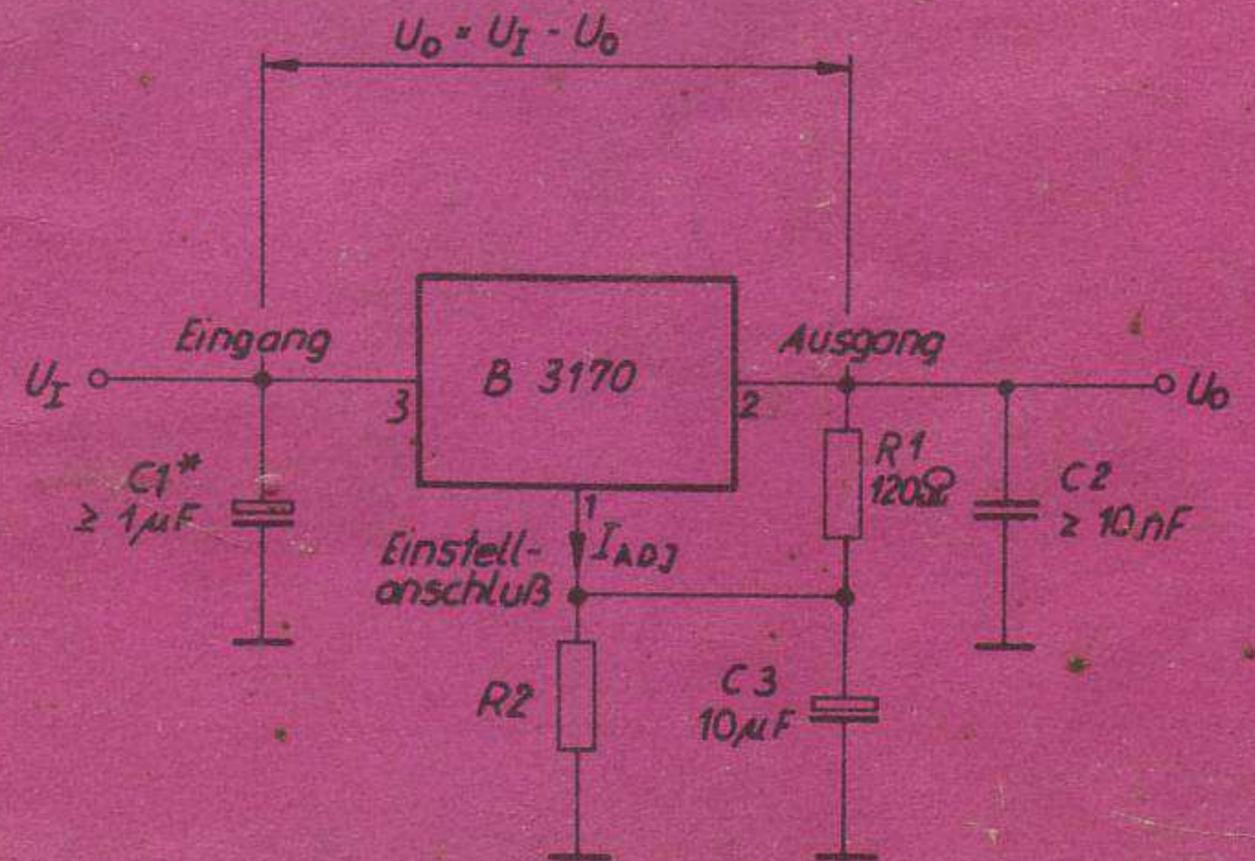


Elektronikbausatz 16



Spannungsregler
B 3170/B 3370



veb halbleiterwerk frankfurt/oder
betrieb im veb kombinat mikroelektronik



Liebe Bastler, liebe Amateure!

Mit dem vorliegenden Elektronikbausatz wird das Sortiment der bereits im Handel erhältlichen Elektronikbausätze ergänzt.

Mit den Bauelementen B 3170/B 3370 stehen Ihnen Schaltkreise zur Verfügung, mit denen sich auf einfache Weise hochwertige und leistungsfähige Stabilisierungsschaltungen aufbauen lassen. Die Handhabung sowie der Einsatz der Schaltkreise sind unkompliziert und ermöglichen eine Einsparung von Bauelementen gegenüber gleichwertigen diskreten Schaltungen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg beim Aufbau des Bausatzes!

1. Charakterisierung der Bauelemente

Die Schaltkreise B 3170/B 3370 sind integrierte Spannungsregler für Spannungen positiver bzw. negativer Polarität, die es gestatten, mit geringer Außenbeschaltung hochwertige Stromversorgungen für elektronische Geräte oder zum Experimentieren herzustellen.

Vom Schaltungskonzept her sind die Bauelemente Floatingregler mit den Anschlüssen Eingang, Ausgang, Einstellanschluß, d. h. sie besitzen keinen eigenen Masseanschluß. Die gewünschte Ausgangsspannung wird durch ein Widerstandspaar programmiert.

Zur Aufrechterhaltung der Funktion der Bauelemente ist es notwendig, daß stets ein Minimalstrom durch den Schaltkreis fließt, und daß eine Minimalspannung über dem Schaltkreis steht.

2. Funktion der Schaltkreise – Anschlußbelegung

Das Blockschaltbild zur Erläuterung der Funktionsweise der Bauelemente ist in Bild 1 dargestellt. Die Beschreibung erfolgt für den Schaltkreis B 3170, der die Stabilisierung positiver Ausgangsspannungen gestattet. Für den Negativregler B 3370 gelten die Ausführungen sinngemäß; die Polaritäten sind umzukehren.

Außer der Regelfunktion besitzen die Schaltkreise Schutzfunktionen, die bei irregulären Betriebsfällen (Kurzschluß, Lösen der Kühlfläche) eine Beschädigung oder Zerstörung vermeiden sollen.

Regelfunktion:

Über eine Anlaufschaltung (1) wird die Stromquelle (2) aktiviert, so daß die Endstufe (3) Basisstrom erhält und in den Lastwiderstand R_{Lo} (außerhalb des Schaltkreises) einen Strom I_o einspeist. Über dem Teilwiderstand R_1 fällt dabei eine Spannung ab, die die Referenzspannung U_{Ref} des Schaltkreises darstellt. Die Referenzspannung bildet mit R_1 eine Stromquelle; der Ausgangsstrom dieser Quelle fließt durch R_2 gegen Masse. Dadurch wird eine Spannungsaufstockung erreicht und die Ausgangsspannung nach Bedarf über das Widerstandsverhältnis R_2/R_1 eingestellt (siehe Abschnitt 3.). Bei $R_2 = 0$ wird $U_o = U_{Ref}$.

Der Teilspannungsabfall über R_1 setzt über die Funktionsgruppe (4) den Regelmechanismus in Gang, indem er den Steuerstrom der Endstufe (3) beeinflusst.

