

ELV-Serie

Modelleisenbahn-Elektronik

Elektronische Dauer-Zugbeleuchtung DZB 50



Bei den besonderen Extras einer jeden Modellbahnanlage dürfte wohl die Dauerzugbeleuchtung mit an erster Stelle stehen.

Mit der hier vorgestellten Schaltung ist es möglich, die Beleuchtung der Züge unabhängig von der Fahrspannung zu regeln, so daß selbst bei stehenden Zügen eine einwandfreie Beleuchtung möglich ist.

Allgemeines

Die hier vorgestellte Schaltung für eine NF-Dauer-Zugbeleuchtung dürfte wohl zu den elegantesten und universellsten Möglichkeiten zählen, die Züge auf einer Modellbahnanlage, unabhängig von der Fahrspannung zu beleuchten.

Über einen leistungsfähigen NF-Generator wird der Fahrstrom „moduliert“, so daß über denselben Stromkreis die Versorgung der Zugbeleuchtung erfolgen kann (also auch im Stand).

Die im ELV-Labor entwickelte Schaltung ist so komplett, daß nur noch das Fahrpult angeschlossen zu werden braucht, da selbst die zur Entkoppelung von der Gleichspannung erforderliche Drossel ebenfalls auf der Platine Platz findet.

Daß die Schaltung ein eigenes, auf die große Leistung zugeschnittenes Netzteil mit Netztrafo besitzt, ist für ständige ELV-Leser sicher selbstverständlich.

Zu guter Letzt soll nicht unerwähnt bleiben, daß auch für diese Schaltung ein passendes Gehäuse zur Verfügung steht, das im Design zu dem in unseren Ausgaben 17 und 18 beschriebenen Luxusmodellbahnnetzgerät paßt.

Zur Schaltung

Im wesentlichen besteht die Schaltung aus drei Baugruppen:

1. Stromversorgung
2. Erzeugung des 15 kHz-Sinus-Signals
3. Leistungsverstärkung

Die Versorgung der gesamten Schaltung erfolgt über den Netztransformator TR 1 in Zusammenhang mit dem Brückengleichrichter BG 1 sowie den Kondensatoren C 1 und C 2.

Die Erzeugung des 15 kHz-Sinus-Signals geschieht mit Hilfe des Transistors T 1 in Verbindung mit den Widerständen R 1 bis R 7 und den Kondensatoren C 3 bis C 7.

Mit R1/C3 wird die Versorgungsspannung gesiebt und geglättet, damit der eigentliche Sinus-Generator, von auf der Versorgungsspannung befindlichen Störeinflüssen weitgehend unabhängig gemacht wird.

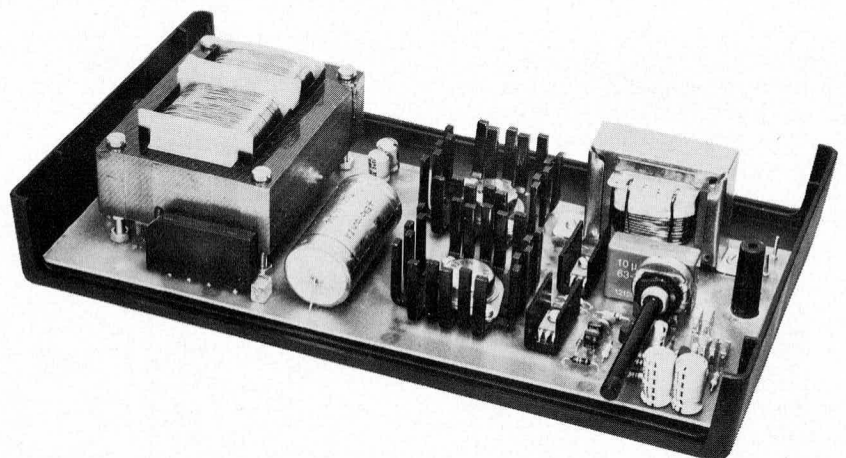
Die R-C-Kombinationen C 4/R 4, C 5/R 5

sowie C 6/R 6 stellen dreimal 60 Grad Phasenschieber (also zusammen 180 Grad) dar, die im Rückkopplungsweig des Transistors T 1 liegen (vom Kollektor von T 1 über R 3 auf die Basis von T 1).

