



FI-Steckdosen-Tester FI 1000

Die Überprüfung sowohl der normalen Netzversorgungs-Steckdose als auch des FI-Fehlerstrom-Schutzschalters ermöglicht diese kleine Schaltung auf schnelle und einfache Weise.

Allgemeines

Die einwandfreie Steckdoseninstallation und die korrekte Funktion des FI-Schutzschalters (sofern installiert) ist von entscheidender Bedeutung und kann sogar Menschenleben retten.

Normalerweise sind Geräte, welche eine direkte Verbindung mit dem 230 V-Wechselspannungsnetz haben, durch entsprechende Isolierungen oder sonstige Maßnahmen gegen direkte Berührung von spannungsführenden Teilen geschützt. Der Einsatz hochempfindlicher FI-Schutzeinrichtungen ist daher als zusätzlicher Schutz anzusehen.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung dieses neuen FI-Steckdosen-Testgerätes („F“ für Fehler und „I“

für Strom) ist denkbar einfach. Die komplette Schaltung befindet sich in einem kompakten Steckergehäuse.

Für die Anwendung wird das Gerät in die zu testende Steckdose eingesteckt, und die Überprüfung kann beginnen. Im oberen Anzeigenfeld sollten von den 4 dort eingesetzten LEDs die beiden oberen sowie eine der beiden unteren aufleuchten. Diese haben folgende Bedeutung:

Die LED „230 V ok“ zeigt an, daß die Versorgungsspannung (Phase und Null-Leiter) korrekt angeschlossen sind. Die „PE ok“ signalisiert, daß der zugehörige Schutzleiter ebenfalls korrekt angeklemt ist.

Von den darunter angebrachten Leuchtdioden „L1 links“ bzw. „L1 rechts“ leuchtet diejenige auf, an deren Seite die Phase in der Steckdose anliegt. Sie dient zur Vervollständigung der Information über die gerade getestete Netzsteckdose.

Wird ein Defekt registriert, indem eine der drei vorstehend beschriebenen LEDs nicht aufleuchtet, muß zunächst der Test unterbrochen, der Fehler gesucht und behoben werden.

Ist die Funktionsweise der geprüften Steckdose soweit in Ordnung, können wir uns in einem nächsten Testschritt der Überprüfung des FI-Schutzschalters widmen, sofern dieser innerhalb der Installation vorhanden ist.

In der unteren Frontseitenhälfte des Gerätes ist über einen 6fach-Drehwähler der FI-Auslösestrom einstellbar. Anschließend wird mit Hilfe des darüber angeordneten Tasters ein entsprechender Fehlerstrom simuliert, welcher im Normalfall dazu führt, daß der betreffende FI-Schutzschalter auslöst und die Netzwechselspannung ausschaltet.

Unmittelbar nach Betätigen des Tasters leuchtet die danebenliegende LED für ca. 0,2 sek. auf, zur Kontrolle, daß von unserem Testgerät der betreffende Strom aufgeschaltet wurde. Hört man genau hin, ist gleichzeitig auch das Schalten des betreffenden Relais auszumachen.

Wichtige Sicherheitshinweise

1. Sobald beim Einsatz des FI-Testgerätes der Taster zur Fehlerstromauslösung betätigt wird, erfolgt bei korrekter Funktion des in der Hausinstallation eingebauten FI-Schutzschalters die Netztrennung. Die Spannungsversorgung für alle an diesem Netzkreis angeschlossenen Geräte ist somit ausgeschaltet, bis die Netzeinschaltung wieder erfolgt. Es ist daher erforderlich, vor dem betreffenden Test zu prüfen, ob keine „lebenswichtigen“ Geräte an diesem Versorgungskreis angeschlossen sind.

2. Auch durch den Einsatz eines hochempfindlichen FI-Schutzschalters darf nicht an Geräten gearbeitet werden, die unter Netzspannung stehen (z. B. im Elektroniklabor o. ä.). Bei einer gleichzeitigen Berührung der Phase und des Null-Leiters würde ein direkter Stromfluß auftreten, und der FI-Schutzschalter könnte dieses nicht bemerken und somit auch nicht ausschalten. Zwar bietet der Einsatz eines FI-Schutzschalters eine erhebliche zusätzliche Sicherheit, jedoch wie vorstehendes Beispiel zeigt, bleibt bei unsachgemäßer Behandlung Lebensgefahr bestehen.