Schutzfunktionen:

Thermoschutz:

(5) Bei ungenügender Kühlung des Schaltkreises oder zu hoher Verlustleistung kann die Temperatur des Schaltkreischips stark ansteigen. Ein Temperatursensor auf dem Chip

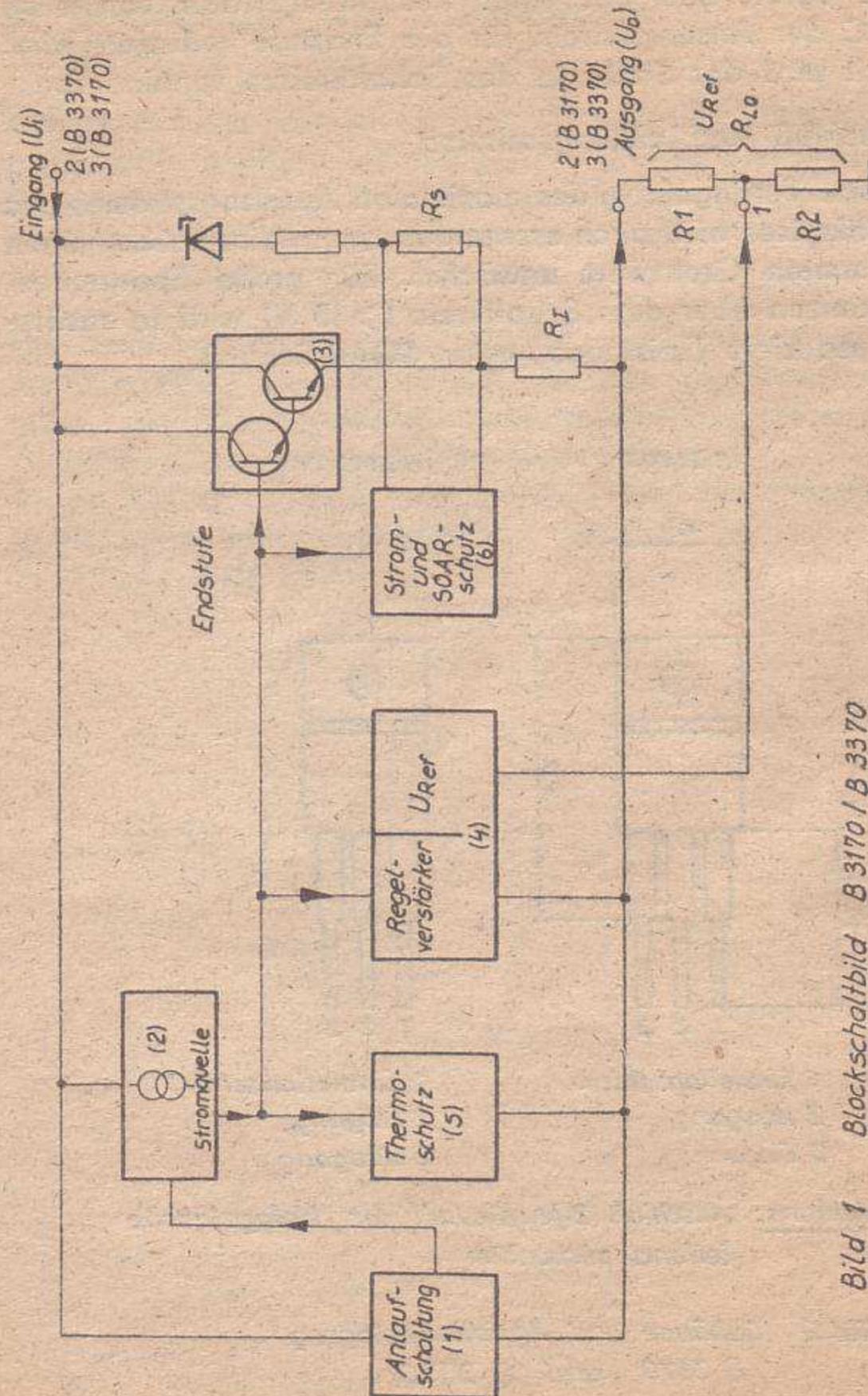
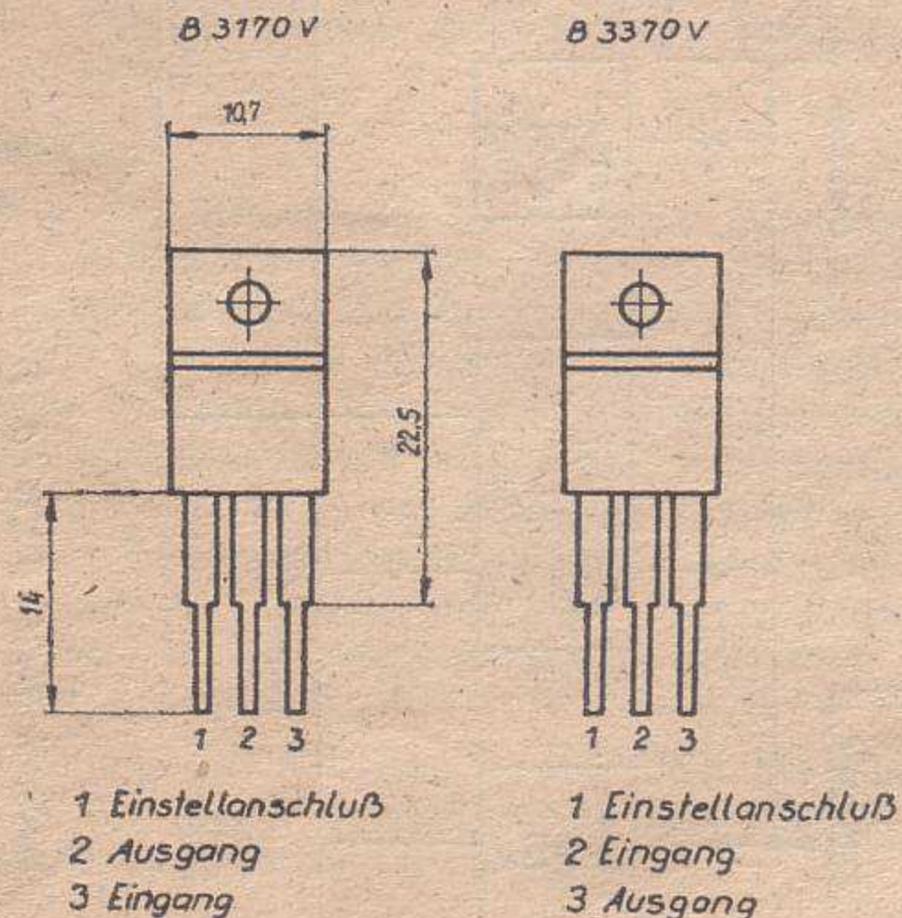


Bild 1 Blockschaltbild B 3170 / B 3370

sorgt dafür, daß bei einer Kristalltemperatur von etwa 150 °C der Ansteuerstrom für die Endstufe reduziert wird. Damit wird der Strom I_o des Schaltkreises vermindert.

Kurzschluß- und Leistungsschutz:

(6) Eine Verringerung des maximalen Ausgangsstromes des Schaltkreises wird auch erzwungen, wenn dieser über einen bestimmten Grenzwert anwächst. Für große Spannungsdifferenzen über dem Schaltkreis (>15 V) wird I_o zusätzlich reduziert (Leistungs- oder SOAR-Schutz).