Am Kollektor von T 1 wird das Sinus-Signal über den Kondensator C 7 ausgekoppelt und auf das Potentiometer P 1 gegeben, mit dessen Hilfe dann später die Größe der Ausgangsspannung und damit die Helligkeit geregelt werden kann.

Technische Daten der ELV-Dauerzugbeleuchtung DZB 50

| | |
|-------------------|--|
| Spitzenleistung: | 50 W |
| Dauerleistung: | 40 W |
| Frequenzbereich: | ca. 15 kHz |
| Ausgangsspannung: | 0 – ca. 12 V _{eff} (stufenlos einstellbar) |



Ansicht der in die untere Gehäusehalbschale eingesetzten bestückten Platine der elektronischen Dauer-Zugbeleuchtung DZB 50

Mit dem Widerstand R 7 wird der Arbeitspunkt des Transistors T 1 festgelegt. Die Dimensionierung von R 7 ist normalerweise unkritisch, kann jedoch bei nicht einwandfreiem Arbeiten des Sinus-Generators geringfügig nach oben oder unten verändert werden.

Der Leistungsverstärker besteht aus den Transistoren T 2 bis T 10, mit entsprechender Zusatzbeschaltung, wobei sich der Verstärkungsfaktor aus dem Verhältnis der Widerstände R 15/R 10 ergibt. Wird R 10 verkleinert, so erhöht sich die Verstärkung, während bei vergrößern von R 10 der Verstärkungsfaktor sinkt.

Eine Vergrößerung von R 10 (z. B. auf 18 k Ω) wäre angebracht, wenn bereits im ersten Drittel des Drehbereichs von P 1 die maximale Ausgangsspannung erreicht würde. Nach der Änderung (R 10 auf 18 k Ω) kann die Helligkeit dann in einem größeren Drehbereich von P 1 geregelt werden (Vollaussteuerung erst im letzten Drittel von P 1).

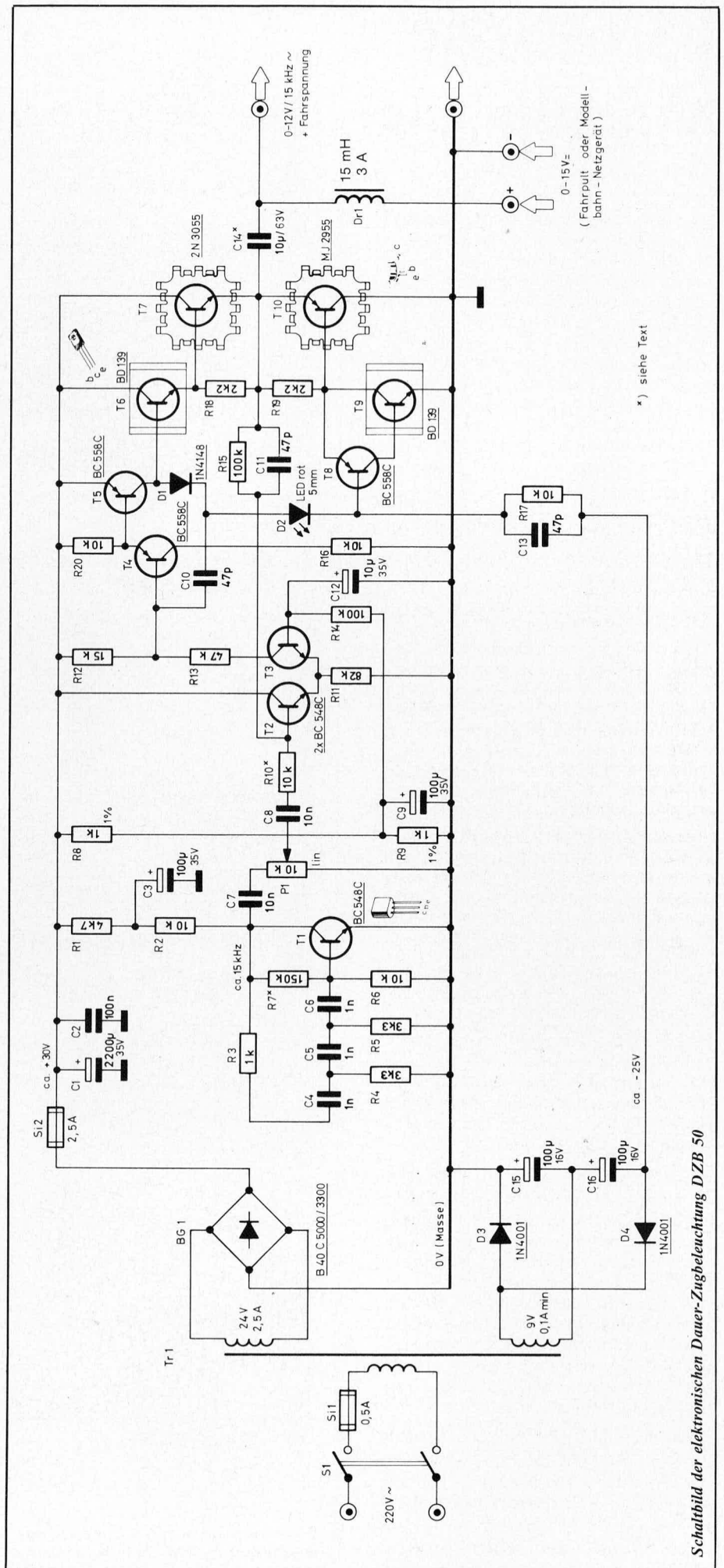
Über C 8/R 10 wird das vom Generator kommende Sinus-Signal auf den linken Eingang des aus T 2 und T 3 bestehenden Differenzverstärkers gegeben, dessen Besonderheit in einer Ausgangsrückkopplung (R 15/C 11) besteht, mit deren Hilfe ein sehr exakter Ausgangsspannungsmittelpunkt erreicht wird, der bei der halben Versorgungsspannung liegt und sich automatisch Versorgungsspannungsschwankungen, seien es Netzspannungsschwankungen oder Laständerungen, anpaßt.

Festgelegt wird der eben beschriebene Mittelpunkt über die Widerstände R 8/R 9 (deshalb unbedingt 1%ige Widerstände) und den Siebkondensator C 9. Über R 14 gelangt die so erzeugte Spannung auf den rechten Eingang des Differenzverstärkers (Basis von T 3), wobei C 12 einer weiteren Glättung dient.

Der Ausgang des Differenzverstärkers steuert über die Widerstände R 12/R 13 die Basis von T 4, der wiederum den Endstufentreiber T 5 ansteuert.

Die eigentliche Leistungsendstufe besteht aus den Transistoren T 7 und T 10, mit den Treibertransistoren T 6 und T 9, sowie dem für die untere Hälfte erforderlichen Anpassungstransistor T 8. Wichtig ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß sich der Transistor MJ 2955 (T 10) unbedingt im Gehäuse TO 3 befinden muß, was für den Transistor 2N 3055 selbstverständlich ist (T 10 gibt es nämlich auch unter der leicht verwechselbaren Bezeichnung MJE 2955, in einem anderen Gehäuse).

Damit die Endstufe möglichst optimal ausgenutzt werden kann, was dadurch gekennzeichnet ist, daß die Endtransistoren bis nahe an die Versorgungsspannungsgrenze heran durchgesteuert werden können, ist es erforderlich, den Widerstand R 17, mit parallel geschaltetem Kondensator C 13, nicht wie sonst üblich, nach Masse zu schalten, sondern auf eine ausreichend große negative Versorgungsspannung zu legen (hier ca. -25 V). Durch diese Maßnahme wird ein hinreichend schnelles, den 15 kHz entsprechendes, vollständiges Durchsteuern von T 8 und damit von T 9 und T 10 erreicht, wodurch sich die



*) siehe Text

Schaltbild der elektronischen Dauer-Zugbeleuchtung D ZB 50

Verlustleistung bei Vollaussteuerung des Transistors T 10 stark vermindert und die Gesamtausgangsleistung entsprechend erhöht.

Für die obere Hälfte der Leistungsendstufe (T 6/T 7) ist diese Maßnahme nicht erforderlich, da über T 5 auch T 6 und T 7 nahezu vollständig durchgesteuert werden können.

