktanschluß ohne Stecker-Kupplungsverbindung ist auch denkbar.

#### **ACHTUNG!**

Es ist in jedem Fall darauf zu achten, daß beide Buchsen (Bu1 und Bu2) abschaltbar getrennt sind.

Dies ist auf jedem Fall beim Transverterbetrieb unbedingt erforderlich, da sonst an der Bu2 bzw. am Stecker der Netzsnur (bei Stecker-kupplungsloser Verbindung) der 220 V Ausgang des Transverters anliegen würde. Zur Sicherheit dient der Schalter S1 mit den Teilschaltern S11 und S12. Einpolige Trennung auch möglich. Die beiden anderen Teilschalter von S1, S13 und S14 schalten bei Ladebetrieb die Basen von T1 und T2 in einen offenen Zustand.

Die im Ladebetrieb durch S21 bzw. S22 geschalteten Wicklungen W6/W4 bzw. W5/W7 arbeiten gemeinsam mit den Gleichrichtern D1, D2 in Zweiweggleichrichtung.

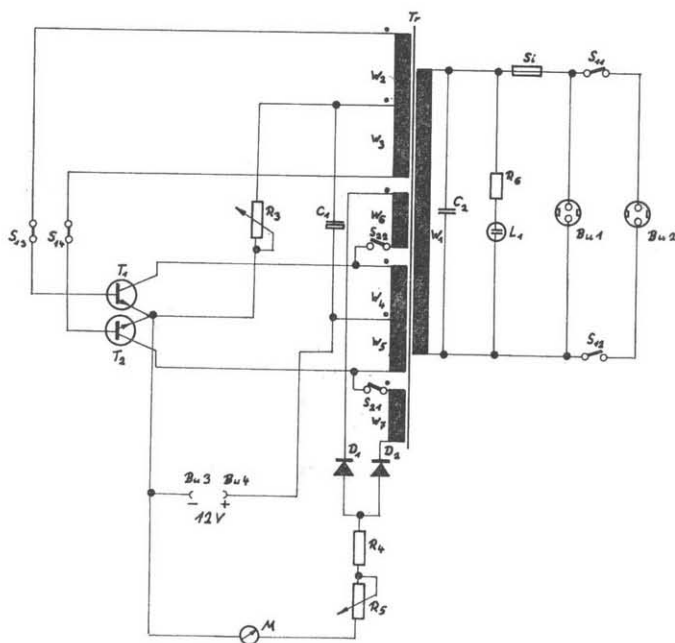
Da die Gleichrichter bis zu 6 A belastet werden, ist auf eine gute Kühlung zu achten.

Im aufgebauten Labormuster erwies sich ein Stück Alu-Kühlkörper von  $(100 \times 30 \times 10)$  mm<sup>3</sup>, in den die Dioden eingepreßt wurden, als ausreichend. Möglich ist auch die Verwendung des handelsüblichen Kühlkörpers K10. Es wird bei dieser Lösungsvariante des Ladegerätes kein Anspruch darauf erhoben, eine technisch vollkommene Lösung zu liefern. Ziel war es auch hier, ohne größeren Aufwand mit den vorhandenen Bauteilen eine Doppelfunktion zu erfüllen.

Die kontinuierliche Stromregelung mit einem Ohmschen Vorwiderstand kann technisch besser gelöst werden, wenn die Ladespannungswicklung des Transformators mit mehreren Abgriffen gewickelt wird. Dadurch würde aber der Transformator bei weitem komplizierter und teurer werden.

Die beschriebene Schaltung des kombinierten Gerätes ist in Bild 10 dargestellt.

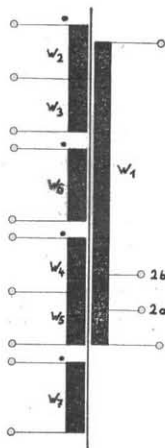
Bild 10



### 4.1.3. Dimensionierung

#### Transformatordaten

Nach Bild 11 sind die Transformatoren wie folgt zu fertigen:



Transverter- ausgangsleistung	30 W	60 W	100 W	60 W + Ladegerät
	Wdg/ØCul	Wdg/ØCul	Wdg/ØCul	Wdg/ØCul
W <sub>1</sub>	1150/0,25	600/0,5	600/0,5	600/0,5
(2a)	1050/0,25	550/0,5	550/0,5	550/0,5
(2b)	950/0,25	500/0,5	500/0,5	500/0,5
W <sub>2</sub> } bifilar	25/0,35	14/1,0	14/1,0	14/1,0
W <sub>3</sub> } wickeln	25/0,35	14/1,0	14/1,0	14/1,0
W <sub>4</sub> } dto.	42/1,2	22/1,6	22/1,8	22/1,6
W <sub>5</sub> }	42/1,2	22/1,6	22/1,8	22/1,6
W <sub>6</sub>	—	—	—	25/1,6
W <sub>7</sub>	—	—	—	25/1,6

Die Rückkopplungswicklungen W<sub>2</sub>/W<sub>3</sub> und die Arbeitswicklungen W<sub>4</sub>/W<sub>5</sub> sind unbedingt bifilar zu wickeln. Bei allen Wicklungen ist auf gleichen Wicklungssinn zu achten!

