

Spannungs-/Stromkonstanter

Ladegerät für Modellakkus

Die hier vorliegende Schaltung macht im Prinzip nichts anderes, als ein gutes Netzgerät (jedoch ohne Trafo und Gleichrichter). Mit zwei getrennten Reglern können Spannungen von 0 bis 20 V und Ströme von 0 bis 3 A eingestellt werden.

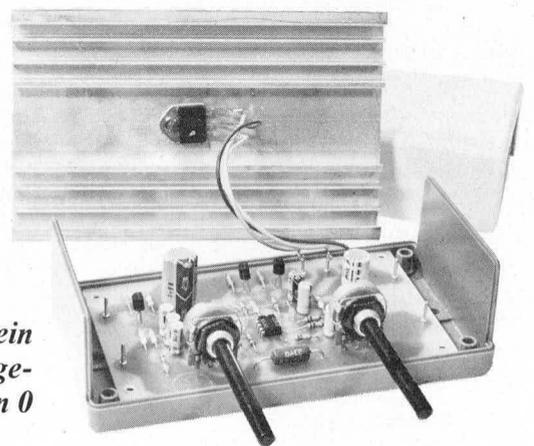
Wie bereits an anderer Stelle in dieser Ausgabe, in dem Artikel des transformatorlosen Gleichspannungsverdopplers angedeutet, eignet sich die hier vorliegende Schaltung besonders als Nachfolgeschaltung der vorgenannten, um z. B. Modellakkus o. ä. aus einem 12 V Autoakku zu laden.

Der besondere Vorzug dieser Schaltung, die selbstverständlich auch separat betrieben werden kann, liegt in dem besonders geringen Restspannungsabfall der Endstufe, wodurch es ermöglicht wird, die vorhandene Eingangsspannung nahezu optimal auszunutzen.

Mit dem Laden von Modellakkus sind die Anwendungsmöglichkeiten der hier vorgestellten Schaltung selbstverständlich keineswegs erschöpft.

Durch die ausgezeichnete Regelelektronik ist man in der Lage, Spannungen und Ströme getrennt voneinander einzustellen, wie bei einem guten Netzgerät.

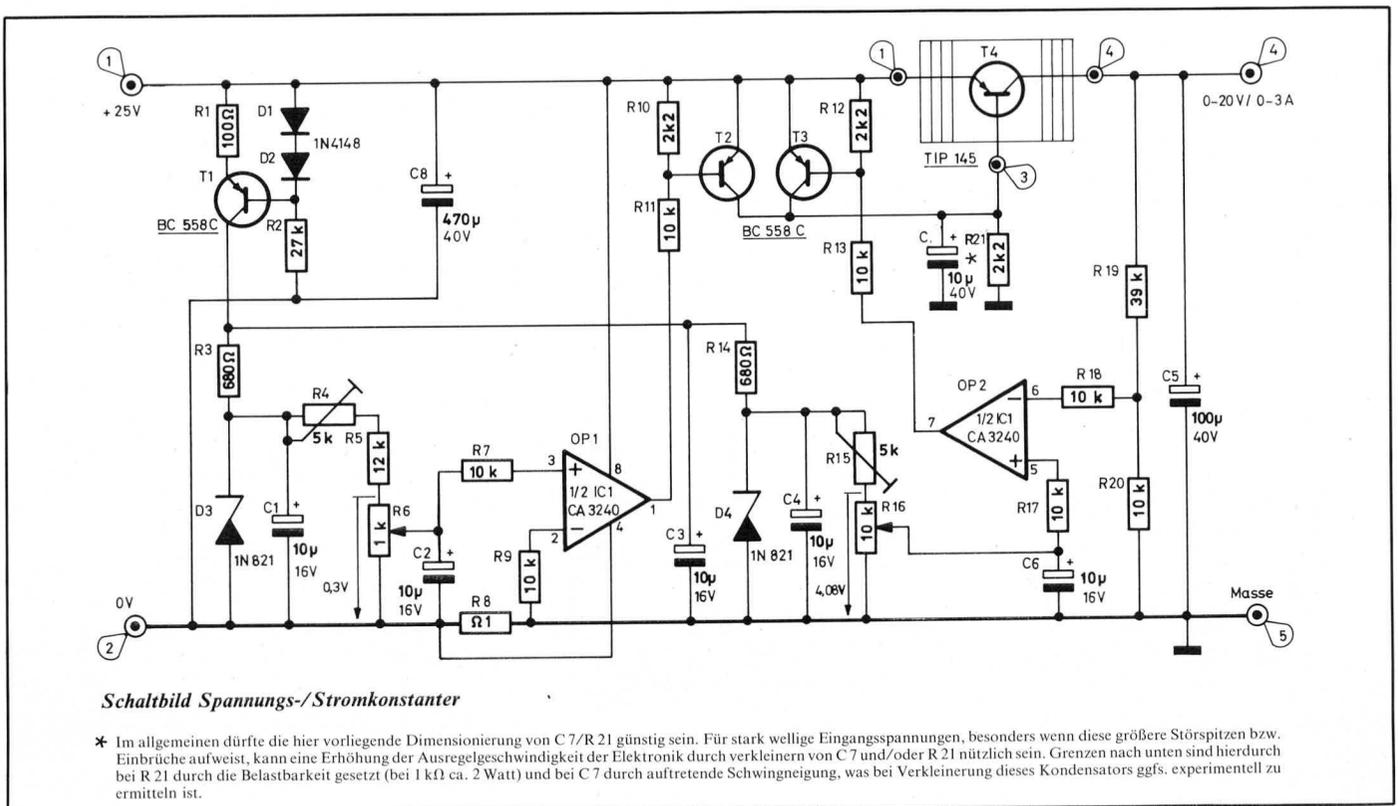
Wird die Schaltung als Nachfolgeschaltung zu dem transformatorlosen Gleichspannungsverdoppler betrieben, so lassen sich Ausgangsspannungen von 0 bis 20 V einstellen, während bei direktem Betrieb an der Autobatterie sich der Spannungsbereich von 0—10 V erstreckt, jeweils mit getrennt einstellbarem Ausgangsstrom.