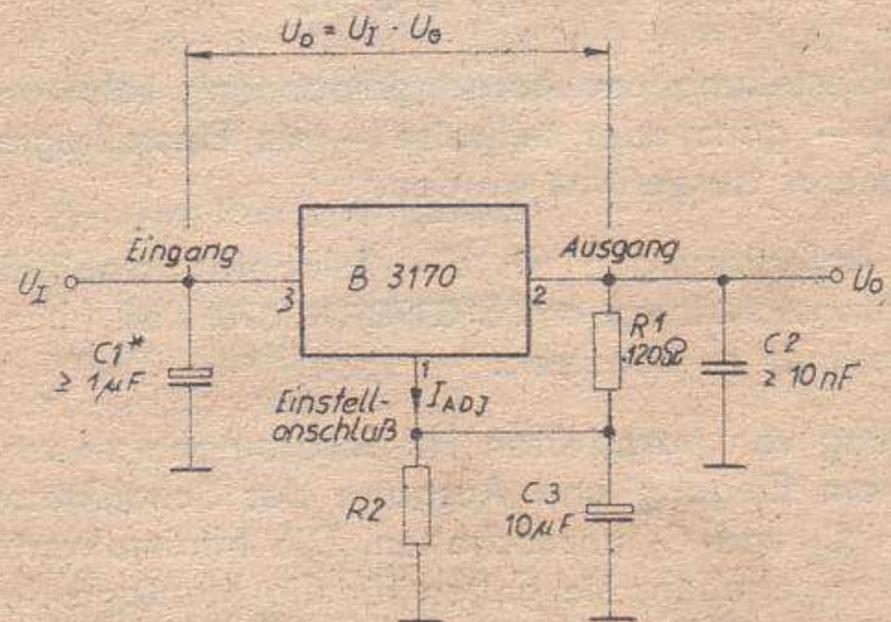
Achtung: Anschluß 2 jeweils mit der Montagelasche leitend verbunden

Bild 2 Gehäuse und Anschlußbelegung
B 3170 und B 3370

3. Beschaltung der Bauelemente – Kühlung – Montage

Die Grundschaltungen für den Einsatz der Spannungsregler sind in Bild 3 für den B 3170 und in Bild 4 für den B 3370 dargestellt. Die Gleichungen für die Dimensionierung des Widerstandspaares sind bei den jeweiligen Bildern angegeben.

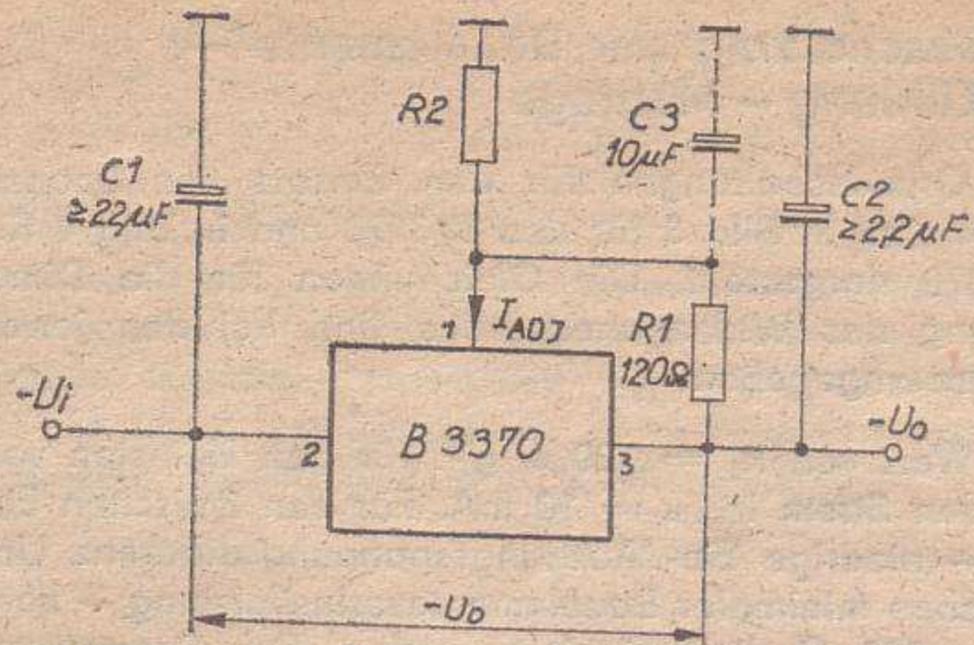
Der Wert von $R_1 = 120 \Omega$ gilt für den kleinsten vorkommenden Strom $I_{o\min} = 10$ mA. Für den typischen Einsatzfall – niedrige Ein-/Ausgangsspannungsdifferenz U_D zum Erreichen minimaler Bauelementeverlustleistung – kann mit $R_1 = 240 \Omega$ dimensioniert werden. Der Spannungsteiler R_2/R_1 kann noch hochohmiger gestaltet werden, wenn $I_o > I_{o\min}$ stets erfüllt ist.



$$U_o = U_{Ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 \cdot I_{ADJ} \quad (1a) \quad U_{Ref} = 1,2 \dots 1,3 \text{ V}$$

* bei Anordnung von $C1$ an der Siebkette Folienkondensator 100 nF / 63 V

Bild 3 Grundeinsatzschaltung B 3170



$$U_o = - \left[U_{Ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 \cdot I_{ADJ} \right] \quad (1b) \quad -U_{Ref} = 1,2 \dots 1,3 V$$

Bild 4 Grundeinsatzschaltung B 3370

Zur genauen Einstellung der Ausgangsspannung kann der Widerstand R_2 — ganz oder teilweise — als Einstellregler oder Potentiometer ausgeführt werden.

Bei höheren Anforderungen an die Temperaturstabilität der Stabilisierungsschaltung mit B 3170/B 3370 sind hochwertige Widerstände zu benutzen.

Um die Erregung von parasitären HF-Schaltungen zu vermeiden, sind am Eingang und Ausgang der Schaltkreise Kondensatoren C_1 und C_2 anzuschalten. Die Minimalwerte sind in Bild 3 angegeben; sie gelten für die Montage der IS in unmittelbarer Nähe der Siebkette. Bei räumlicher Trennung zwischen Stabilisierungsschaltung und Siebkette sind die Werte von C_1 gegebenenfalls zu vergrößern.

Werden höhere Anforderungen an die Brummarmut der Versorgungsspannung gestellt, kann zusätzlich ein Kondensator C_3 vom Anschluß ADI gegen Masse geschaltet wer-

den; $10 \mu F$ sind für C_3 bei $f_{Brumm} = 100 \text{ Hz}$ ein optimaler Wert.

Bei der Auslegung des Netzteils muß darauf geachtet werden, daß für $I_{o\max}$ zwischen Ein- und Ausgang der Schaltkreise eine Spannung $U_{D\min} \geq 3 \text{ V}$ steht, damit die Stabilisierung funktioniert! Für $I_{o\min} = 10 \text{ mA}$ verringert sich $U_{D\min}$ auf $\approx 1,6 \text{ V}$.

Achtung:

$U_{D\min}$ kann nicht mit einem Gleichspannungsinstrument zwischen Siebkette und Ausgang des IS gemessen werden!

Die Maximalspannungen über den Schaltkreisen dürfen $|U_D| = 40 \text{ V}$ nicht überschreiten (richtige Spannungspolarität und Anschlußbelegung beachten)!

Kühlung der Schaltkreise:

Die in den Bauelementen entstehende Verlustleistung kann mit der Gleichung

$$P_V = I_o \cdot U_D \quad (2)$$

bestimmt werden ($P_{V\max} \triangleq P_{\text{tot}}$).

Bei einer Geräteinnentemperatur (stets größer als die Raumtemperatur) von 40°C beträgt die Verlustleistungsgrenze für die Schaltkreise ohne Kühlkörper $1,25 \text{ W}$ ($\triangleq R_{\text{thja}} = 87 \text{ K/W}$).

Wie bei jedem Leistungsbaulement müssen oberhalb dieser Temperatur und bei größeren Verlustleistungen zusätzlich Kühlbleche oder Kühlkörper angebracht werden.

Achtung:

Montagelasche der Schaltkreise liegt auf Potential:

B 3170 U_o
B 3370 U_i

Bei maximaler Verlustleistung $P_{tot} = 15 \text{ W}$, erzeugt z. B. durch $I_o = 1 \text{ A}$ und $U_D = 15 \text{ V}$ ($U_i = 20 \text{ V}$, $U_o = 5 \text{ V}$) und wiederum angenommener Geräteinnentemperatur $\vartheta_a = 40^\circ\text{C}$, muß mindestens ein Aluminiumblech von 120 cm^2 Fläche und $2,5 \text{ mm}$ Stärke für die Abführung der Verlustwärme gewählt werden; dies entspricht einem thermischen Widerstand der Kühlungsvorrichtung von etwa $3,5 \text{ K/W}$.