3. Alle mit Netzwechselspannung betriebenen Geräte müssen den Sicherheits- und VDE-Bestimmungen entsprechen, auch wenn ein FI-Schutzschalter vorschaltet ist.

4. Nicht erkannt wird von dem Gerät, wenn am Schutzleiteranschluß der Steckdose die Netzphase anliegt. Dieses sollte daher unbedingt mit einem separaten Phasenprüfer getestet werden.

5. Da die gesamte Schaltung des FI-Testgerätes FI 1000 mit der lebensgefährlichen Netzwechselspannung direkt verbunden ist, dürfen Aufbau, Inbetriebnahme und Einsatz nur von Fachkräften ausgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und mit den Sicherheits- und VDE-Bestimmungen hinreichend vertraut sind.

Funktionsweise eines FI-Schutzschalters

Nachdem wir uns ausführlich mit der Bedienung und der allgemeinen Funktion des FI 1000 befaßt haben, wollen wir für diejenigen Leser, die an dieser Thematik besonders interessiert sind, auf die Funktionsweise eines FI-Schutzschalters nachfolgend im Detail eingehen.

Berührt ein Mensch oder ein Tier den aktiven Leiter (Phase) der 230V-Netzwechselspannung, so fließt ein Strom über den Körper zur Erde ab. Je nach Standort, Widerstand, Stromweg, Körperwiderstand usw. ist dieser Strom mehr oder weniger groß. Liegt er unterhalb 30 mA, besteht im allgemeinen nur eine geringe Gefährdung. Oberhalb 30 mA besteht hohe Gefahr für Leib und Leben, und eine FI-Schutzeinrichtung schaltet innerhalb von maximal 0,2 sek. die Versorgungsspannung ab. Die Schutzwirkung beruht einerseits auf dem relativ kleinen Nennfehlerstrom und andererseits auf der schnellen Abschaltung.

Standardmäßig werden FI-Schutzschalter in die 230V-Wechselspannungsversorgung einer Hausinstallation eingeschleift. Im allgemeinen erfolgt die Absicherung aller 3 Phasen. Entsprechende FI-Schutzschalterausführungen besitzen daher 8 Anschlüsse, und zwar für die 3 Phasen sowie den Null-Leiter, und das Ganze zweimal (4Eingangs- und 4 Ausgangsleitungen).

Daneben gibt es auch FI-Schutzschalter, die für den Betrieb an einer einzelnen Phase ausgelegt sind und somit 2 Eingänge und 2 Ausgänge aufweisen (Phase und Null-Leiter). Diese Ausführungen sind jedoch vergleichsweise selten. Häufiger hingegen trifft man FI-Schutzschalter als separate Zusatzgeräte, z. B. in Stecker-Steckdosengehäusen oder auch in Steckdosenleisten an. Hier erfolgt dann die zusätzliche Absicherung ausschließlich für die betreffenden, dort angeschlossenen Geräte.

Im normalen Betrieb wird durch die Summe der in die Verbraucher hineinfließenden Ströme ein Magnetfeld in den Summenstromwandler des FI-Schutzschalters aufgebaut, welches durch das Magnetfeld der zurückfließenden Ströme wieder aufgehoben wird. In einem ungestörten System ist somit die Summe aller hin- und zurückfließenden Ströme gleich Null.

Wird durch einen Fehler im Stromfluß das System gestört, d. h. wenn ein Strom nicht mehr über die vorgesehene Zuleitung, sondern über einen Schutzleiter oder Erder abfließt, so ist das Gleichgewicht der Ströme nicht mehr gewährleistet. Der FI-Schutzschalter löst aus und trennt alle 3 Phasen elektromechanisch innerhalb von 0,2 sek. vom Netz.

Für die verschiedenen Anwendungsgebiete stehen FI-Schutzschalter mit unterschiedlichen Fehlerstromgrenzen, d. h. Auslöseströmen zur Verfügung. Ältere Ausführungen sowie sogenannte Vor-FI-Schutzschalter (für größere Verteileranlagen) besitzen Auslöseströme von 100 mA, 300 mA und 500 mA. Heutzutage liegen die Fehlerstromgrenzen im Hausinstallationsbereich bei 30 mA (teilweise auch bei 50 mA). Darüber hinaus gibt es spezielle Personen-Schutzschalter, die bereits bei 10 mA auslösen. Da jedoch geringe Leck- und Restströme in den angeschlossenen Geräten oder auch im Verlauf der Installation nicht ganz auszuschließen sind, hat sich der 30 mA-Typ weitgehend durchgesetzt, quasi als Kompromiß zwischen hinreichend früher Auslösung und Betriebssicherheit gegenüber ungewolltem vorzeitigem Abschalten.

Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist die komplette Schaltung des ELV-FI-Steckdosen-Testgerätes FI 1000 dargestellt. Als gemeinsamer Bezugspunkt dient der Schutzleiteranschluß

„PE“, der am Platinenanschlußpunkt ST 3 anliegt.

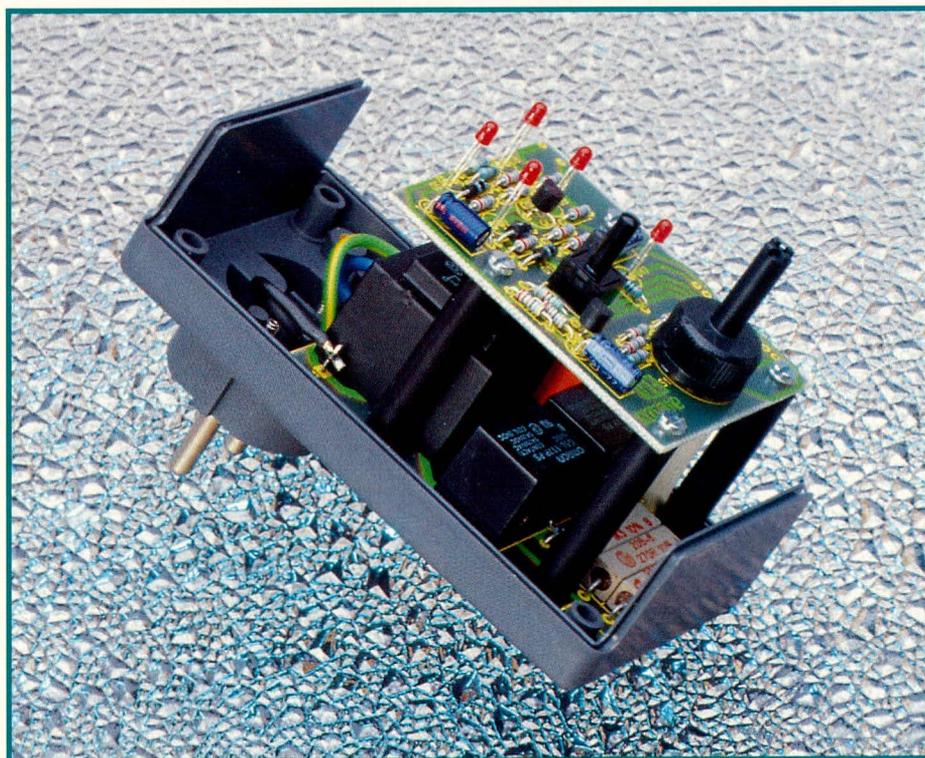
Über den 1,5 VA-Netztransformator TR 1, der direkt zwischen Phase und Null-Leiter liegt, erfolgt die Netztrennung und Umsetzung auf eine 9V-Kleinspannung. Mit Hilfe der Dioden D 1 bis D 4 und des Kondensators C 1 entsteht eine Gleichspannung von ungefähr 9 V. Da die absolute Höhe keine nennenswerte Rolle spielt, konnte auf eine zusätzliche Stabilisierung verzichtet werden. Die Leuchtdiode D 5 dient in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 1 zur Kontrolle, daß sowohl die Phase als auch der Null-Leiter korrekt angeschlossen sind.

Die beiden Schaltungsteile um T 1 bzw. T 2 sind weitgehend identisch aufgebaut. Der Transistor T 1 schaltet durch und läßt D 9 aufleuchten, wenn am Platinenanschlußpunkt ST 2 (N/L1) die Phase anliegt, während T 2 durchsteuert und D 14 aufleuchtet, wenn die Phase an ST 1 liegt.

Die genaue Funktionsweise sieht wie folgt aus:

Über die 3 Widerstände R 2, 3, 4 und die Schutzdiode D 7 wird der Transistor T 1 durchgesteuert, sofern die Phase an ST 2 (N/L1) anliegt. Daraufhin leuchten LED 9 (L1 links) sowie die dazu in Reihe geschaltete LED D 8 (PE ok) auf.