Zur Schaltung

Die Endstufe, der sogenannte Längstransistor, wird in der vorliegenden Schaltung durch T4 dargestellt.

Durch die Basis-Emitter-Strecke dieses Transistors, sowie weiter über R21, fließt ein Strom.



Die Transistoren T 2 und T 3 liegen parallel zur Basis-Emitter-Strecke von T 4. Je nachdem wie T 2 und T 3 von den Operationsverstärkern OP 1 und OP 2 angesteuert werden, übernehmen sie einen Teil des Basis-Emitter-Stromes von T 4, so daß dieser dadurch gesteuert werden kann.

Die zur Ansteuerung von T 2 und T 3 nötigen Informationen werden wie folgt gewonnen:

Betrachten wir zunächst den Spannungs-konstanter, dessen Kernstück aus dem OP 2 besteht.

Der nicht invertierende (+) Eingang von OP 2 liegt auf einer mit R 16, zwischen 0 und 4,08 V einstellbaren Spannung.

Dem invertierenden (-) Eingang des gleichen Operationsverstärkers wird die mittels R 19 und R 20, durch 4,9 geteilte Ausgangsspannung zugeführt

$$\left(\frac{R 19 + R 20}{R 20} = 4,9\right).$$

Der Ausgang von OP 2 steuert über R 13 T 3 nun so an, daß dieser wiederum die Basis-Emitter-Strecke von T 4 soweit kurzschließt, daß sich die Ausgangsspannung der Schaltung 4,9 x größer ergibt, als die mit R 16 am + Eingang von OP 2 eingestellte.

Weicht die Ausgangsspannung durch Laständerung von ihrem Sollwert ab, wird dies sofort von OP 2 registriert, der dann über T 3 und T 4 eine Ausregelung vornimmt, so daß die gewünschte Spannung wieder hergestellt ist.

Da dieser Regelungsvorgang sehr schnell und präzise durchgeführt wird, ist die Schwankung der Ausgangsspannung fast 0.

Bevor wir die Erzeugung der Referenz-

spannungen besprechen, wollen wir den Stromkonstanter erläutern.

Das Kernstück wird hier durch den Operationsverstärker OP 1 dargestellt. Mit R 6 läßt sich eine Spannung zwischen 0 und 0,3 V, über R 7 auf den nicht invertierenden (+) Eingang dieses Operationsverstärkers geben.

Der Ausgang von OP 1 steuert über T 2 den Endstufentransistor T 4 so an, daß ein entsprechender Ausgangsstrom fließt, der dann auch durch R 8 fließt und hier einen Spannungsabfall hervorruft, der dem mit R 6 eingestellten entspricht.

Der maximal einstellbare Ausgangsstrom ergibt sich nach der Formel:

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R 8} = \frac{0,3 \text{ V}}{0,1 \Omega} = 3 \text{ A}$$

Kommen wir nun zu der Erzeugung der beiden notwendigen Referenzspannungen von 0,3 V und 4,08 V.

Mit T 1 ist in Zusammenhang mit D 1/D 2, C 8 sowie R 1 und R 2 eine Konstantstromquelle aufgebaut, die einen Strom von ca. 7 mA, unabhängig von der Eingangsspannung, liefert und diesen in erster Näherung je zur Hälfte über R 3 und D 3, sowie über R 14 und D 4, einspeist.

Für D 3 und D 4 kommen temperaturkompensierte Z-Dioden zur Anwendung, die eine Spannung von ca. 6 V aufweisen.