Die Punkte an den Trafoanschlüssen in den Schaltbildern sollen jeweils den Wicklungsanfang kennzeichnen.

Als Transformatorkerne dienen beim 30 W-Transverter der Typ M 85a, bei allen anderen Typen der Typ M 102b aus Dyn. Bl. IV, wechselseitig geschichtet.

(Bei sehr sorgfältigem Aufbau des Transformators kann durch Vergrößerung des Drahtdurchmessers auf 1,8 ... 2,0 mm für  $W_4/W_5$  ebenfalls ein 100 W-Transverter mit Ladegerät aufgebaut werden.)

Der Sperrschwingertrafo ist als Luftspule auf einem Hartpapierkern von 17 mm Durchmesser und auf 27 mm Länge aufgebaut.

Windungszahlen:	$W_1$	100 Wdg.	}	0,5 Cul
	$W_2$	90 Wdg.		
	$W_3$	160 Wdg.		



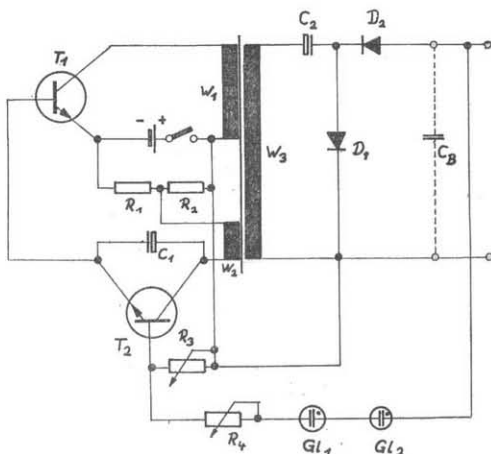
## Stückliste

	30 W	60 W	60 W (A)	100 W	60 W + Ladegerät
T <sub>1</sub>	Transistor aus Bastlerbeutel Nr. 10				
T <sub>2</sub>	dto., s. u.				
T <sub>3</sub>			SF 126 C		
T <sub>r</sub>	(s. oben)				
D <sub>1</sub>					SY 170/1
D <sub>2</sub>					SY 170/1
D <sub>5</sub>					
ZD <sub>1</sub>					
R <sub>1</sub>					
R <sub>2</sub>					
R <sub>3</sub>	10 Ω/10 W	10 Ω/10 W	10 Ω/10 W	10 Ω/10 W	10 Ω/10 W
R <sub>4</sub>					1 Ω/10 W
R <sub>5</sub>					10 Ω/50 W
R <sub>6</sub>	150 kΩ	150 kΩ	150 kΩ	150 kΩ	150 kΩ
R <sub>7</sub>					
R <sub>8</sub>					
R <sub>9</sub>					
C <sub>1</sub>	Elko 50 μF/25 V	50 μF/25 V	50 μF/25 V	50 μF/25 V	50 μF/25 V
C <sub>2</sub>	MP 1 μF/630 V	1 μF/630 V	1 μF/630 V	1 μF/630 V	1 μF/630 V
C <sub>3</sub>					
C <sub>4</sub>					
S <sub>1</sub>			Elko 500 μF/15 V		
S <sub>2</sub>			Kippschalter		
S <sub>4</sub>			Kippschalter		
Bu 1			Kippschalter		
Bu 2			Schukosteckdose		
Bu 3					Warmgerätee- stecker
Bu 4			Laborbuchse		
Si	0,5	1,0	Laborbuchse 1,0	1,6	1,0
L <sub>1</sub>			Glühlampe 220 V		
M					10 A Drehspul- meßw.

Bis auf den 100 W-Typ kommt jeweils für  $T_1$  und  $T_2$  eine Kombination entsprechend Bild 5/6 zum Einsatz. Jeweils zwei Transistoren werden auf Paarigkeit bei 4 A geprüft und parallel geschaltet. Diese Parallelschaltung wird durch einen Transistor mit möglichst großer Stromverstärkung bei  $I_C$  ca. 2 A zu einer Darlingtonkombination vervollständigt. Beim 100 W-Typ werden jeweils 3 Transistoren parallel geschaltet und mit einem Transistor höherer Stromverstärkung ebenfalls als Darlingtonkombination verwendet.

#### 4.1.4. Transverter für Fotoblitzgeräte

Bild 12 zeigt einen einfachen Transverter für Fotoblitzgeräte, der in seiner Dimensionierung so aufgebaut ist, daß er als Erweiterung des im Handel angebotenen Blitzgerätes SL4 (nur Netzanschluß) verwendet werden kann. Er zeichnet sich durch eine sparsame Akkubelastung aus, so daß ggf. zur Speisung 6 Monozellen verwendet werden können, deren Energie für ca. 100 Blitze ausreicht.



Der eigentliche Transverter ist ein Summierwandler, der im Bereich von einigen kHz arbeitet. Der Leistungsschalttransistor  $T_1$  legt entsprechend der Arbeitsfrequenz die Akkuspannung an  $W_1$ . Das Ein- bzw. Abschalten wird durch die Rückkoppelwicklung  $W_2$  erreicht.  $R_1/\bar{R}_2$  funktionieren als Anschwinghilfe im Nullzustand.

Nach dem Transformatorprinzip wird die Spannung auf die Sekundärseite transformiert, wo eine Spannungsverdoppler-Schaltung die Energie der Leit- bzw. Sperrphase in  $C_B$  speichert.

Während des Aufladevorganges des Blitzkondensators  $C_B$  ist  $T_2$  über  $R_3$  geöffnet und steuert  $T_1$  an. Bei Erreichen der Ladespannung, im Falle der Verwendung des handelsüblichen Blitzgerätes SL4 — 310 V, zünden die Glimmlampen GL 1 und GL 2 und reduzieren den Basisstrom von  $T_2$  und damit den Schaltstrom von  $T_1$ . Es setzt eine einfache Regelung ein. Mit  $R_4$  läßt sich die Ladespannung, d. h. der Zündpunkt der Glimmlampen, in diesem Falle 310 V (Spitzenwert der 220 V-sin-Wechselspannung) genau einstellen.

Durch diese Regelung wird der Transverter im aufgeladenen Zustand in „Sparschaltung“ betrieben, vom Akku wird nur die Energie nachgeladen, die zum Ausgleich der Entladeverluste von  $C_B$  benötigt wird.

Als  $C_B$  wurde der Originalblitzkondensator des SL4 mitbenutzt.

Der gesamte Transverter fand Platz in einem von der Größe dem SL4 analogen Gehäuse, welches auf das SL4 aufgeklebt wurde, um so eine Kompakteinheit zu erhalten.

Es empfiehlt sich, eine der Glimmlampen von außen sichtbar anzubringen, um durch ihr Aufleuchten das Erreichen der Blitzspannung und damit die Blitzbereitschaft zu signalisieren.

#### Stückliste

- $T_1$  — Schalttransistor aus Bastlerbeutel Nr. 10  
(falls notwendig Darlington-Kombination)
- $T_2$  — SF 126 o. ä.
- $R_1$  — 50  $\Omega$ /1/8 W
- $R_2$  — 1 k $\Omega$ /1/8 W
- $R_3$  — 50 k $\Omega$ /1/4 W
- $R_4$  — 1 M $\Omega$ /1/4 W
- $C_1$  — Elko 10  $\mu$ F/15 V
- $C_2$  — Elko 8  $\mu$ F/350 V
- $C_B$  — 640  $\mu$ F/350 V
- $D_1, D_2$  — Si-Dioden SY 206 (600 V)
- Gl 1 — Glimmlampe 80 V
- Gl 2 — Glimmlampe 130 V

#### Transformator:

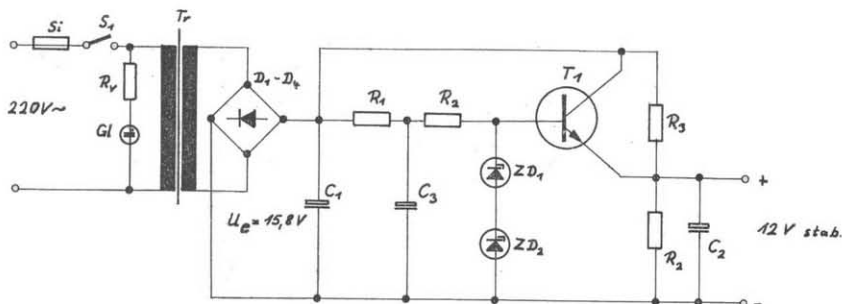
- Ferrit-Schalenkern 34 $\times$ 28/TK 5985
- Manifer 153;  $A_1 = 2750$  nH/w<sup>2</sup>
- $W_1$  — 22 Wdg. 0,9 Cul
- $W_2$  — 40 Wdg. 0,35 Cul
- $W_3$  — 650 Wdg. 0,14 Cul
- Kühlblech für  $T_1$  10 cm<sup>2</sup>
- Akkuspannung:  $U = 9$  V
- Ladezeit: ca. 15 ... 20 sec.
- Leitzahl 18