Liegt hingegen die Phase an ST 1 (L1/N), wird T 2 über R 7, 8, 9 und D 13 durchgesteuert. C 3 (bzw. C 2) dient zur Pufferung, da jeweils nur jede zweite Halbwelle zur Ansteuerung des Transistors dient, so daß der Kondensator eine Pufferfunktion



Innenansicht des FI-Steckdosen-Testers mit abgenommenem Gehäuseoberteil

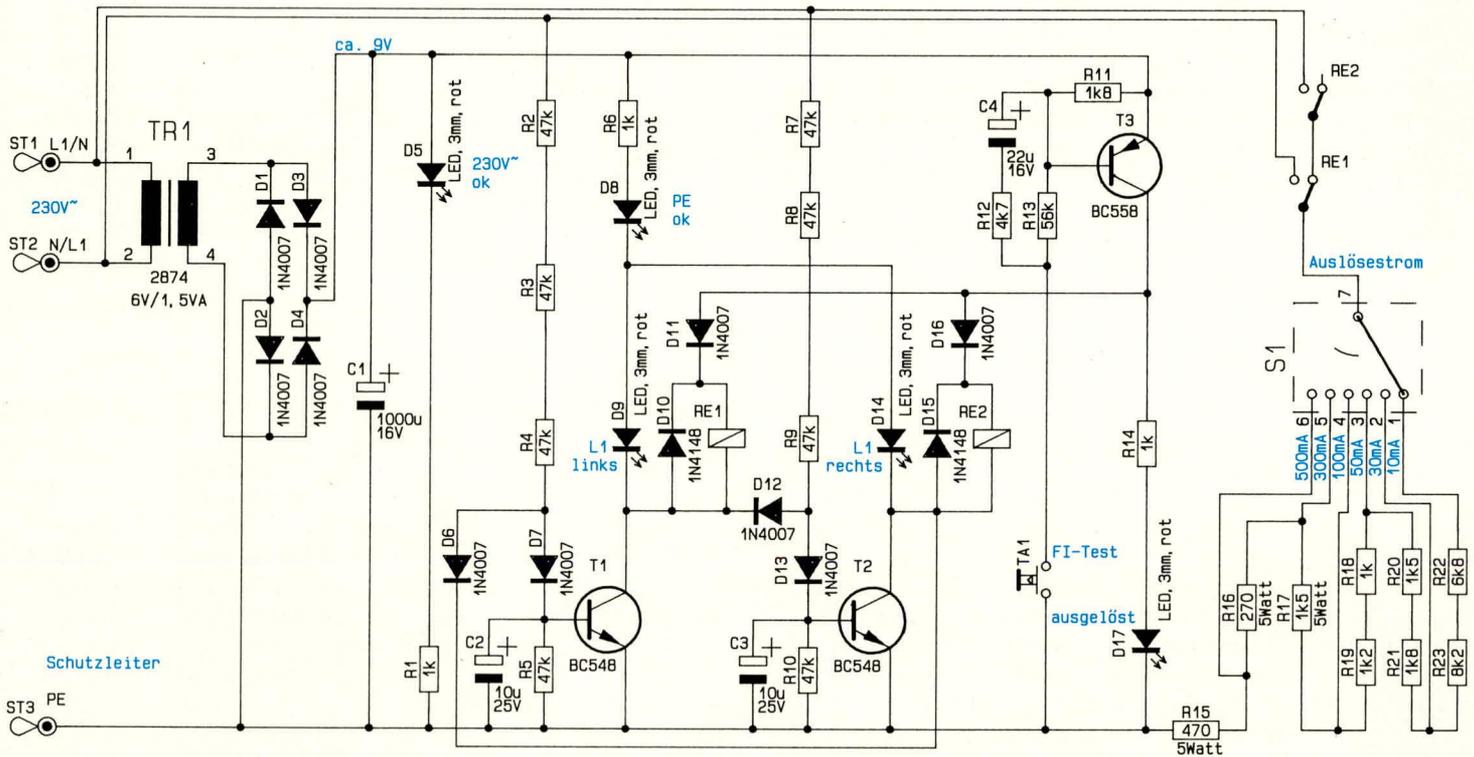


Bild 1:
Schaltbild des FI-Steckdosen-Testers

übernimmt. R 10 (bzw. R 5) sorgt im deaktivierten Zustand des betreffenden Transistors für ein zuverlässiges Sperren.