Das wie vorstehend beschriebene, verstärkte 15 kHz-Sinus-Signal wird über den Kondensator C 14 ausgekoppelt, wobei in diesem Zusammenhang besonders darauf hingewiesen wird, daß es sich bei dem Kondensator C 14 um einen „echten“ Kondensator handeln muß, da dieser der vollen Wechselspannung ausgesetzt ist. Ein Elektrolytkondensator würde sofort zerstört werden, und selbst ein ungepolder Elektrolytkondensator würde aufgrund seiner hohen Verluste und der damit verbundenen termischen Erwärmung nach kürzester Zeit seine Funktion versagen.

Am Ausgang steht nun das mit P 1 regelbare 15 kHz-Sinus-Signal an, das zur Versorgung der Beleuchtung der Modelleisenbahn geeignet ist.

Abweichungen von den 15 kHz spielen nur eine untergeordnete Rolle, wobei zu große Abweichungen nach unten möglichst vermieden werden sollten, nach oben hin, technisch gesehen zum Teil sogar günstig sind, wobei hier jedoch teilweise postalische Bestimmungen entgegenstehen. Die von uns angegebene Dimensionierung der Bauelemente dürfte aber wohl auch bei dieser Schaltung ein Optimum darstellen.

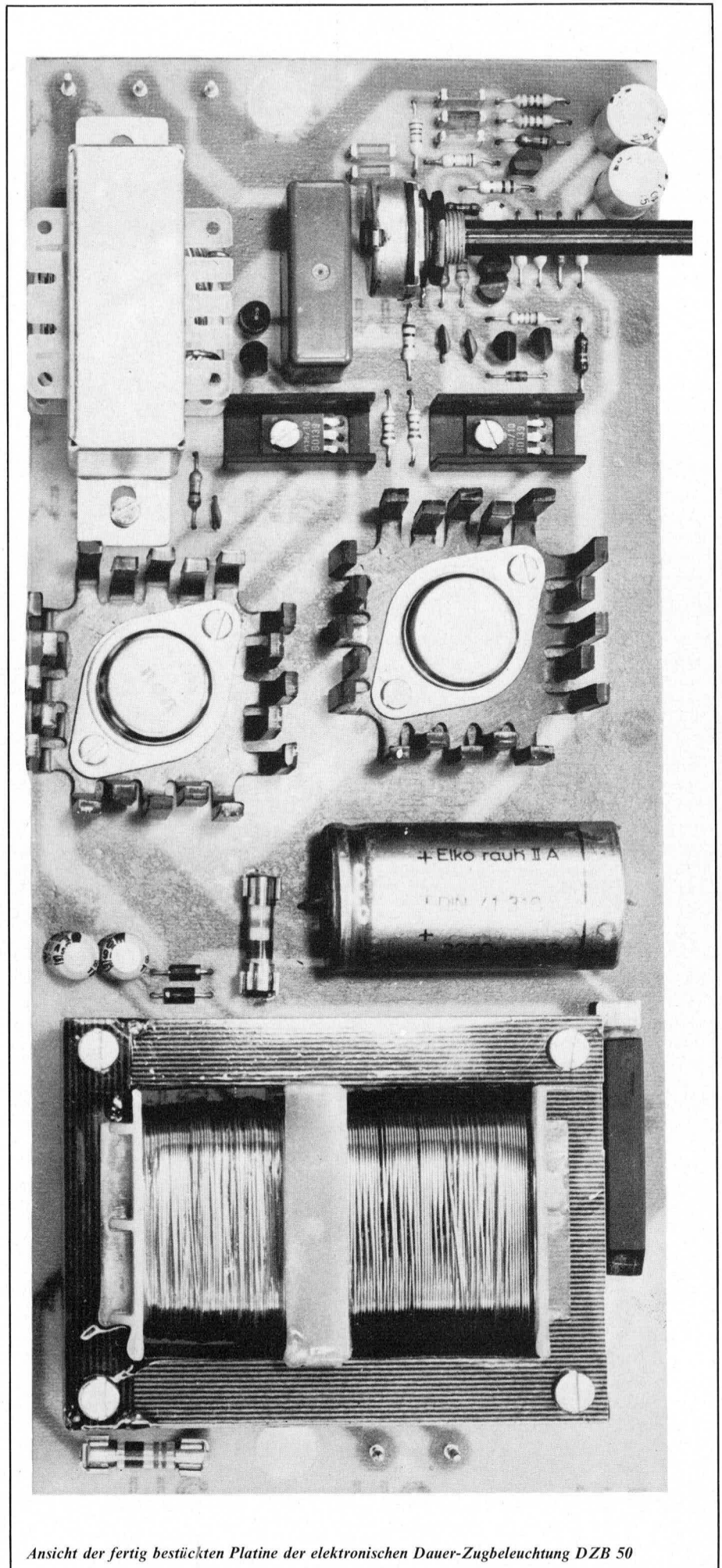
Damit nun der Fahrstrom auf das gleiche Leitungsnetz gegeben werden kann, ist die Drossel DR 1 erforderlich, die eine Entkoppelung der 15 kHz-Dauerzugbeleuchtung von der Gleichspannung des Fahrpulses vornimmt, so daß sowohl Fahrpult als auch Dauerzugbeleuchtung an dasselbe Schienennetz angeschlossen sind. Zu beachten ist, daß die Drossel DR 1 ihre Induktivität von ca. 15 mH auch bei der Strombelastung von 3 A behält und nicht etwa in die Sättigung geht, was einen starken Rückgang der Induktivität zur Folge hätte. Die von uns eingesetzte Drossel erfüllt selbstverständlich diese Anforderungen.

Zum Nachbau

Durch ausgereifte Schaltungstechnik in Verbindung mit einem hochwertigen Layout der Platine ist es auch bei dieser Schaltung gelungen, eine hohe Nachbausicherheit zu erreichen, zumal auf den Einsatz von empfindlichen Bauelementen vollständig verzichtet werden konnte — es wurden z. B. keine ICs eingesetzt. Daß außerdem sämtliche Bauelemente, bis auf den Netzschalter, auf einer einzigen Platine untergebracht werden konnten, dürfte den Nachbau sicherlich weiter vereinfachen.

Zunächst werden die Widerstände, dann die Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Weise eingelötet, wobei die Polung bei den Elektrolytkondensatoren und Dioden beachtet werden muß.

Beim Anschluß des Netzkabels, sowie überhaupt beim Aufbau und Umgang mit



Ansicht der fertig bestückten Platine der elektronischen Dauer-Zugbeleuchtung DZB 50

Stückliste:
NF-Dauerzugbeleuchtung
DZB 50

Halbleiter

| | |
|------------|------------------|
| T1-T3 | BC 548 C |
| T4, T5, T8 | BC 558 C |
| T6, T9 | BD 139 |
| T7 | 2 N 3055 |
| T10 | MJ 2955 |
| D1 | 1 N 4148 |
| D2 | LED rot, 5 mm |
| D3, D4 | 1 N 4001 |
| BG1 | B 40 C 5000/3300 |

Brückengleichrichter

Kondensatoren

| | |
|----------|----------------------|
| C1 | 2200 μ F/35 V |
| C2 | 100 nF |
| C3 | 100 μ F/35 V |
| C4-C6 | 1 nF |
| C7, C8 | 10 nF |
| C9 | 100 μ F/35 V |
| C10, C11 | 47 pF |
| C12 | 10 μ F/35 V |
| C13 | 47 pF |
| C14* | 10 μ F/63 V |
| | „echter“ Kondensator |
| C15, C16 | 100 μ F/16 V |

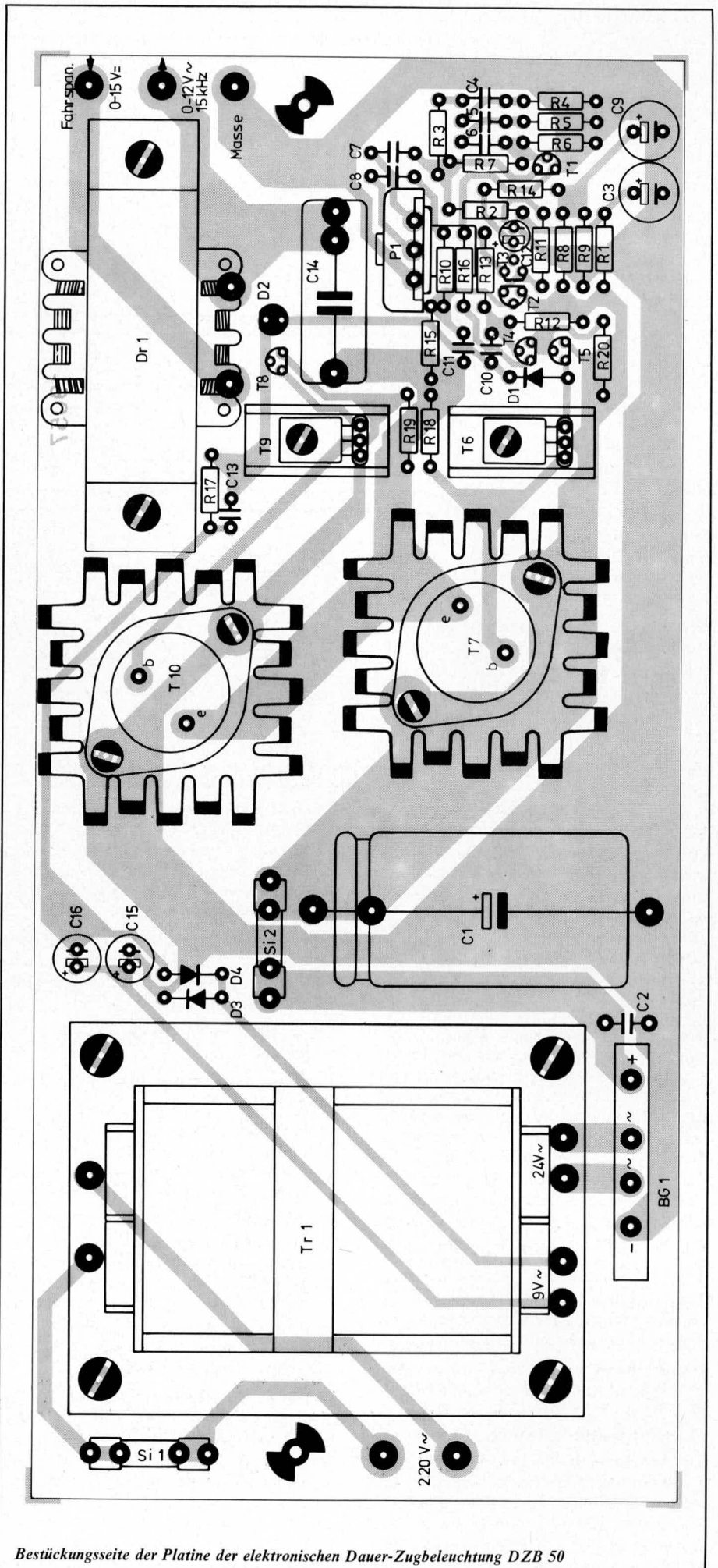
Widerstände

| | |
|----------|----------------|
| R1 | 4,7 k Ω |
| R2 | 10 k Ω |
| R3 | 1 k Ω |
| R4, R5 | 3,3 k Ω |
| R6 | 10 k Ω |
| R7* | 150 k Ω |
| R8, R9 | 1 k Ω |
| R10* | 10 k Ω |
| R11 | 82 k Ω |
| R12 | 15 k Ω |
| R13 | 47 k Ω |
| R14, R15 | 100 k Ω |
| R16, R17 | 10 k Ω |
| R18, R19 | 2,2 k Ω |
| R20 | 10 k Ω |

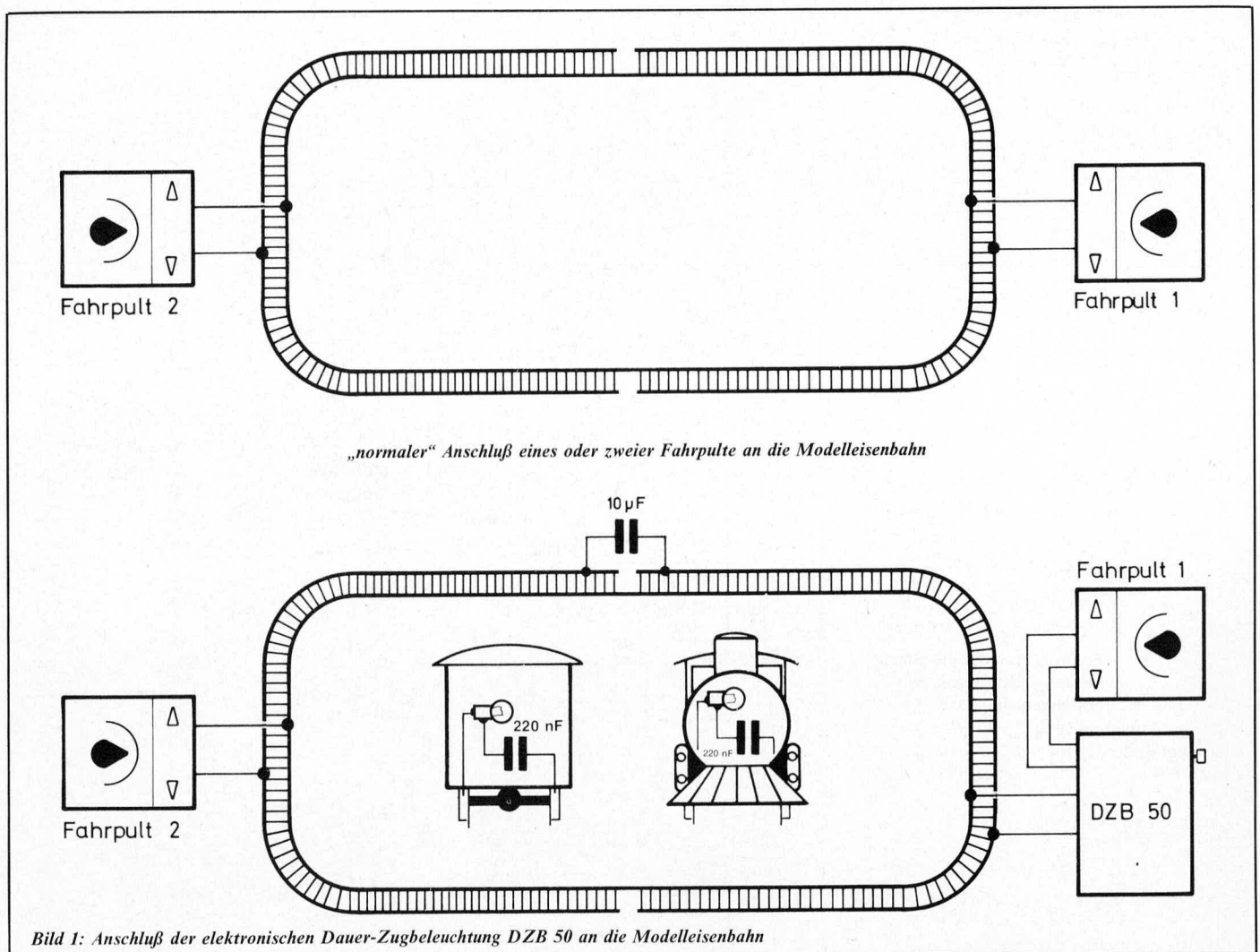
Sonstiges

| | |
|------|---|
| Tr1 | Netztrafo: prim: 220 V/65 VA sek: 24 V/2,5 A 9 V/min. 100 mA |
| S1 | Kippschalter, 2polig |
| Dr1* | 15 mH Drossel, Strombelastbarkeit min. 3 A |
| Si1 | Sicherung 0,5 A/flink |
| Si2 | Sicherung 2,5 A/flink |
| | 2 Platinensicherungshalter |
| | 2 U-Kühlkörper für TO 32 (SK 12) |
| | 2 Finger-Kühlkörper |
| | 5 Lötstifte |
| | 8 Schrauben M 3 x 6 mm |
| | 8 Muttern M 3 |
| | 4 Schrauben M 4 x 45 mm |
| | 12 Muttern M 4 |

* siehe Text



Bestückungsseite der Platine der elektronischen Dauer-Zugbeleuchtung DZB 50



elektronischen Geräten sind die VDE-Bestimmungen unbedingt zu beachten.