## 4.2. Stromversorgungstechnik

### 4.2.1. Stabilisiertes Netzteil 12 V/1 A

Stabilisierte Netzteile zur Erzeugung konstanter Ausgangsspannungen lassen sich mit Z-Dioden und den Basteltransistoren gut aufbauen. Die Schaltung nach Bild 13 zeigt einen Gleichspannungskonstanthalter für 12 V bei Lastströmen bis max. 1 A. Die Gleichrichter-Brückenschaltung liefert eine pulsierende Gleichspannung, die über  $C_1$  geglättet wird. Der Kondensator  $C_2$  ist nur dann erforderlich, wenn kurzzeitige Spitzenbelastungen auftreten können, bei denen der Laststrom  $I_a$  größer wird als der max. zulässige Strom durch die Z-Diode  $I_{Z \max}$ . Der Kondensator  $C_3$  wirkt als Siebkondensator für eine Frequenz von 100 Hz.

Die Vergleichsspannung wird durch Hintereinanderschalten mehrerer Z-Dioden gewonnen. Als max. Strom  $I_{Z \max}$  gilt der kleinste Wert, der bei einer der verwendeten Dioden lt. Datenblatt möglich ist (Kühlung beachten!).



Der Innenwiderstand  $R_1$  dieser Schaltung ist abhängig von der Durchlaßspannung der Emitter-Basis-Diode des Transistors.

Bei der Ermittlung der Eingangsspannung  $U_e$  müssen die Schwankungen der Netzspannung von  $\pm 10\%$ , der Spitzenwert der Brummspannung von  $5\%$  und die an der Kollektor-Emitter-Strecke des durchgesteuerten Transistors verbleibende Restspannung berücksichtigt werden.

Eine noch bessere Regelwirkung und eine geringere Belastung der Z-Dioden erhält man, wenn die Dioden über einen Widerstand  $R_1$  an eine Spannung vom doppelten Wert der Eingangsspannung  $U_e$  angeschlossen werden.

Der Widerstand  $R_2$  wirkt als Vorlast. Durch die Vorlast ist auch die Regelwirkung im Leerlauf gewährleistet.

Der für den verwendeten Transistor zulässige Kollektorstrom muß größer sein als der max. Laststrom  $I_{a \max}$ , was bei den vorliegenden Bauelementen der Fall ist.

Die Stromverstärkung des Transistors muß so groß sein, daß der für die Durchsteuerung des Stromes  $I_{a \max}$  erforderliche Basisstrom  $I_{B \max}$  kleiner ist als der für die Z-Diode max. zulässige Strom.

Wenn der Laststrom unter einen Wert  $I_{a \min}$  nicht sinkt, wenn z. B. der Leerlauf nicht auftritt, so kann der Transistor mit einem Widerstand  $R_3$  überbrückt werden.

Dadurch wird der Transistor geringer belastet. Wenn der Ausgangsstrom auf seinen Mindestwert abgesunken ist, so soll der Transistor gesperrt sein und der Strom nur mehr über den Widerstand  $R_3$  fließen. Das geregelte Netzteil kann also etwa um den Wert des Stromes  $I_{a \min}$  stärker belastet werden als das gleiche Gerät ohne Parallelwiderstand  $R_3$ .

Je größer das Verhältnis  $\frac{I_{a \min}}{I_{a \max}}$  wird, um so größer kann die geregelte Ausgangsleistung werden.

Sind sehr hohe Lastströme erforderlich, müssen mehrere Transistoren parallel geschaltet werden. Es ist nicht zweckmäßig, mehr als 3 Transistoren parallel zu schalten, da die Genauigkeit der Regelung infolge des Anstiegs des Innenwiderstand  $R_1$  abnimmt.

Vorsicht, ein Kurzschluß am Ausgang zerstört den Transistor.

Abhilfe könnte der Einbau einer elektronischen Sicherung bieten, z. B. entsprechend der Schaltung im Bastler-Beutel Nr. 4/5.

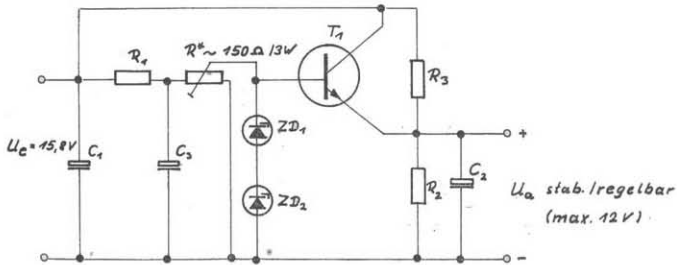
### Stückliste

T <sub>1</sub>	Transistor aus Bastlerbeutel-Nr. 10 ( $h_{21E} \geq 10$ bei $I_c = 1$ A)
D <sub>1</sub> —D <sub>4</sub>	SY 200/1 (SY 170/SY 180) oder Si-Dioden aus Bastlerbeutel-Nr. 4/5
ZD <sub>1</sub> /ZD <sub>2</sub>	2×SZ 600/6,2
Tr	M 74, $U_{sek} : 16$ V / 1,5 A
C <sub>1</sub>	10 $\mu$ F/25 V (Elko)
C <sub>2</sub>	100 $\mu$ F/25 V (Elko)
C <sub>3</sub>	470 $\mu$ F/25 V (Elko)
R <sub>1</sub>	2×8 $\Omega$ / 3 W
R <sub>2</sub>	1,5 k $\Omega$ / 0,5 W
R <sub>3</sub>	1,1 k $\Omega$ / 0,1 W
Gl	Glimmlampe mit Vorwiderstand
Si	Feinsicherung 100 mA
S <sub>1</sub>	Netzschalter

#### 4.2.2. Regelbares stabilisiertes Netzteil 12 V / 1 A

Die Schaltung nach Bild 13 kann mit wenig Änderungen zu einem regelbaren Stromversorgungsbaustein erweitert werden. Ein Teilwiderstand  $R_1$  wird gegen einen Regelwiderstand ersetzt, s. a. Bild 14.

Die Stückliste ist identisch mit der von 4.2.1. Sollte die Regelwirkung unzureichend sein, muß eine zusätzliche Verstärkerstufe vorgesehen werden



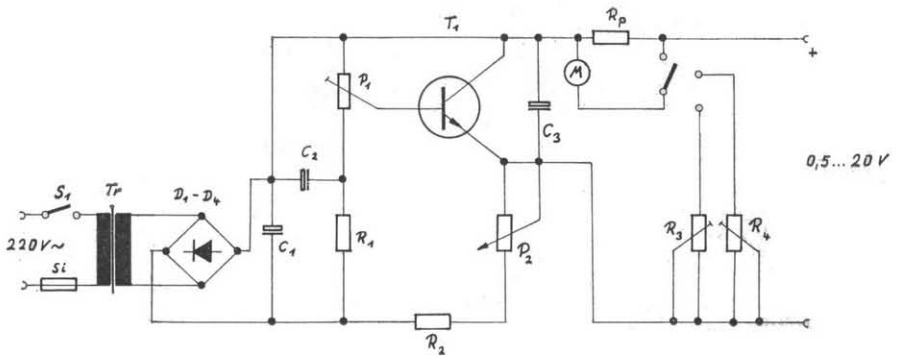
#### 4.2.3. Kurzschlußfestes Netzteil 0,5 ... 20 V / 0,2 A

Die Schaltung ist als Parallelregler ausgelegt,  $T_1$  liegt parallel zum Verbraucher. Damit ist das Gerät kurzschlußfest, es kann im Kurzschlußfall, nur der max. eingestellte Ausgangsstrom  $I_a$  entnommen werden, der mit  $P_2$  eingestellt wird.

Im Gegensatz zur Längsreglung ergibt sich jedoch die größte Transistorbelastung bei geringstem Ausgangsstrom, da der Transistor jeweils den vom Verbraucher nicht benötigten Strom übernimmt (der Strom durch  $P_2$  bleibt bei schwankendem Verbraucherstrom  $I_a$  konstant.). Die max. Verlustleistung im Transistor tritt demzufolge auf, wenn  $P_1$  auf geringsten Ausgangsstrom eingestellt ist, aber kein Strom entnommen wird.

Netzspannungsschwankungen werden nicht ausgeregelt.

Die Eichung von  $P_1$  erfolgt mit einem Voltmeter an den Ausgangsklemmen, Eichung von  $P_2$  mit einem am Ausgang angeschlossenen Strommesser (Kurzschlußstrommessung). Mit dem Instrument können Ausgangsspannung und -strom kontrolliert werden.



### Stückliste:

- T<sub>1</sub>** Transistor aus Bastlerbeutel Nr. 10  
 (h<sub>21E</sub> 15 ... 20)
- D<sub>1</sub> — D<sub>4</sub>** SY 200 aus Bastlerbeutel 4/5
- Tr** U<sub>sek</sub> ca 24 V (z. B. Modellbahntrafo)
- C<sub>1</sub>/C<sub>2</sub>** Elko 500 μF/30 V
- C<sub>3</sub>** Elko 250 μF/30 V
- P<sub>1</sub>** 500 Ω/1 W (z. Regelung U<sub>a</sub> : 0,5 ... 20 V)
- P<sub>2</sub>** 5 kΩ/2 W (z. Regelung I<sub>a</sub> : 10 ... 200 mA)
- R<sub>1</sub>** 350 Ω/0,5 W
- R<sub>2</sub>** 200 Ω/3 W
- R<sub>3</sub>** 10 kΩ/0,5 W
- R<sub>4</sub>** 25 kΩ/0,5 W
- R<sub>p</sub>** (0,1 bis 0,3) Ω (abhängig vom Instrument I, z. B. 1 mA-Instrument)