Die Dioden D 6 bzw. D 12 dienen zur gegenseitigen Verriegelung der Schaltungsabschnitte um T 1 bzw. T 2.

Kommen wir als nächstes zu einer der wesentlichen Funktionen des FI 1000, nämlich zum Test des FI-Schutzschalters.

Hierzu wird der Taster TA 1 (FI-Test) betätigt. Über R 12 und C 4 angesteuert, schaltet der Transistor T 3 für ca. 200 ms durch. Innerhalb dieser Zeitspanne lädt sich C 4 soweit auf, daß der Basisstrom nicht mehr ausreicht, um den Transistor durchzusteuern. R 11 dient zum sicheren Sperren von T 3 (ohne Ansteuerung von TA 1) und legt gleichzeitig in Verbindung mit R 12 und C 4 den Einschaltzeitbereich fest.

Sobald T 3 durch Betätigen der Taste TA 1 durchsteuert, leuchtet D 17, gespeist über den Vorwiderstand R 14, kurz auf, zur Kontrolle, daß der Fehlerstromtest aktiviert ist. Gleichzeitig werden die beiden Relais RE 1, 2 über D 11 bzw. D 16 mit der positiven Betriebsspannung verbunden. Je nachdem welcher der beiden Transistoren T 1 bzw. T 2 durchgesteuert ist, zieht nun RE 1 bzw. RE 2 an. Hierdurch wird der nun fließende Auslösestrom (Fehlerstrom) entweder ST 1 oder ST 2 entnommen, je nachdem an welchem dieser beiden Stifte die Phase der Netzspannung anliegt. Dies wird vom Gerät automatisch erkannt und das richtige Relais geschaltet.

Nach ca. 200 ms sperrt T 3 wieder, und das betreffende Relais fällt ab. Dies ist wichtig, damit auch das Zeitverhalten des

FI-Schutzschalters geprüft werden kann, da, wie bereits erwähnt, die Abschaltung eines FI-Schutzschalters innerhalb von 0,2 sek. erfolgen muß.

Darüber hinaus können für die angeschlossenen Belastungswiderstände R 15 bis R 23 vergleichsweise kleine Typen eingesetzt werden, da die Belastung nur 200 ms andauert, mit einer anschließenden Erholungspause.

Wird der Taster TA 1 wieder losgelassen, entlädt sich C 4 über die Widerstände R 12, 13, und die Schaltung ist nach einer Erholungspause von wenigen Sekunden wieder für einen neuen Test betriebsbereit.

Die Widerstände R 15 bis R 23 sind so dimensioniert, daß bei einer Netzwechselspannung von 230 V die angegebenen Auslöseströme recht genau eingehalten werden. Zur Auswahl des gewünschten Auslösestromes dient der 6stufige Dreh- schalter S 1.

Die beiden Relaiskontakte RE 1 und RE 2 sind als Wechsler ausgeführt, damit auch in einem Störfall, wenn beide Relais gleichzeitig anziehen, kein Kurzschluß zwischen Phase und Null-Leiter auftreten kann.

Zum Nachbau

Der Aufbau der Schaltung ist vergleichsweise einfach möglich, zumal sämtliche Bauelemente auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht sind. Anhand der Bestückungspläne werden zu-

nächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die fünf 3 mm-Leuchtdioden sind soweit in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte einzusetzen, daß sich ein Abstand zwischen Diodenspitze und Platinenoberseite von genau 17 mm ergibt. Auf die korrekte Einbaulage der gepolten Bauelemente ist dabei sorgfältig zu achten.

Sind die Leiterplatten soweit fertiggestellt und die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert, können die Verbindungsleitungen zwischen den beiden Leiterplatten sowie zwischen Schuko-Steckdose und unterer Platine hergestellt werden.