Montage des Bauelementes:

Die Montagelasche der Schaltkreise ist elektrisch mit dem Mittelanschluß des Bauelements verbunden, darf jedoch nicht für die Stromzuführung benutzt werden.

Ein Abwinkeln der Anschlußfahnen für eine zweckentsprechende Montage in der Schaltung ist zulässig, wenn nachfolgende Bedingungen eingehalten sind:

- gehäusesseitiges Einspannen der Anschlüsse
- Abstand Gehäuse – Biegestelle $\geq 4 \text{ mm}$
- Biegeradius $\geq 1 \text{ mm}$
- Biegewinkel $\leq 90^\circ$.

4. Grenzkenngrößen – Kenngrößen

In den Tabellen 4.1. und 4.2. sind die Grenzkenngrößen der Spannungsregler IS B 3170 und B 3370 zusammengefaßt, die durch den Hersteller garantiert werden. Der Vereinfachung der Tabellen halber sind die Beträge der jeweiligen Ströme und Spannungen angegeben.

Achtung:

Durch den Anwender der Schaltkreise ist jedoch sicherzustellen, daß beim Schaltkreis B 3170 negative Ein-/Ausgangsspannungen und beim B 3370 positive Ein-/Ausgangsspannungen vermieden werden, um die Zerstörung der Schaltkreise zu vermeiden.

Tabelle 4.1.

Grenzkenngrößen B 3170/B 3370

1. Eingangs-, Ausgangs-
Spannungsdifferenz $|U_D| = 40 \text{ V}$
2. Verlustleistung $P_{tot} = 15 \text{ W}$
3. Sperrschichttemperatur $\vartheta_j = 150^\circ\text{C}$
4. innerer Wärmewiderstand $R_{thjc} = 4 \text{ K/W}$

Tabelle 4.2.

Kenngrößen B 3170/B 3370

1. Ausregelung der Eingangsspannung
 $|U_{i1}| = 21,3 \text{ V}$;
 $|U_{i2}| = 4,25 \text{ V}$; $|I_o| = 10 \text{ mA}$; $|\Delta U_o| \leq 25 \text{ mV}$
2. Lastausregelung
 $|U_i| = 4,25 \text{ V}$; $|I_{o1}| = 10 \text{ mA}$; $|I_{o2}| = 1 \text{ A}$
 $|\Delta U_{o1}| \leq 30 \text{ mV}$
 $|U_o| = U_{Ref}$
3. Einstellstrom
 $|I_{ADJ}| \leq 100 \mu\text{A}$
4. Referenzspannung
 $|U_i| = (4,25-21,3) \text{ V}$ \setminus $|U_{Ref}| = (1,2-1,3) \text{ V}$
 $|I_o| = 10 \text{ mA} - 1 \text{ A}$
5. Ausgangsstrom
 $|I_o| = (0,01-1,5) \text{ A}$
6. Ausgangskurzschlußstrom
 $|I_{ok}| = (1,6-3) \text{ A}$

5. Anwendungsbeispiele

Die nachfolgenden Beispiele sollen zeigen, daß durch geringfügige Abänderung der Grundschaltungen — Bilder 3 und 4 — bzw. deren Kombination eine Vielzahl von Aufgaben mit Hilfe der Spannungsregler IS B 3170 und B 3370 gelöst werden können. Im Gegensatz zu mit diskreten Halbleiterbauelementen aufgebauten Schaltungen kann der Aufwand beträchtlich verringert werden.

5.1. Einstellbare Gleichspannungsregler

Aus der Grundschaltung nach Bild 3 läßt sich durch Ausführung von R2 als Potentiometer eine Laborstromversorgung realisieren (Bild 5). Der Grundschaltung ist noch eine Gleichrichterbrücke und ein Ladekondensator hinzuzufügen. Die Eingangsspannung von $15\text{ V} \sim$ sollte nicht überschritten werden, um $U_{D\max} = 20\text{ V}$ im Einschalt- und Kurzschlußfall nicht zu überschreiten. Die Schaltung ist auf einen Minimallaststrom von $6,25\text{ mA}$ dimensioniert, um mit dem $2,2\text{ k}\Omega$ — Potentiometer den Spannungshub von $1,25\text{ V}$ auf 15 V Ausgangsspannung zu erreichen. Sollte die Schaltung bei ausgangsseitigem Leerlauf nicht funktionieren, ist gegebenenfalls ein zusätzlicher Vorlastwiderstand von $300\ \Omega$ (gestrichelt gezeichnet) anzuschalten (I_{\min} erhöhen!).

Wird eine Ausgangsspannung von $U_{\min} = 0\text{ V}$ gewünscht, ist ein IS B 3370 zusätzlich einzuschalten, der bei $R_2 = 0\ \Omega$ den Einstellanschluß auf $-1,25\text{ V}$ und damit U_0 des B 3170 auf etwa 0 V bringt (Bild 6). Für die gestrichelt gekennzeichneten Widerstände gilt das für Bild 5 gesagte. Für die Gleichrichter V 5 und V 6 können Typen mit geringer Strombelastbarkeit ausgewählt werden; sie sollten jedoch eine Spannungsfestigkeit von $U_R \approx 50\text{ V}$ besitzen.