#### 4.2.4. Fahrstromregler für Modelleisenbahnen

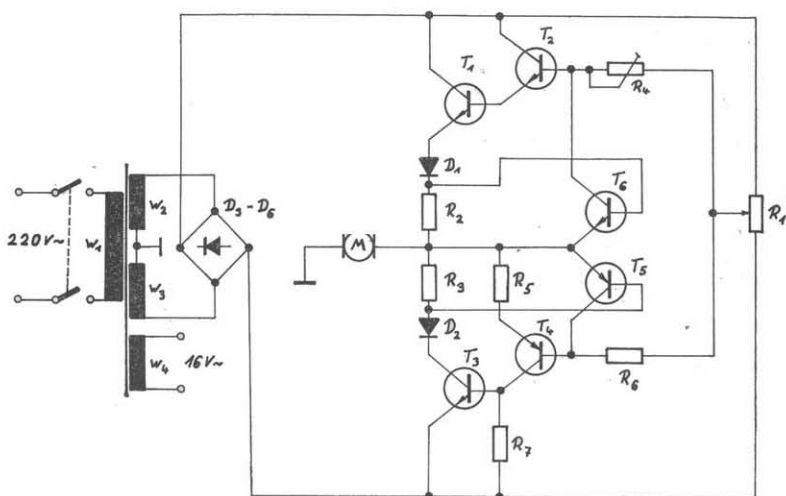


Bild 16 zeigt einen Modellbahnfahrstromregler für Kleinst- und Spielzeugmotoren. Mit diesem Fahrstromregler läßt sich stufenlos die Drehzahl des Motors zwischen 0 und max. Umdrehung in beiden Richtungen steuern. Dadurch ist ein möglichst naturgetreues Arbeiten mit Modellanlagen möglich. Der Regler arbeitet mit Einknopfbedienung und automatischer Kurzschlußstrombegrenzung.

Für höhere Motorströme empfiehlt sich die Verwendung eines stärkeren Transformators, z. B. M 102 b. Gleichzeitig müssen die Kühlbleche für  $T_1$ ,  $T_3$  vergrößert werden.

Der Trafo M 65 stellt  $1 \times 16 \text{ V}$  für die Versorgung der Modellbahnzubehörteile und  $2 \times 17 \text{ V}$  für die Erzeugung des Fahrstromes zur Verfügung. Mit  $R_1$  wird je nach Reglerstellung entweder in die Strecke  $T_1$ ,  $T_2$  oder  $T_3$ ,  $T_4$  ein Strom eingepreßt,  $T_1$  und  $T_2$  sind als Darlington geschaltet. Dadurch verringert sich die Belastung für  $R_1$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  bilden einen Komplementär-Darlingtontransistor. Der Transistor  $T_6$  wird von dem Spannungsabfall über  $R_2$  gesteuert und teilt im leitenden Zustand den dem Transistor  $T_2$  zur Verfügung stehenden Basisstrom auf. Die Folge ist eine Begrenzung des Kollektorstroms von  $T_1$ . In ähnlicher Weise wirkt der Transistor  $T_5$  strombegrenzend. Bei Mittelstellung von  $R_1$  wird mit Hilfe des Einstellreglers  $R_4$  der Nullpunkt der Ausgangsspannung eingestellt.



## Stückliste

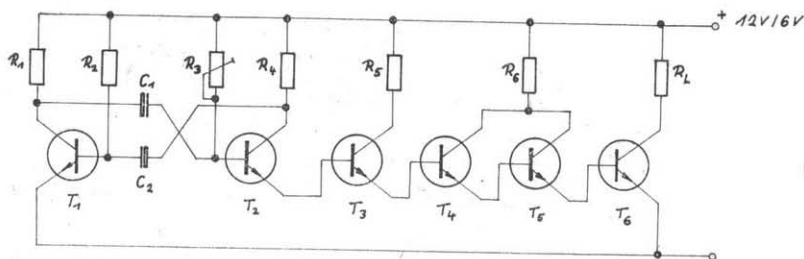
T <sub>1</sub> , T <sub>3</sub>	Bastler-Schalt-Transistor, ggf. Darlington-Kombination
T <sub>2</sub> , T <sub>6</sub>	SF 123 c
T <sub>4</sub>	GC 301
T <sub>5</sub>	GC 121
D <sub>1</sub> .. D <sub>6</sub>	Si-Dioden SY 200 aus Bastlerbeutel 4/5
R <sub>1</sub>	500 $\Omega$ / 1/2 W
R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub>	ca. 0,5 $\Omega$ (Widerstandsdraht)
R <sub>4</sub>	500 $\Omega$
R <sub>5</sub> , R <sub>6</sub>	300 $\Omega$
R <sub>7</sub>	150 $\Omega$
Tr	U <sub>sek</sub> 2 $\times$ 17 V, 1,5 $\varnothing$ Cul 1 $\times$ 16 V, 1,5 $\varnothing$ Cul

### 4.3. Kfz.-Elektronik

#### 4.3.1. Kfz.-Blinkgeberschaltung ohne Relais

Die Schaltung ist als Warnblinkanlage für das 12 V- und 6 V-Kfz.-Bordnetz konzipiert worden. Auf Grund der vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten und unterschiedlichen Einsatzbedingungen wird keine konkrete Kfz.-Applikation vorgestellt.

Impulsgeber ist ein astabiler Multivibrator, der keine schaltungstechnischen Besonderheiten aufweist. Die Darlington-Kombination T<sub>4</sub>/T<sub>5</sub> ist erforderlich, um den notwendigen Basisstrom für den Lasttransistor aufzubringen und wird von T<sub>3</sub> angesteuert. In dieser Schaltungsmodifikation können Leistungen von ca. 20 W (6 V) und 40 W (12 V) geschaltet werden. Wird T<sub>6</sub> durch 3 Basteltransistoren und T<sub>5</sub> durch 2 Basteltransistoren (parallel schalten) ersetzt, so können Schaltleistungen von 60 W (6 V) und 120 W (12 V) bei einem Laststrom von etwa 10 A realisiert werden. Damit wird es möglich, alle 4 Blinkleuchten des Kfz. in die Blinkanlage einzubeziehen (Warnblinkanlage). In jedem Fall ist eine Kühlung mittels Kühlblech erforderlich. Der Widerstand R<sub>6</sub> sollte ein Hochleistungswiderstand sein oder aus Widerstandsdraht hergestellt werden. Die Transistoren T<sub>1</sub> ... T<sub>3</sub> müssen Stromverstärkungen größer 60 besitzen.



Der Impulsgeber ist so ausgelegt, daß StVO-gerechte Blinkzeiten eingestellt werden können. In Folge der auftretenden Exemplarstreuungen der Transistoren sind geringfügige Änderungen der angegebenen Widerstandswerte möglich. Diese sind individuell durch Versuch zu ermitteln. Ein 12-Stunden-Dauerbetrieb verlief ohne Ausfall der Warnblinkanlage, welche nach dieser Schaltung aufgebaut wurde.

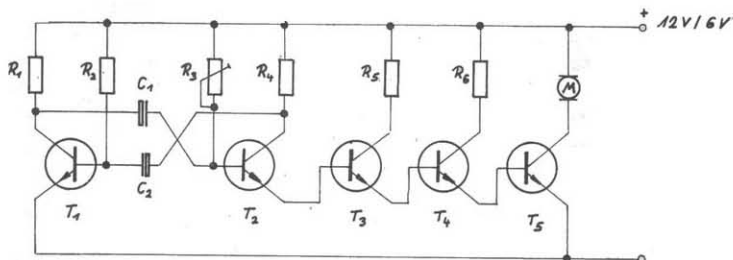
#### Stückliste:

	6 V	12 V	
T <sub>1</sub> /T <sub>2</sub>	SC 206 D	SC 206 D	
T <sub>3</sub>	SF 126 C	SF 126 C	
T <sub>4</sub> /T <sub>5</sub> /T <sub>6</sub>	Transistor aus Bastlerbeutel Nr. 10		
C <sub>1</sub>	Elko 100 µF/10 V	Elko 100 µF/15 V	
C <sub>2</sub>	Elko 10 µF/10 V	Elko 10 µF/15 V	
R <sub>1</sub>	10 kΩ	10 kΩ	} 0,1 W
R <sub>2</sub>	100 kΩ	100 kΩ	
R <sub>3</sub>	50 kΩ	50 kΩ	
R <sub>4</sub>	10 kΩ	10 kΩ	
R <sub>5</sub>	56 Ω/0,5 W	82 Ω/0,5 W	
R <sub>6</sub>	1 Ω/10 W	2 Ω/10 W	