Eine 40 mm lange, 9polige Stegleitung wird an beiden Enden auf ca. 4 mm Länge abisoliert. Zwei weitere isolierte Verbindungsleitungen mit einer Länge von ebenfalls jeweils 40 mm werden ebenfalls an ihren Enden auf 4 mm abisoliert. Die so vorbereiteten Verbindungsleitungen werden zunächst in die zugehörigen Platinenbohrungen der oberen Drehschalterplatine von der Leiterbahnseite her eingesetzt und dort verlötet. Anschließend erfolgt das Einsetzen in die dazu korrespondierenden Bohrungen der unteren Trafo-Platine, und zwar jetzt von der Bestückungsseite aus. Nachdem auch diese Anschlüsse verlötet wurden, erfolgt die Verdrahtung von unterer Platine und Schuko-Stecker in der unteren Gehäusehalbschale. Hierzu dienen 3 Leitungsabschnitte mit einem Querschnitt von 0,75 mm² und einer Länge von 50 mm. Der Platinenanschlußpunkt ST 3 wird über den gelb-grünen Schutzleiter mit dem Schutz-

kontakt des Schuko-Steckers auf der Gehäuseinnenseite verbunden, während die beiden übrigen an ST 1 und ST 2 anzulötenen Leitungen mit den beiden Steckerpolen zu verbinden sind. ST 1 liegt hierbei am linken und ST 2 am rechten Pol (von der Gehäuseinnenseite aus gesehen, wenn die Unterhalbschale so positioniert ist, daß sich der Stecker im oberen Bereich befindet).

Als dann wird die untere Platine an ihre korrekte Position im Gehäuseunterteil eingesetzt. Zwischen die beiden Leiterplatten werden an den Stellen der Befestigungs-

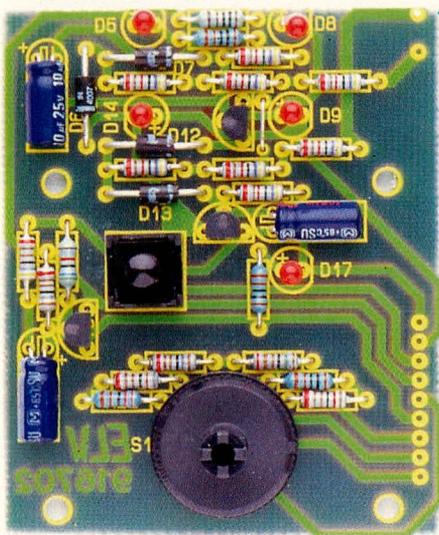
Gehäuseunterteil verschraubt.

Es folgt das Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale. Sowohl die Achse des Drehschalters als auch der Taster TA 1 und die 5 Leuchtdioden ragen nun durch die zugehörigen Bohrungen der Frontseite hindurch. Die Drehschalterachse wird auf eine Länge von 12 mm gekürzt und der Drehknopf aufgesetzt, positioniert und festgezogen. Den Abschluß bildet das Verschrauben des Gehäuses von der Unterseite aus mit 4 Kreuzschlitzschrauben.

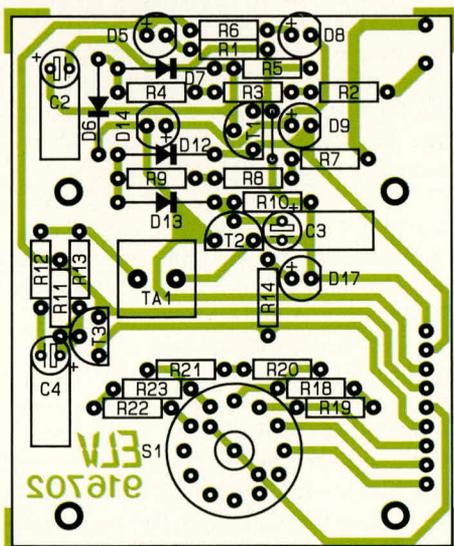
Nachdem das Gerät anhand eines ein-

wandfrei arbeitenden FI-Schutzschalters und einer korrekt installierten Netz-Steckdose auf korrekte Funktion überprüft wurde, steht dem Einsatz nichts mehr im Wege.