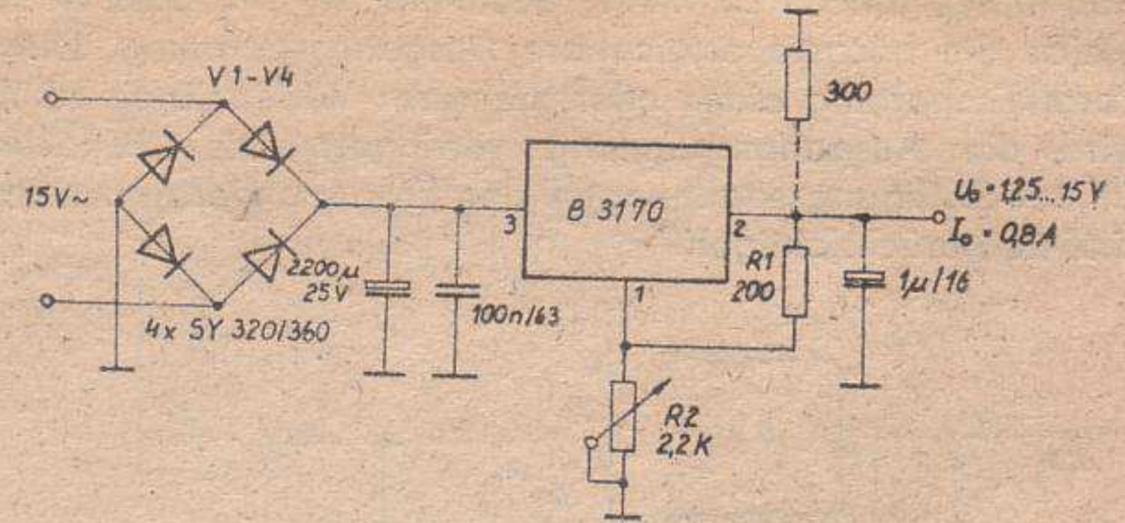


Bild 5 Einstellbarer Gleichspannungsregler

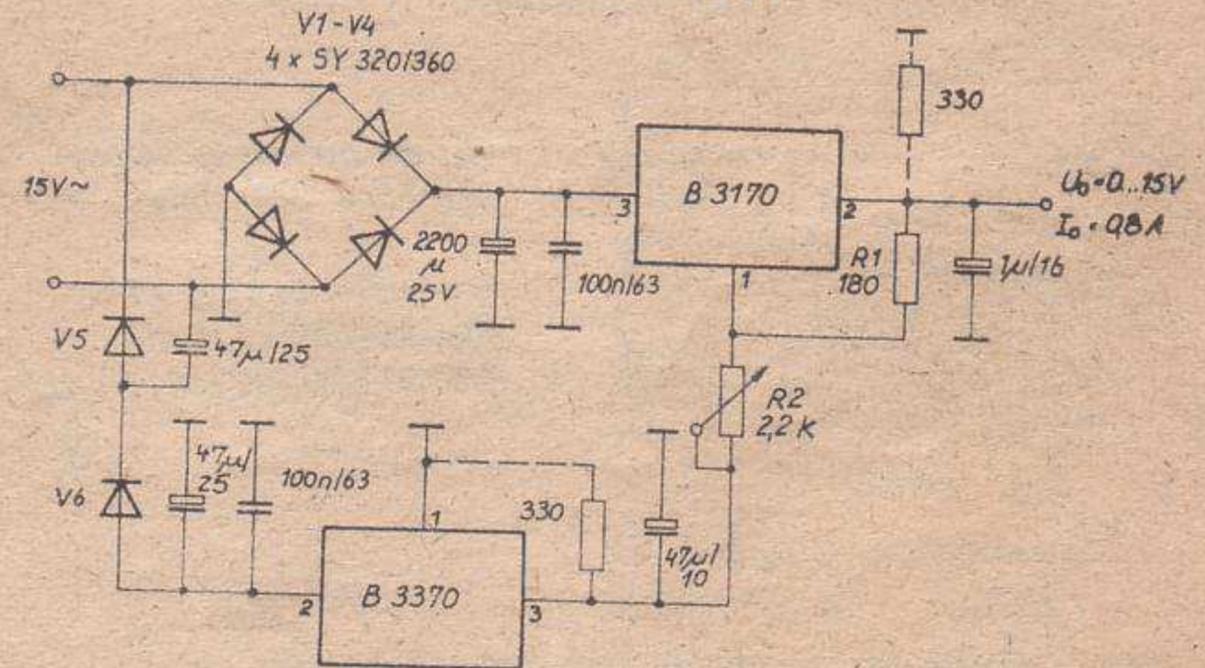


Bild 6 Einstellbarer Gleichspannungsregler ab 0 V bis $15\text{ V } U_0$

5.2. Digital fernprogrammierbare Spannungsquelle

Sind für bestimmte Aufgaben einschaltbare Spannungen erforderlich, kann das mit dem Schaltkreis B 3170 in einer Schaltungsanordnung nach Bild 7 erreicht werden. Sind die Transistoren VT1 — VT3 nicht angesteuert, stellt sich eine

Spannung, die durch R_1/R_{21} bestimmt ist, ein. Dies ist zugleich die höchste erreichbare Ausgangsspannung. Durch Parallelschaltung eines oder mehrerer Widerstände zu R_{21} wird die Ausgangsspannung verringert. Die Kollektor-Emitter-Sättigungsspannungen der Programmiertransistoren sind zu berücksichtigen.

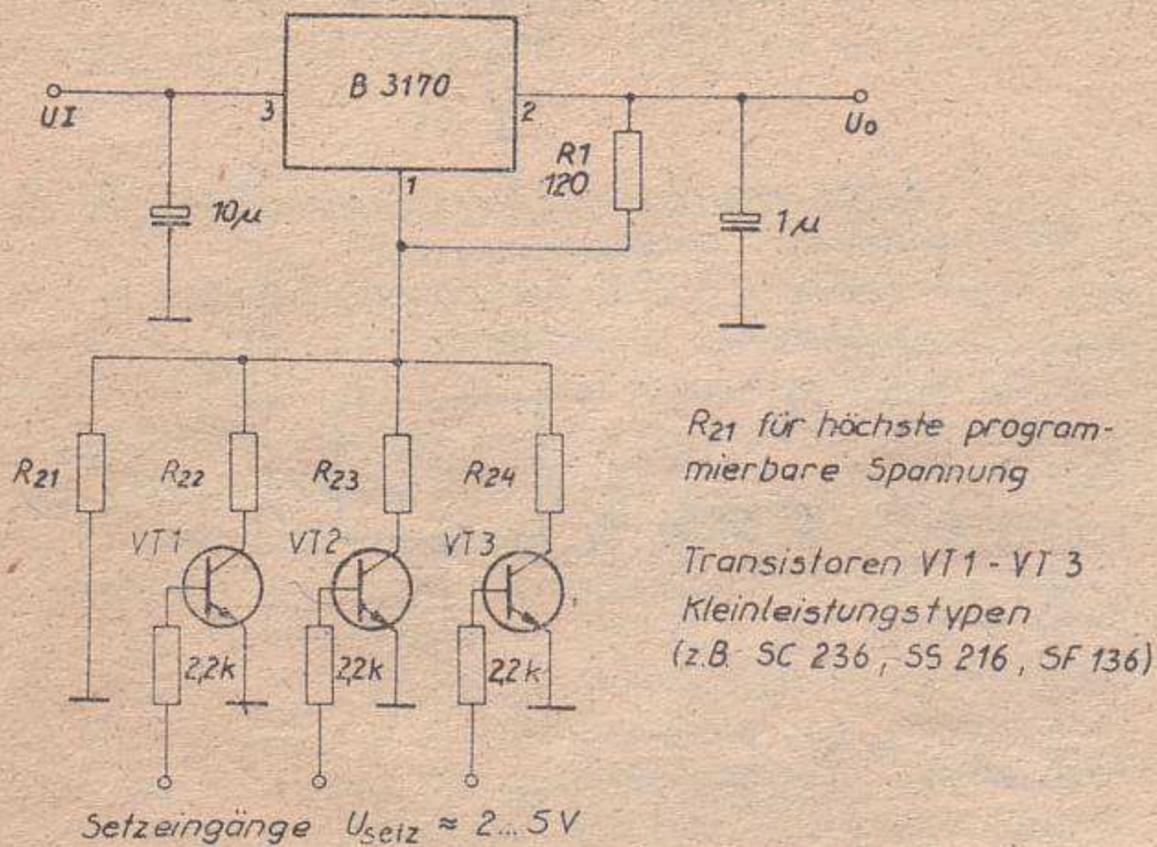
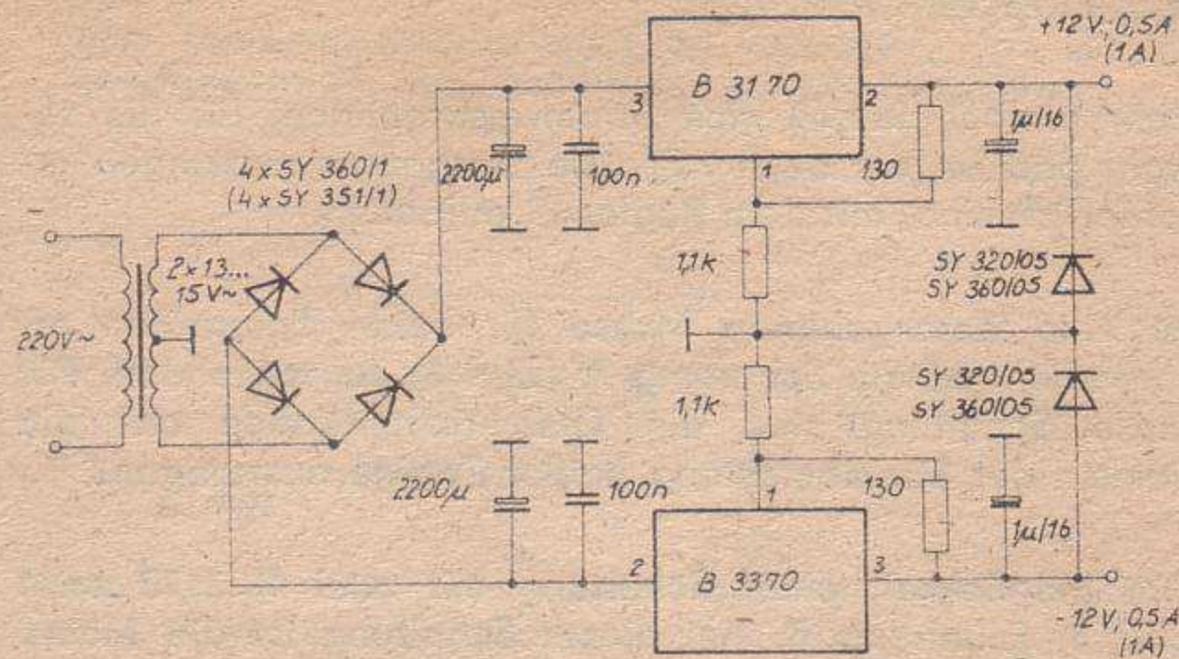
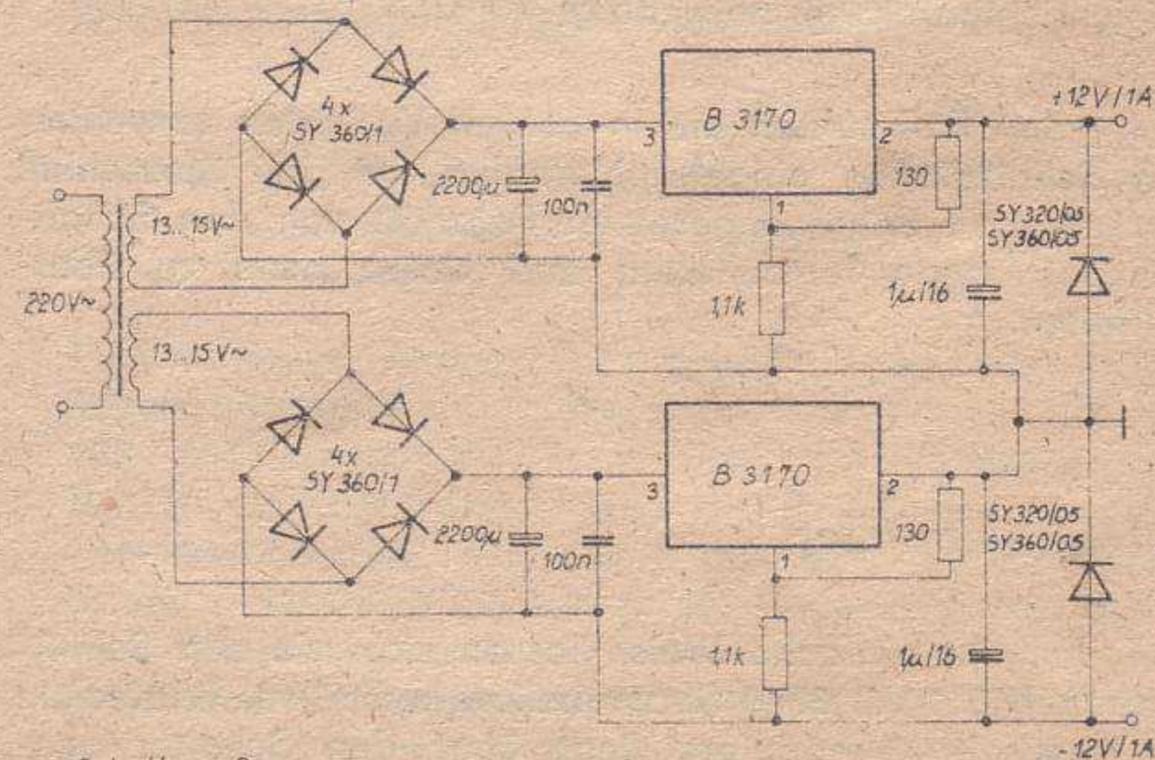