#### 4.3.2. Scheibenwischerintervallautomatik

Für den konkreten Kfz.-Einsatz gilt das bereits zur Schaltungsapplikation „Warnblinkanlage“ Gesagte. Die Bauelementwerte sind in der Stückliste angegeben. Der astabile Multivibrator ist auch hier dem Zweck entsprechend einfach gestaltet worden. Mit der Dimensionierung des Impulsgebers konnten Intervallzeiten von etwa 5 s ... 2,5 min erreicht werden, bei denen der Motor sich im abgeschalteten Zustand befand. Mit R<sub>3</sub> sind die Intervallzeiten einstellbar. R<sub>2</sub> kann, durch Versuch zu ermitteln, durch Festwi-

derstände ersetzt werden. Diese sind dann wahlweise über einen Stufen-  
 schalter zuschaltbar. Damit wird die Möglichkeit gegeben, die Anzahl der  
 Wischungen bei eingeschaltetem Motor frei wählen zu können. Die Trans-  
 istoren  $T_3$  und  $T_4$  sind notwendig, um den Motor sicher über  $T_5$  schalten  
 zu können. Die Transistoren  $T_4$  und  $T_5$  müssen auf Kühlbleche aufge-  
 schraubt werden, ansonsten sind sie durch Parallelschalten von 2 Bastel-  
 transistoren zu ersetzen.  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  sollten auch hier eine Stromverstär-  
 kung größer 60 aufweisen. Im 6 V-Kfz.-Betrieb ist  $R_6$ , bei nicht exaktem  
 Durchschalten von  $T_5$ , auf etwa  $6 \Omega$  und  $R_5$  auf ca.  $80 \Omega$  zu verringern.  
 Die Schaltungsvariante wurde ebenfalls mehrere Stunden im Dauertest  
 ohne Beanstandung erprobt.



### Stückliste

$T_1/T_2$	SC 206	
$T_3$	SF 126	
$T_4/T_5$	Basteltransistoren aus Bastlerbeutel Nr. 10	
$C_1$	500 $\mu\text{F}/15 \text{ V}$	
$C_2$	50 $\mu\text{F}/15 \text{ V}$	
$R_1$	4,7 $\text{k}\Omega$	} 0,1 \text{ W}
$R_2$	220 $\text{k}\Omega$	
$R_3$	250 $\text{k}\Omega$	
$R_4$	4,7 $\text{k}\Omega$	
$R_5$	120 $\Omega/0,5 \text{ W}$	
$R_6$	10 $\Omega/10 \text{ W}$	

### Daten der Gleichrichterioden

#### Beutel 4

1 A Si-Gleichrichterioden	$U_R$	$\geq 20 \text{ V}$ bei $I_R \leq 50 \mu\text{A}$
(aus der Reihe SY 200—210)	$U_F$	$\leq 1,6 \text{ V}$ bei $I_F = 1 \text{ A}$
	$I_{NF}$	$= 0,5 \text{ A}$ freitagend
		$= 0,9 \text{ A}$ bei Kühlfläche 30×30×2 $\text{mm}^3 \bar{\text{A}}^*$ )

\*) Bauelement liegend, Befestigungsschelle beidseitig angeschraubt.

## Beutel 5

10 A Si-Gleichrichterdiode	$U_R$	$\cong$	20 V bei $I_R \leq 6$ mA
	$U_F$	$\cong$	1,1 V bei $I_F = 10$ A
	$I_{NF}$	=	8,5 A bei einer Kühlfläche von $140 \times 140 \times 2,5$ mm <sup>3</sup>

$U_R$  = Sperrgleichspannung

$U_F$  = Durchlaßspannung

$I_F$  = Durchlaßstrom für  $U_F$ -Messung

$I_R$  = Sperrstrom

$I_{FN}$  = Nenndurchlaßstrom (max. Strom in Flußrichtung)

## Halbleiter-Bastlerbeutel-Sortiment

EVP/M

1	<b>NF-Schaltungen</b>		
	Inhalt: 14 NF-Transistoren	50—400 mW	7,50
2	<b>HF-Schaltungen</b>		
	Inhalt: 10 HF- und UKW-Transistoren		10,—
3	<b>Ge-Leistungstransistoren</b>		
	Inhalt: 5 NF-Leistungstransistoren	—10 W	7,10
4	<b>Gleichrichterdiode</b>		
	Inhalt: 12 Si-Gleichrichterdiode	1 A	8,—
5	<b>Leistungs-Gleichrichterdiode</b>		
	Inhalt: 4 Si-Gleichrichterdiode	10 A	15,—
6	<b>Si-Miniplasttransistoren</b>		
	Inhalt: 20 HF- und Schalttransistoren	200 mW	9,90
7	<b>Si-Transistoren im Metallgehäuse</b>		
	Inhalt: 12 HF- und Schalttransistoren	300—600 mW	10,30
8	<b>Digitale Integrierte Schaltkreise</b>		
	Inhalt: 8 Integrierte Schaltkreise für die Anwendung in der Digitaltechnik		34,90
9	<b>Si-Transistoren</b>		
	für ZF, HF- und VHF-Schaltungen		7,55
10	<b>Si-Leistungstransistoren</b>		
	Inhalt: 6 Si-Leistungstransistoren		34,90

**VEB  
GLEICHRICHTERWERK  
STAHNSDORF**

1533 Stahnsdorf, Ruhlsdorfer Weg