Da für den Test der verschiedenen Auslöseströme nicht unbedingt entsprechende FI-Schutzschalter zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, am ausgeschalteten Gerät mit Hilfe eines Ohm-Meters die Widerstandswerte zwischen ST 1 und ST 3 und gegebenenfalls zusätzlich zwischen ST 2 und ST 3 zu messen, während mit S 1 die verschiedenen Schaltpositionen abgefah-



Ansicht der fertig bestückten Drehschalterplatine des FI-Steckdosen-Testers



Bestückungsplan der Drehschalterplatine des FI-Steckdosen-Testers

bohrungen 4 Abstandsröllchen mit einer Länge von 30 mm eingesetzt, die obere Leiterplatte darübergeschwenkt (sie war vorher nach rechts hochgebogen) und mit 4 Schrauben M 3 x 35 mm mit dem

Stückliste: FI-Steckdosen-Tester

Widerstände

| | |
|-------------------|----------------------|
| 270Ω/5Watt | R 16 |
| 470Ω/5Watt | R 15 |
| 1kΩ | R 1, R 6, R 14, R 18 |
| 1,2kΩ | R 19 |
| 1,5kΩ | R 20 |
| 1,5kΩ/5Watt | R 17 |
| 1,8kΩ | R 11, R 21 |
| 4,7kΩ | R 12 |
| 6,8kΩ | R 22 |
| 8,2kΩ | R 23 |
| 47kΩ | R 2- R 5, R 7-R 10 |
| 56kΩ | R 13 |

Kondensatoren

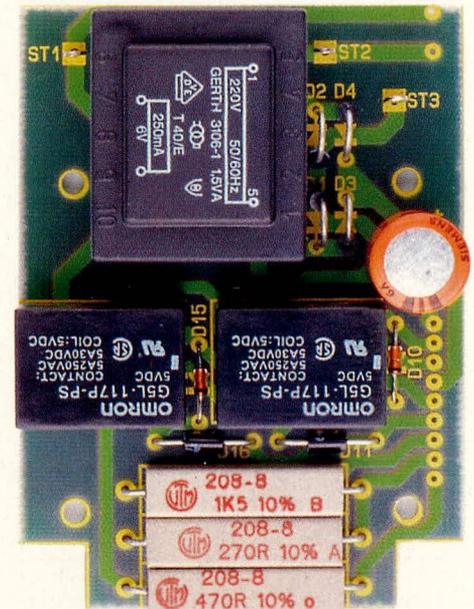
| | |
|------------------|----------|
| 1000µF/16V | C 1 |
| 10µF/25V | C 2, C 3 |
| 22µF/16V | C 4 |

Halbleiter

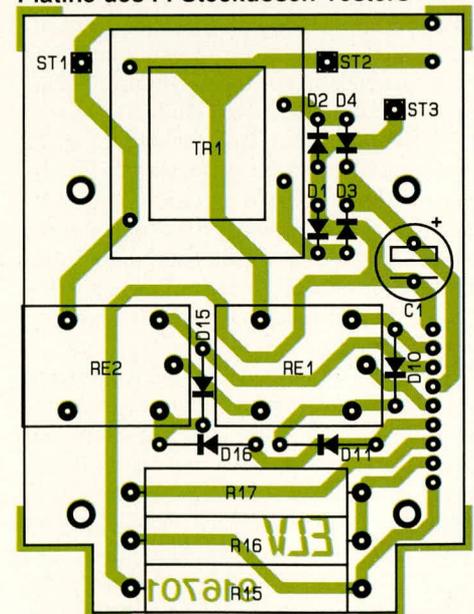
| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| BC548 | T 1, T 2 |
| BC558 | T 3 |
| 1N4007 | D 1-D 4, D 6, D 7, D 11-D 13, D 16 |
| 1N4148 | D 10, D 15 |
| LED, 3mm, rot | D 5, D 8, D 9, D 14, D 17 |

Sonstiges

- Print-Taster, Knopf schwarz,
Höhe 20mm
- Relais, 1 x um, 5V,
stehend
- 1 Trafo, prim.: 220V/1,5VA
sek.: 6V/250mA
- 1 Drehschalter, print, 2 Stromkreise,
6 Stellungen
- 3 Lötstifte mit Lötöse
- 10cm flexible Leitung, 1,5mm²
- 5cm flexible Leitung, 1,5mm², grün/
gelb
- 12cm flexible Leitung, 0,22mm²
- 6cm Flachbandleitung, 9polig,
Rm 2,45
- 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 45mm
- 4 Abstandsröllchen, 3 x 40mm
- 3 Lötösen M3



Ansicht der fertig bestückten Trafo-Platine des FI-Steckdosen-Testers



Bestückungsplan der Trafoplatine des FI-Steckdosen-Testers

ren werden. Das dazu jeweils erforderliche Relais RE 1 oder RE 2 wird über eine separat einzuspeisende Batteriespannung von 9 V direkt versorgt (Polung beachten wegen der Freilaufdiode D 10 und D 14).