Bild 7 Digital fernprogrammierbare Spannungsquelle mit B 3170



Schaltung A



Schaltung B

Bild 8 Doppelnetzteile A: Realisierung mit B 3170 / B 3370
B: Realisierung mit zwei B 3170

5.3. Doppelnetzteile

Sehr einfach lassen sich Stromversorgungen, für die sowohl positive als auch negative Ausgangsspannungen erforderlich sind, mit dem Regler-LS aufbauen.

Ist eine durchgehende Masse für beide Polaritäten erforderlich, ist die Schaltung A (Bild 8) zu verwenden. Für diese Schaltung sind die Gleichrichterdioden auf die Summe der Strombelastung beider Zweige auszulegen.

Die Möglichkeit einer Schaltung mit zwei B 3170 zeigt Bild 8, Schaltung B. Bei dieser Schaltung ist die Masse nicht vom Trafo für beide Polaritäten durchgehend. Es sind außerdem zwei völlig getrennte Trafowicklungen und Gleichrichterbrücken notwendig.

Auf jeden Fall sollten die in beiden Varianten verwendeten Schutzdioden eingebaut werden, um bei Kurzschluß Spannungen entgegengesetzter Polarität von den Schaltkreisausgängen fernzuhalten und U_{Dmax} nicht zu überschreiten.

5.4. Stromquellen

Auf denkbar einfache Weise lassen sich mit den Schaltkreisen B 3170/B 3370 Stromquellen herstellen. Wie schon in Abschnitt 2 erläutert, liegt über den Schaltkreisanschlüssen Ausgang und ADJ stets die Referenzspannung des Bauelements. Über die Beziehung $I_0 = U_{Ref}/R$ ist mit einem einzigen Widerstand und dem Schaltkreis eine Stromquelle zu realisieren.

Besonders bei hohem Strom sind Widerstände mit kleinem Temperaturkoeffizienten zu verwenden, um die Temperaturstabilität der Schaltung zu gewährleisten.

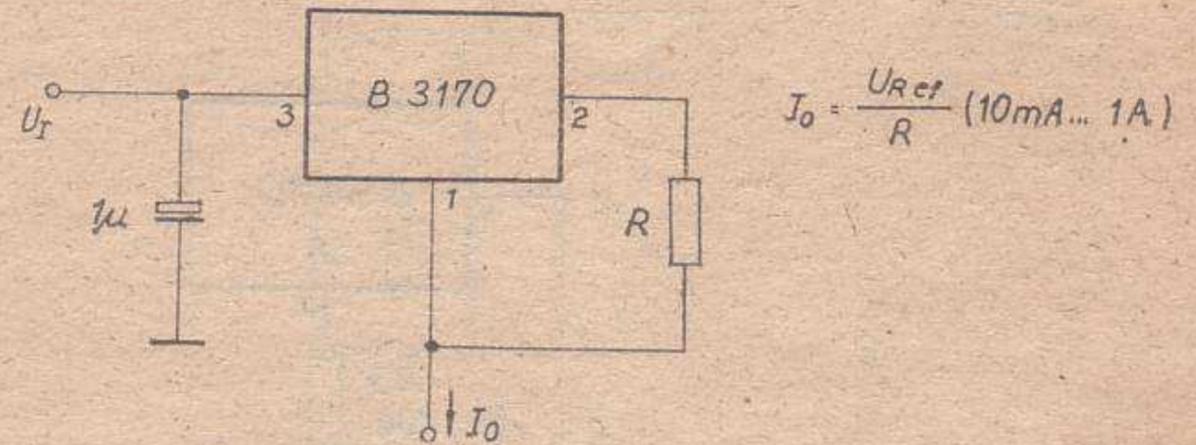


Bild 9 Konstantstromquelle mit B 3170

Eine stufenlos veränderliche Quelle kann man mit der Schaltungsanordnung nach Bild 10 aufbauen. Über das 100 Ω -Potentiometer kann dem Einstellanschluß des B 3170 (1) eine Vorspannung zwischen 0 und U_{Ref} gegeben werden und der damit aus der Quelle fließende Strom zwischen 0 und 1 A stufenlos verändert werden. Eine Feinjustierung des Stromes $I_0 = 0$ kann durch geringfügige Änderung von R_3 und die des Stromes $I_0 = I_{0max}$ durch Änderung von R_1 erzielt werden. Dieser Feinabgleich kann durch die Toleranzen der Referenzspannungen der Einzelexemplare notwendig werden. Die Hilfsspannungsquelle sollte für etwa 15 mA Belastbarkeit ausgelegt werden.