Zuletzt werden die vier Eingangs- und Ausgangsbuchsen in die Rückwand geschraubt und mittels flexiblen Leitungen (mindestens 1,5 mm² Querschnitt) mit den entsprechenden Punkten auf der Platine verbunden.

Nachdem die Frontplatte über die Potiachse geschoben wurde, kann die Platine von oben in die untere Gehäuse-Halbschale gesetzt werden, wobei gleichzeitig Front- und Rückplatte in die entsprechenden Führungsnuten eingesetzt werden, sofern das Gerät in das von uns vorgeschlagene Gehäuse eingebaut werden soll.

Der Netzschalter wird zweckmäßigerweise vorn links auf der Frontplatte angeordnet und mit dem Netzkabel und der Platine verbunden.

Damit ist der Nachbau dieser Schaltung beendet, da keinerlei Abgleichpunkte und Einstellungen erforderlich sind.

Abschließend sei noch auf die Beachtung der VDE-Bestimmungen hingewiesen.

Anschluß und Bedienung

Die Handhabung dieses Gerätes ist denkbar einfach, da außer der Netzzuleitung nur noch zwei Buchsen für den Anschluß des Fahrpultes und zwei weitere Buchsen für den Anschluß des Gerätes an das Schienennetz vorhanden sind.

Das Fahrpult wird zunächst vom Schienennetz getrennt und an die beiden Eingangsklemmen der Dauer-Zugbeleuchtung angeschlossen.

Die beiden Ausgangsklemmen der Dauerzugbeleuchtung werden jetzt dort an das Schienennetz angeschlossen, wo vorher das Fahrpult angeklemmt war.

Jetzt steht dem Einsatz der DZB 50 nichts mehr im Wege.

Mit dem Netzschalter S 1 wird das Gerät eingeschaltet.

Über das Potentiometer P 1 kann die Helligkeit der Zugbeleuchtung geregelt werden, und zwar völlig unabhängig von der Fahrspannung und damit von der Geschwindigkeit der Züge.

Zu beachten ist noch, daß jedes Lämpchen, das über die Dauerzugbeleuchtung versorgt wird, über einen in Reihe geschalteten 220 nF Kondensator angeschlossen wird. Dieser Kondensator ist unbedingt erforderlich, um die vom Fahrpult kommende Gleichspannung abzublocken (Bild 1).

Wird das Schienennetz an irgendeiner Stelle unterbrochen, um zwei oder mehr Fahrpulte getrennt voneinander betreiben zu können, sind die Trennstellen über einen 10 µF Kondensator zu überbrücken. Dieser Kondensator besitzt die Eigenschaft, für die Dauerzugbeleuchtung einen Kurzschluß, für die Fahrspannung jedoch eine Unterbrechung darzustellen.

Anschluß des DZB 50 bei getakteten Fahrpulten

Sofern ein getaktetes Fahrpult eingesetzt wird, kann es sein, daß die gewählte Induktivität etwas zu groß ist, so daß sie der Fahrspannung einen nicht mehr vernachlässigbaren Widerstand entgegensetzt. In diesem Fall kann durch Vergrößern des Luftspaltes der Induktivität diese verkleinert werden, wobei der Luftspalt höchstens verfünffacht werden darf. Hierzu ist die Blechhaube vom Eisenkern der Drossel zu entfernen, dann das Joch (der obere Balken des Eisenkerns) abzunehmen und die Zwischenlage, die sich zwischen dem Joch und dem übrigen Eisenkern (E-Form) befindet, entsprechend zu verstärken. Danach kann das Ganze wieder zusammengebaut werden.

Wird der Luftspalt zu weit vergrößert, merkt man dies daran, daß ein Teil des 15 kHz Ausgangssignals der Dauerzugbeleuchtung über die Drossel DR 1 und das Fahrpult nach Masse abfließt — es findet also eine Belastung der Dauerzugbeleuchtung auch ohne angeschlossene Beleuchtung statt.

Die vorstehend beschriebene Maßnahme der Induktivitätsänderung ist jedoch im allgemeinen nicht erforderlich (besonders dann nicht, wenn reine Gleichspannungsfahrpulte eingesetzt werden), so daß dieser Teil der Beschreibung unberücksichtigt bleiben kann.