Man könnte diese auch durch „normale“ ZPD 5,6 ersetzen, wodurch sich aber sowohl die Ausgangsspannung als auch der Ausgangsstrom mit der Temperatur mehr oder weniger stark ändern würde. Da die eigentliche Regelelektronik sehr gut ist und die temperaturkompensierten Z-Dioden vom Preis her akzeptabel geworden sind, sollte man den hochwertigen Charakter der Gesamtschaltung jedoch beibehalten.

Die Einstellung von R 4 und R 15 nimmt man wie folgt vor:

Der Ausgang der Schaltung wird mit einem Amperemeter mit mindestens 3 A Vollausschlag beschaltet.

R 6 wird voll aufgedreht und mit R 4 der max. Ausgangsstrom von 3 A eingestellt. Nun läßt sich mit R 6 der Ausgangsstrom von 0 bis 3 A regeln.

Zur Einstellung der max. Ausgangsspannung wird zunächst das Amperemeter entfernt und durch ein Voltmeter mit mindestens 20 V Vollausschlag ersetzt. Nachdem R 16 voll aufgedreht wurde, stellt man mit R 15 die gewünschte max. Ausgangsspannung von 20 V ein, wobei sich am oberen Anschlußpunkt von R 16 die eingetragene Spannung von ca. 4,08 V ergeben muß (gemessen nach Masse).

Mit der vorliegenden Schaltung lassen sich auch andere Ausgangsspannungen, die alle zwischen 0 V und Maximum einstellbar sind, realisieren.

Hierzu ist dann lediglich R 19 auszutauschen und zwar nach folgender Tabelle:

gewünschte maximale Ausgangsspannung	Wert für R 19
10 V	15 kΩ
12 V	20 kΩ
15 V	27 kΩ
18 V	33 kΩ
20 V	39 kΩ
24 V	47 kΩ
25 V	47 kΩ
30 V	56 kΩ

Mit R 15 wird, jeweils bei voll aufgedrehtem Spannungseinstellpoti R 16, der exakte Wert für die gewünschte max. Ausgangsspannung eingestellt.

Die max. zulässige Eingangsspannung wird durch die zulässige Versorgungsspannung des IC 1 begrenzt und darf 35 V nicht überschreiten.

Besonders wichtig ist noch zu beachten, daß die max. zulässige Verlustleistung P_V für T 4 nicht überschritten wird (darf nicht zu heiß werden), die im vorliegenden Fall bei ca. 50 W liegt ($P_V = U_{CC} \cdot I_C$).

Zum Nachbau

Bis auf die beiden Potis R 6 und R 16 für die Strom und Spannungseinstellung, sowie den Endstufentransistor T 4 befinden sich sämtliche Bauelemente auf der Platine, so daß der Nachbau ohne Schwierigkeiten durchzuführen ist, hält man sich genau an den Bestückungsplan.

In gewohnter Weise werden zunächst die Lötstifte, Widerstände, Kondensatoren usw. eingelötet, um dann als letztes das IC 1 einzufügen.

Die Speisung der Schaltung erfolgt entweder durch den transformatorlosen Gleichspannungsverdoppler, oder direkt durch einen Autoakku, sofern man mit einer geringeren Ausgangsspannung (ca. 10 V) zufriedener ist.

Als weitere Möglichkeit bietet sich an, diese Schaltung an einen Netztrafo mit nachgeschaltetem Brückengleichrichter und Siebelko „zu hängen“.

Der mögliche Ausgangsstrom ist hierbei ca. 20 % kleiner, als der max. Trafostrom.

Die max. Ausgangsspannung ermittelt man zweckmäßiger Weise experimentell, indem man den Trafo mit Brückengleichrichter und Siebelko mit einem 1,5 fachen Strom belastet, als der später gewünschte max. Ausgangsstrom der Gesamtschaltung.

Die bei dieser Belastung über dem Siebelko gemessene Gleichspannung kann näherungsweise als spätere, maximale mögliche Ausgangsspannung der Gesamtschaltung angenommen und beim späteren Abgleich der Schaltung mit R 15 eingestellt werden.

Die Größe des benötigten Siebelkos kann näherungsweise aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

maximaler Ausgangsstrom I	Siebelko C
0,5 A	1000 μ F
1 A	2200 μ F
2 A	4700 μ F
3 A	10 000 μ F
5 A	10 000 μ F

Die Spannungsfestigkeit des Siebelkos sollte mindestens 20 % größer sein, als die tatsächlich an ihm anstehende größtmögliche Spannung (im Leerlauf). Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Nachbau und späteren Einsatz dieser vielseitig verwendbaren Schaltung.