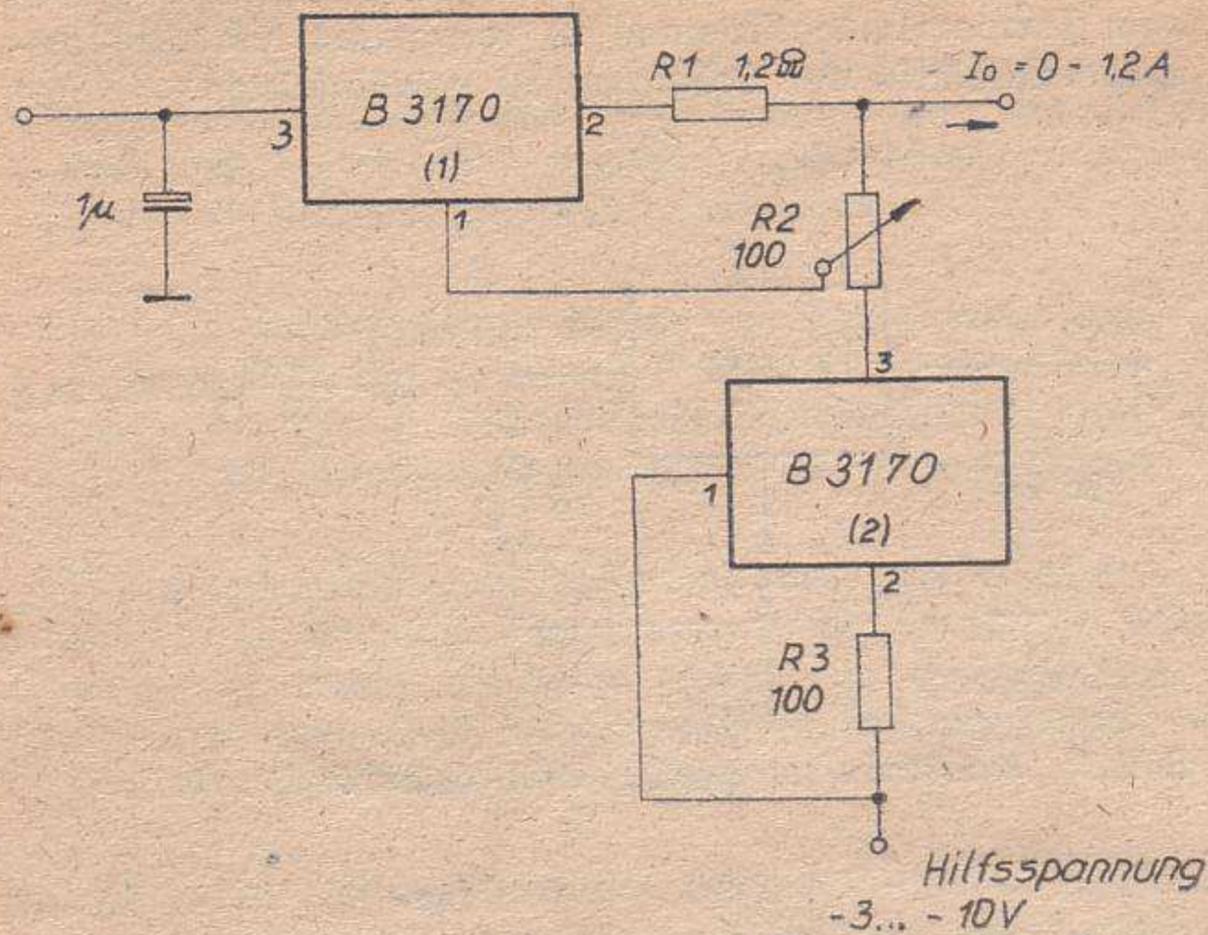


Bild 10 Einstellbare Stromquelle mit zwei B 3170

5.5. Netzteil mit Strombegrenzung

Ein Nachteil der in Abschnitt 5.1. vorgestellten Regelnetz-
teile als Experimentiernetzteil ist die mögliche Schwan-
kung des Ausgangskurzschlußstromes der Schaltung
zwischen 1,6 und 3 A.

Sowohl für die Dimensionierung des Netztrafos als auch
für das Experimentieren mit der Schaltung kann dies zu
Schwierigkeiten (Zerstörungsgefahr) führen. Zur Vermei-
dung dieses Nachteils können mit B 3170 aufgebaute
Stromquellen nach Abschnitt 5.4. vor die Konstanzspan-

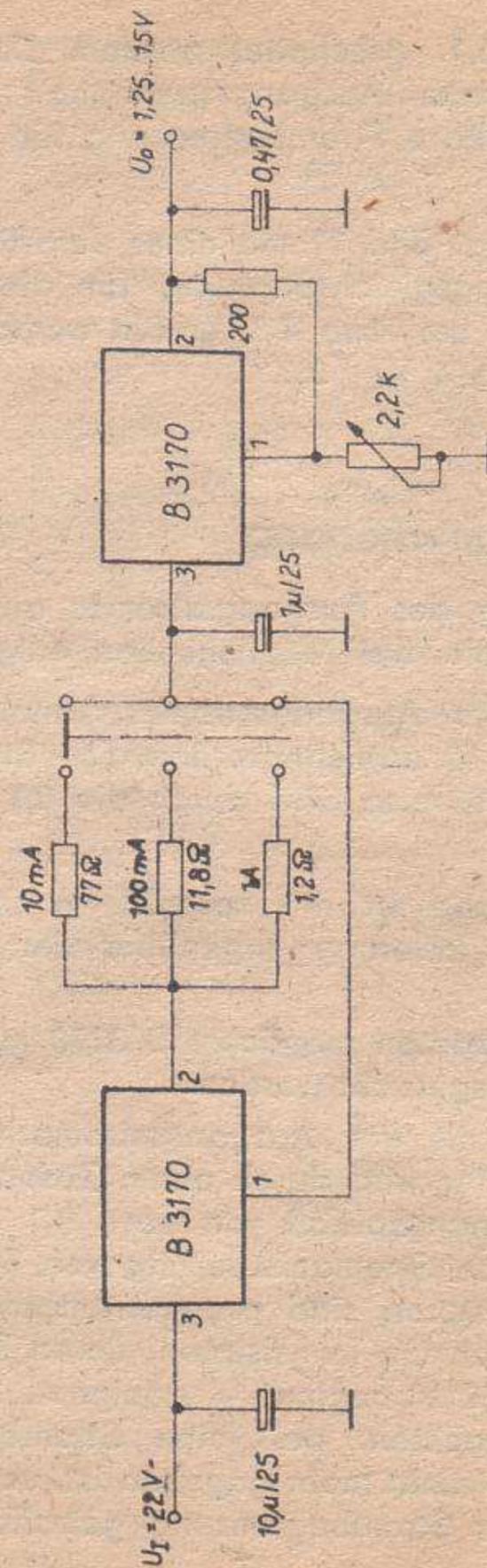


Bild 11 Netzteil mit stufenweise einstellbarer Strombegrenzung

nungsquellen nach 5.1. geschaltet werden. Damit kann sowohl eine konstante Ausgangsspannung als auch eine definiert einstellbare Strombegrenzung für das Netzteil erzielt werden.

Ein Schaltbeispiel zeigt Bild 11 mit einer derartigen Kombination. Die Eingangsspannung für die Gesamtschaltung muß dabei um etwa 4 V erhöht werden (Wechselspannungserhöhung $4 \sqrt{2}$).

5.6. Ausgangsstromerhöhung

Für die Vergrößerung des Ausgangsstromes auf $> 1,6 \text{ A}$ werden in diesem Heft zwei Möglichkeiten aufgezeigt.

Eine Verdopplung des Ausgangsstromes kann mit der Schaltung nach Bild 12 erreicht werden. Die Stromaufteilung auf beide Schaltkreise wird durch die $0,1 \Omega$ -Widerstände erzwungen.

Nachteil der Schaltung ist die vergrößerte Spannungsschwankung bei Laständerung gegenüber der Schaltung mit einem Schaltkreis.

Für diese Schaltung sollten möglichst B 3170 mit gleicher Referenzspannung ausgesucht werden.

Die zweite Möglichkeit der Ausgangsstromerhöhung ist in Bild 13 gezeigt. Hier wird durch einen Zusatztransistor, der bei einem Spannungsabfall von etwa $0,7 \text{ V}$ über R_3 Strom übernimmt, eine Stromaufstockung von I_0 realisierbar. Als Zusatztransistoren sind pnp-Leistungstransistoren — gegebenenfalls auch Ge-Transistoren, deren Stromübernahme bereits bei $0,2 \text{ V}$ beginnt — geeignet. Bei dieser Schaltung ist zu beachten, daß eine Strombegrenzung durch den Schaltkreis **nicht** mehr gegeben ist, und daß andere Maßnahmen zur Strombegrenzung getroffen werden müssen!

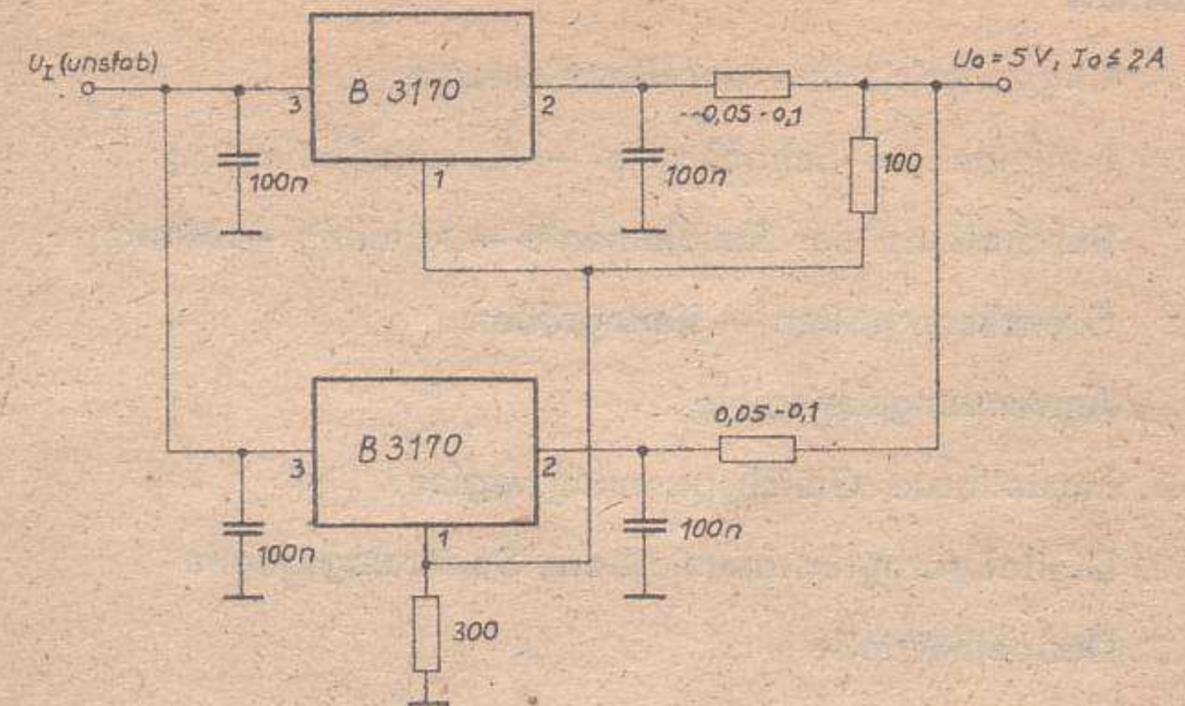


Bild 12 Stromaufstockung durch Parallelschaltung von zwei B 3170

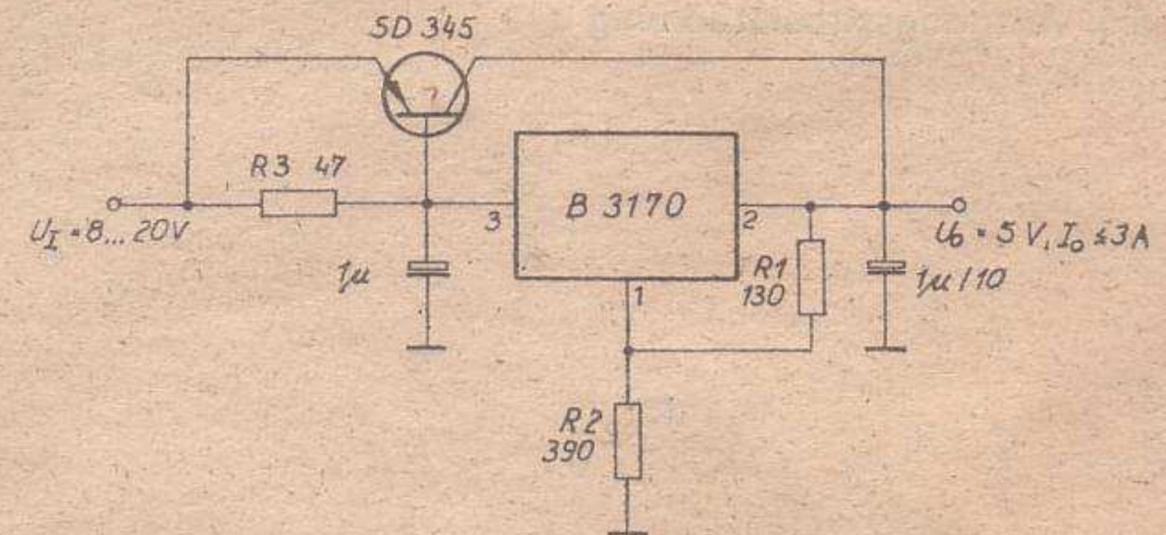


Bild 13 Stromaufstockung durch pull-up-Transistor

6. Stückliste

- 3 Stück B 3170 V
- 2 Stück B 3370 V

Inhalt

1. Charakterisierung der Bauelemente
2. Funktion der Schaltkreise — Anschlußbelegung
3. Beschaltung der Bauelemente — Kühlung — Montage
4. Grenzkenngrößen — Kenngrößen
5. Anwendungsbeispiele
 - 5.1. Einstellbare Gleichspannungsregler
 - 5.2. Digital fernprogrammierbare Spannungsquelle
 - 5.3. Doppelnetzteile
 - 5.4. Stromquellen
 - 5.5. Netzteil mit Strombegrenzung
 - 5.6. Ausgangstromerhöhung