Stückliste: Spannungs-Stromkonstanter (Ladegerät für Modellakkus)

Halbleiter

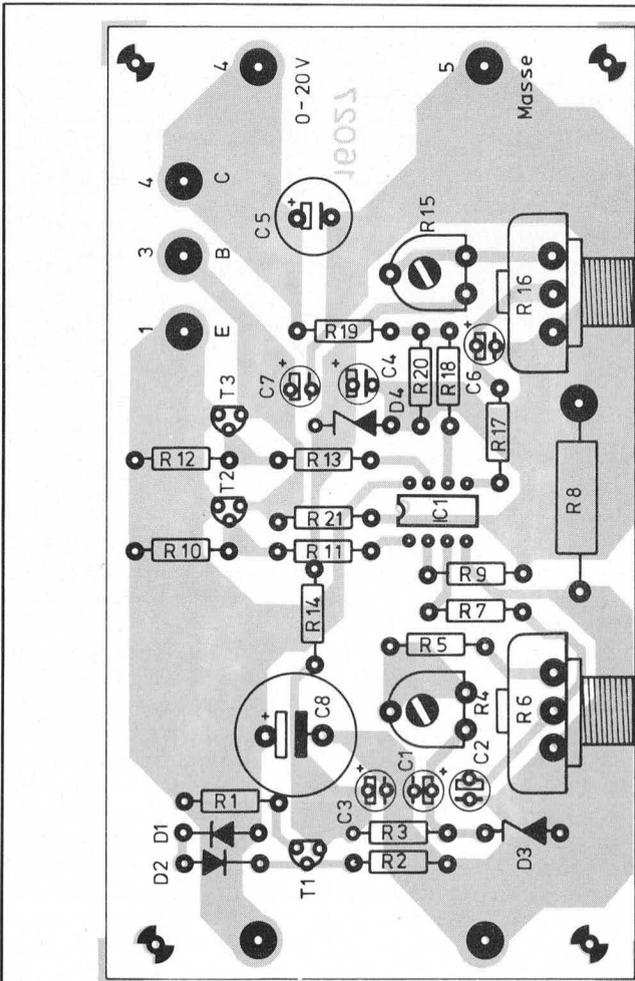
IC 1	CA 3240
T 1-T 3	BC 558 C
T 4	TIP 145
D 1, D 2	1N 4148
D 3, D 4	1N 821

Kondensatoren

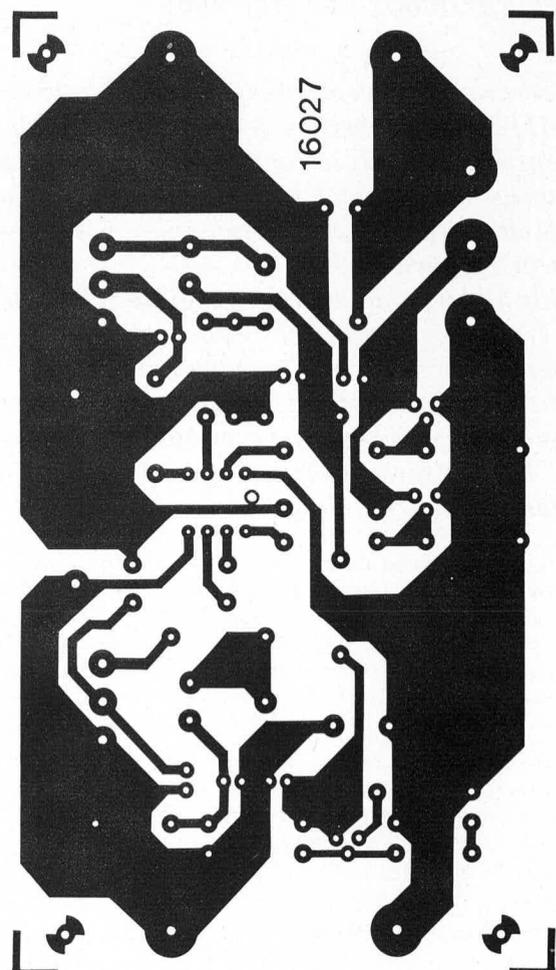
C 1-C 4	10 μ F/16 V
C 5	100 μ F/40 V
C 6	10 μ F/16 V
C 7	10 μ F/40 V
C 8	470 μ F/40 V

Widerstände

R 1	100 Ω
R 2	27 k Ω
R 3	680 Ω
R 4	5 k Ω , Trimmer
R 5	12 k Ω
R 6	1 k Ω , Poti, Lin, 6 mm Achse
R 7	10 k Ω
R 8	0,1 Ω /4 Watt, Meßwiderstand, 0,5%
R 9, R 11, R 13	10 k Ω
R 10, R 12, R 21	2,2 k Ω
R 14	680 Ω
R 15	5 k Ω , Trimmer
R 16	10 k Ω , Poti, Lin, 6 mm Achse
R 17, R 18	10 k Ω
R 19	39 k Ω
R 20	10 k Ω



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine