



FI-Tester FI 2000

Der neue FI-Tester ist ein universelles Testgerät für die Hausinstallation. Der FI 2000 ermöglicht die Überprüfung aller gängigen FI-Schutzschalter mit der Kontrolle von Auslösestrom und -zeit. Weiterhin zeigt er auf einen Blick an, ob an der geprüften Steckdose der Schutzleiter angeschlossen ist, ob Netzspannung anliegt und an welchem Kontakt der Außenleiter angeschlossen ist.

Allgemeines

Der FI-Schutzschalter ist eines der wichtigsten Schutzelemente im Bereich einer Hausinstallation.

Dieser dient hier dem Personenschutz, um Leib und Leben zu schützen, und als Brandschutzmaßnahme. In nahezu jedem Haushalt findet man diese Schutzeinrichtung, doch nur die wenigsten sind in Ver-

bindung mit der Hausinstallation jemals auf korrekte Funktion geprüft worden.

Die FI-Schutzschalter bis 30 mA Auslösestrom sind dabei in Privathaushalten am

Technische Daten: FI-Tester FI 2000

Einstellbarer Fehlerstrom:	10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA
Testzeit:	200 ms
Zusätzliche Tests:	PE-Test, 230-V-Test, Phasentest
Anschlusswerte:	230 V / 50 Hz / 10 mA
Abmessungen:	155 x 80 x 50 mm

häufigsten zu finden. Hier sorgen sie dafür, dass bei einem Isolationsfehler kein gefährlicher Körperstrom fließen kann. In einem solchen Fehlerfall liegt zum Beispiel ein berührbares Metallteil an Netzspannung. Beim Berühren fließt dann ein Strom über den Körper.

Die Auswirkungen eines solchen elektrischen Stromes durch den Körper hängen neben der Höhe und Dauer des Stromes auch vom Weg ab, den der Strom nimmt. Ein Körperstrom über den Brustbereich, d. h. beispielsweise vom rechten Arm zum linken, ist ein sehr gefährlicher Stromweg.

Der FI-Schutzschalter detektiert genau diesen Fehlerstrom und schaltet dann in Sekundenbruchteilen die Netzspannung ab.

Die Wirkung eines elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper ist zwar individuell verschieden, im Allgemeinen ist aber ein kurzzeitiger Strom von 30 mA noch nicht lebensbedrohend. Somit besitzen auch die meisten anzutreffenden FI-Schutzschalter diesen Auslösestrom.

Sensible Bereiche, wie beispielsweise Badezimmer, werden teilweise auch mit 10 mA Auslösestrom abgesichert. Fließt der Strom über einen längeren Zeitraum über den menschlichen Körper, so können aber auch schon so kleine Ströme gefährlich werden.

Daher ist bei einem FI-Schutzschalter neben dem Auslösestrom auch die Auslösezeit definiert.

Diese Auslösezeit beträgt 200 ms und spezifiziert die Zeitspanne zwischen dem Auftreten des Fehlerstromes und dem Abschalten der Spannung, d. h. maximal 1/5 s nach Auftreten des Fehlerstromes ist die Spannung abgeschaltet und somit die Gefahr gebannt.

Neben dem Personenschutz mit Fehlerstrom-Schutzschaltern bis 30 mA sind auch vor allem in Gewerbebetrieben Schutzschalter mit höheren Auslöseströmen als Brandchutzmaßnahme anzutreffen.

In solchen Betrieben lassen sich Schutzschalter mit kleinen Auslöseströmen nicht betreiben, da bereits der im normalen Betrieb über den Schutzleiter fließende Ableitstrom zur Auslösung führen könnte.

Hier wird der Personenschutz dann durch andere Maßnahmen gewährleistet, der FI-Schutzschalter dient als Präventionsmaßnahme zur Verhinderung von Bränden.

Nimmt in Folge eines Isolationsfehlers der Strom nicht seinen korrekten Weg über den Neutralleiter oder den verkoppelten Außenleitern zurück, detektiert der FI-Schutzschalter diesen Fehlerstrom und löst

aus. Da Brände, die durch die Elektroinstallation ausgelöst werden, meist auf solche Isolationsfehler zurückzuführen sind, kann ein FI-Schutzschalter durch das frühzeitige Abschalten der Netzspannung die Entstehung eines Brandes wirksam verhindern.

Ein wirksamer Personenschutz bzw. Brandschutz ist aber nur bei fachmän-

Mit dem FI-Tester FI2000 kann in weniger als einer Minute die korrekte Funktion sowie die richtige Installation eines FI-Schutzschalters überprüft werden.

nischer Ausführung der Hausinstallation und ordnungsgemäßer Funktion des eingesetzten FI-Schutzschalters gewährleistet. Leider lässt sich dieses nicht ohne weiteres prüfen.

Die Hausinstallation ist oft unübersichtlich und es existieren keine genauen Verdrahtungspläne mehr, so dass sich manchmal nur der ausführende Installateur auskennt. Mit dem im Schutzschalter integrierten Testmechanismus kann zwar der eigentliche Auslösevorgang getestet werden, die für den wirksamen Personenschutz wichtige korrekte Auslösezeit und die richtige Installation bleiben hierbei aber ungeprüft.

Anders bei der Verwendung des ELV-FI-Testers. Hier wird neben dem korrekten Auslösestrom auch die Auslösezeit an einer beliebigen Stelle in der Hausinstallation gecheckt.

Diese Prüfung mit dem FI 2000 stellt dabei den ordnungsgemäßen Personenschutz an der geprüften Steckdose sicher. Weiterhin lässt sich nach dem Anschluss des FI-Testers auf einen Blick ablesen, ob die Netzspannung korrekt anliegt und an welchem Kontakt der spannungsführende Außenleiter angeschlossen ist.

Eine solche Überprüfung sollte nach jedem Neubau oder Umbau der Hausinstallationsanlage erfolgen.

Aber auch ältere bestehende Elektroinstallationen sollten von Zeit zu Zeit überprüft werden.

Ein zuverlässiger Test ist dabei nur mit speziellen Messgeräten, wie beispielsweise dem ELV-FI-Tester, möglich, da einige Installationsfehler im normalen Betrieb nicht auffallen.

Das Fehlen des Schutzleiters an einer Steckdose wird beispielsweise erst bemerkt, wenn berührbare Teile defekter angeschlossener Geräte unter Spannung stehen.

Arbeitet der FI-Schutzschalter dann nicht korrekt oder ist für diesen Steckdosentrang keiner vorgesehen, ist ein Elektrounfall vorprogrammiert.

Eine regelmäßige Prüfung mit dem

FI 2000 kann solchen „Überraschungen“ vorbeugen und lässt Fehler frühzeitig erkennen.

Dabei ist die Handhabung des FI-Testers so einfach, dass die Prüfung weniger als eine Minute dauert.

Nach dem Einstecken des FI 2000 in die zu prüfende Steckdose wird sofort angezeigt, ob der Schutzleiter angeschlossen ist und ob die 230-V-Netzspannung anliegt.

Sind diese Parameter kontrolliert, löst ein einziger Tastendruck den FI-Test aus.

Dabei löst dann, korrekte Funktion vorausgesetzt, der FI-Schutzschalter aus. So lässt sich mit der im Folgenden vorgestellten Schaltung jede Steckdose auf sehr einfache Weise schnell testen.

Schaltung

In Abbildung 1 ist die gesamte Schaltung des FI-Testers dargestellt. An der Anschlussklemme KL 1 wird die Netzspannung zugeführt. Dabei ist der Anschluss Pin 3 mit dem Schutzleiter verbunden, die Belegung der anderen beiden Pins mit L oder N hängt vom Einstecken des Netzsteckers ab.

Der PE-Anschluss ist in der Schaltung als Bezugspunkt gewählt, bzw. der Massepunkt der Schaltung liegt auf Schutzleiterpotential.

Ein einfaches Netzteil, bestehend aus dem Netztransformator TR 1, den zum Brückengleichrichter zusammengesetzten Dioden D 1 bis D 4 und dem Elektrolytkondensator C 1, erzeugt die Betriebsspannung „UB“, die die Schaltung versorgt.

Mit der LED D 5 und dem zugehörigen Vorwiderstand R 1 wird mittels dieser Sekundärspannung das Anliegen der 230-V-Netzspannung signalisiert.

Um anzeigen zu können, an welchem Anschluss der Außenleiter angeschlossen ist, muss die Potentialdifferenz zum Schutzleiter ausgewertet werden.

Ist der Außenleiter L mit Pin 2 von KL 1 verbunden, wird der Transistor T 1 über die Widerstände R 2 bis R 4 und der Kombination aus D 6 und C 2 mit einer Gleichspannung angesteuert.

Mit dem Durchschalten des Transistors leuchten die LEDs D 7 und D 8. Die LED D 7 signalisiert dabei mit „PE OK“, dass der Schutzleiterkontakt beschaltet ist.

Mit der LED D 8 ist angezeigt, dass der Außenleiter mit KL 1 Pin 2, d. h. mit dem mit „Phase A“ beschrifteten Steckerpin, verbunden ist.

Da zwischen dem Neutralleiter, der in

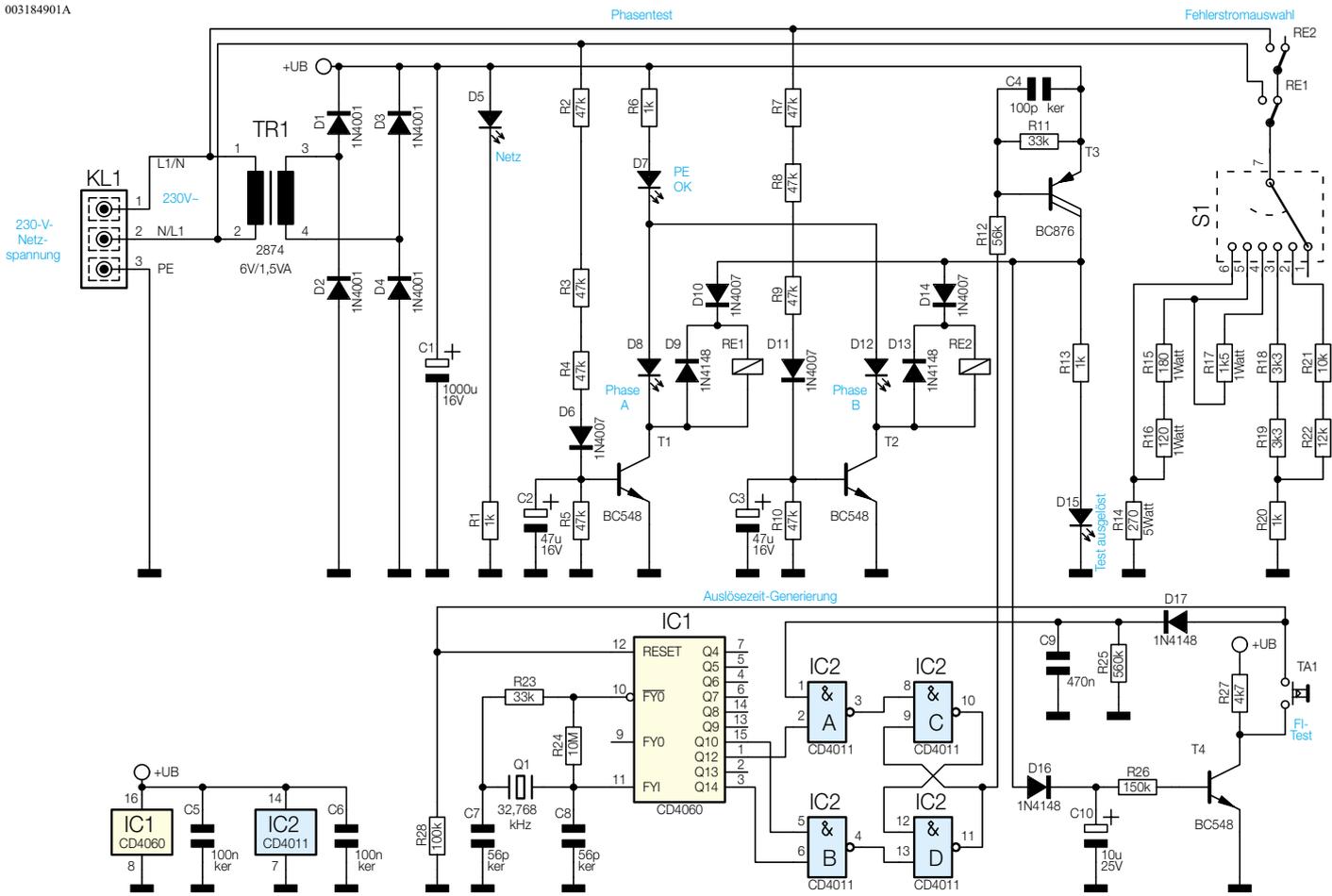


Bild 1: Schaltbild des FI-Testers

diesem Fall mit KL 1 Pin 1 verbunden ist, und dem Schutzleiter keine Spannungsdifferenz herrscht, bleibt T 2 gesperrt.

Sind die Anschlüsse vertauscht, d. h. der Außenleiter befindet sich an Pin 1 und der Neutraleiter an Pin 2 von KL 1, dann bleibt T 1 gesperrt und T 2 leitet auf Grund des Stromflusses über R 7 bis R 9 und D 11.

Hier leuchten dann D 7 und D 12. Sie kennzeichnen dabei wiederum den beschalteten Schutzleiteranschluss und die Position des Außenleiters.

Für den FI-Test ist es zum einen notwendig, den richtigen Auslösestrom vorzugeben, zum anderen muss die Dauer der Auslösung exakt definiert werden.

Erst die Verbindung beider Parameter gewährleistet eine wirksame Überprüfung der Funktion.

Der Auslösestrom wird mit dem Drehschalter S 1 gewählt. Hier sind die Stellungen 0, 10 mA, 30 mA, 100 mA und 500 mA möglich.

Der Strom wird durch die Widerstände R 14 bis R 22 festgelegt.

Da nur ein Relais (RE 1 oder RE 2) im Augenblick des Testens angezogen ist, ist der Schalter normalerweise stromlos, d. h.

er darf bei eingestecktem Gerät betätigt werden.

Lediglich während des FI-Tests fließt der Fehlerstrom über den Schalter und er darf dann nicht betätigt werden.

Um die Testzeit exakt vorgeben zu können, ist mit dem Timerbaustein IC 1 und dem Uhrenquarz Q 1 ein stabiler Taktgenerator aufgebaut.

Das nachgeschaltete NAND-Gatter IC 2 arbeitet in dieser Beschaltung als RS-Flip-Flop und steuert letztlich den Treibertransistor T 3 an.

Im Normalbetrieb erhält das Flip-Flop über Q 10 und Q 14 von IC 1 ständig einen Reset-Impuls, so dass der nicht invertierende Ausgang (IC 2 C, Pin 10) Low-Pegel besitzt und der invertierende Ausgang (IC 2 D, Pin 11) auf „high“ liegt.

Damit ist dann der Treibertransistor T 3 gesperrt und die Relais sind in Ruhelage, es fließt kein Fehlerstrom.

Zur Erzeugung des 200 ms langen Impulses für den FI-Test wird nach dem Betätigen der „FI-Test“-Taste der Timer IC 1 zurückgesetzt.

Gleichzeitig erhält IC 2 an Pin 1 einen High-Pegel, der mit Hilfe des RC-Gliedes C 9 und R 25 noch für mehr als 100 ms nach

dem Loslassen des Tasters erhalten bleibt.

Genau 62,5 ms nach dem Loslassen des Tasters geht der Ausgang Q 12 des Timerbausteines auf High-Potential.

Da dann beide Set-Eingänge (IC 2 A, Pin 1 und 2) des RS-Flip-Flop aktiv sind, wird dieses gesetzt und der invertierende Ausgang IC 2 Pin 11 nimmt den Zustand „low“ an.

Damit steuert der Treibertransistor T 3 durch und beide Relais werden mit Betriebsspannung versorgt.

Da die Relais quasi in einer Brückenschaltung liegen, entscheidet nur die Ansteuerung der zugehörigen Low-Side-Schalter (T 1 oder T 2) darüber, welches Relais anzieht.

Diese Ansteuerung von T 1 und T 2 ist, wie oben beschrieben, nur davon abhängig, an welchem Anschluss der Außenleiter liegt. Daher ist sichergestellt, dass immer nur ein Relais aktiv ist.

Mit dem Anziehen des Relais fließt ein Strom vom Außenleiter über die Schaltkontakte von RE 1 oder RE 2, über den Schalter S 1 und die zugehörigen Widerstände R 14 bis R 22 zum Schutzleiter. Dieser Strom bildet einen Fehlerstrom auf Grund eines Isolationsfehlers nach und

muss den FI-Schutzschalter zum Auslösen bringen.

Die LED D 15 signalisiert den aktiven Testmode. Der Test läuft nun so lange, bis das RS-Flip-Flop einen Reset-Impuls erhält, d. h. bis die Teilerausgänge Q 14 und Q 10 von IC 1 auf High-Potential liegen. Dies ist theoretisch 203 ms nach dem Auslösen der Fall. Diese Zeitspanne ergibt sich rein rechnerisch aus folgender Formel:

$$T_{Test} = \frac{1}{32,768 \text{ kHz}} \cdot \frac{1}{2} \cdot (2^{14} + 2^{10} - 2^{12})$$

Nach Ablauf dieser Testzeit muss der FI-Schutzschalter sicher ausgelöst haben.

Um zu verhindern, dass man die Zeitspanne durch mehrmaliges Betätigen der Taste verlängern kann, ist mit T 4 und Beschaltung eine Zeitverzögerung implementiert. Dieser Schaltungsteil stellt sicher, dass der nächste Test erst nach ca. 6 s gestartet werden kann.

Damit ist die detaillierte Schaltungsbe-

schreibung abgeschlossen und es folgen nun die Erläuterungen zum Nachbau des neuen ELV-FI-Testers.

Nachbau

Die gesamte Schaltung des FI-Testers findet auf der 135 mm x 70 mm messenden Platine Platz. Die Bestückungsarbeiten erfolgen anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes. Dabei liefert auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen.

Achtung! Da die gesamte Schaltung lebensgefährliche 230-V-Netzwechselspannung führt, darf sie nur von Personen aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die auf Grund ihrer Ausbildung mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

Die ausschließliche Verwendung bedrahteter Bauelemente vereinfacht den folgenden Aufbau wesentlich.

Im ersten Arbeitsschritt sind die Draht-

brücken anzufertigen und an den entsprechenden Positionen einzulöten.

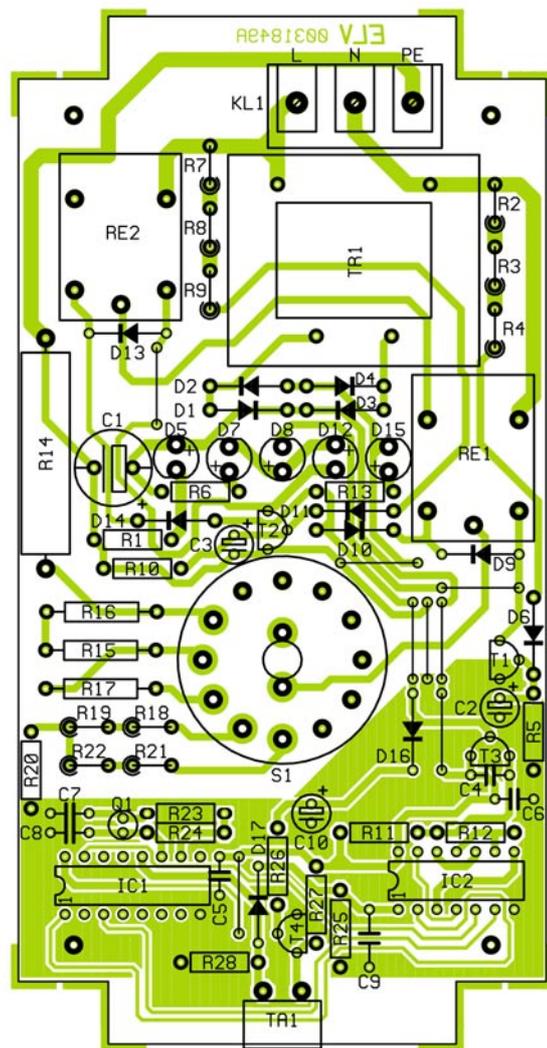
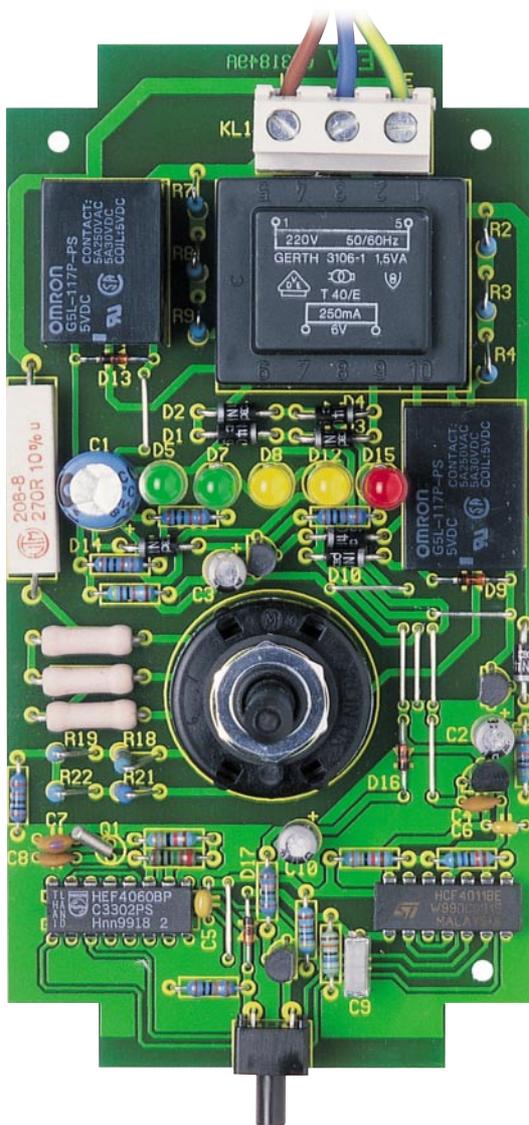
Anschließend werden die Widerstände bestückt. Zu beachten ist dabei, dass R 2 bis R 4, R 7 bis R 9 und R 18 bis R 22 stehend einzubauen sind.

Beim Einbau der Dioden ist die korrekte Polung sicherzustellen. Der Katodenring auf dem Bauteil muss dabei mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Als dann werden die Kondensatoren eingebaut. Auch hier ist bei den Elektrolyt-Typen die richtige Polarität sicherzustellen.

Die richtige Polung der nun zu bestückenden Transistoren ergibt sich aus der Anordnung der Anschlussbeine. Bei der Montage der ICs gibt die Gehäuseeinkerbung eine Orientierungshilfe. Diese muss mit der Kennzeichnung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

In die Bohrungen für die LEDs sind zunächst die Lötstifte einzusetzen. An-



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: FI-Testgerät FI 2000

Widerstände:

120Ω/1W	R16
180Ω/1W	R15
270Ω/5W	R14
1kΩ	R1, R6, R13, R20
1,5kΩ/1W	R17
3,3kΩ	R18, R19
4,7kΩ	R27
10kΩ	R21
12kΩ	R22
33kΩ	R11, R23
47kΩ	R2-R5, R7-R10
56kΩ	R12
100kΩ	R28
150kΩ	R26
560kΩ	R25
10MΩ	R24

Kondensatoren:

56pF/ker	C7, C8
100pF/ker	C4
100nF/ker	C5, C6
470nF	C9
10µF/25V	C10
47µF/16V	C2, C3
1000µF/16V	C1

Halbleiter:

CD4060	IC1
CD4011	IC2
BC548	T1, T2, T4
BC876	T3

1N4001	D1-D4
1N4007	D6, D10, D11, D14
1N4148	D9, D13, D16, D17
LED, 5 mm, grün	D5, D7
LED, 5 mm, gelb	D8, D12
LED, 5 mm, rot	D15

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	Q1
Lorlin-Dreheschalter, 2 x 6 Stellungen	S1
Print-Taster, abgewinkelt, 19 mm	TA1
Netzschraubklemme mit Beschriftung, 3-polig	KL1
Trafo, 1,5 VA, 1 x 6 V/ 300 mA	TR1
Leistungsrelais, 12 V/ 1 x um	RE1, RE2
10 Lötstifte, 1,3 mm, 20 mm	
1 Drehknopf, 16 mm, grau	
1 Knopfkappe, 16 mm, grau	
1 Pfeilscheibe, 16 mm, grau	
1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm	
1 Netzkabel, 3-adrig, grau	
1 Kabeldurchführung, 8 mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse, Typ G445, komplett, bearbeitet u. bedruckt	
1 Kunststoff-Sichtfenster	
24 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
3 Aderendhülsen 1 mm ø	
4 Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm	

schließend werden die LED-Anschlussbeine in die hohlen Lötstifte gesteckt. Auch hier ist die korrekte Polarität sicherzustellen.

Das längere Anschlussbein kennzeichnet jeweils die Anode und muss sich daher in der mit „+“ gekennzeichneten Bohrung befinden.

Die LEDs sind dann so zu verlöten, dass sich ein Abstand von 32 mm zwischen Diodenkörperspitze und Platinenoberseite ergibt.

Im nächsten Arbeitsschritt können die Relais eingebaut werden, gefolgt von der Montage des Transformators, der Netzanschlussklemme und des Tasters.

Der Dreheschalter muss zunächst für die Montage vorbereitet werden. Dazu sind alle Lötösen von den Anschlussbeinen abzukneifen und die Achse ist auf eine verbleibende Länge von 26 mm zu kürzen.

Weiterhin ist der Drehwinkel auf 6 Schaltstellungen zu begrenzen. Dies geschieht mit der Sperrscheibe, deren Rastnase in der mit „6“ beschrifteten Öffnung einfassen muss.

Die anschließend aufzuschraubende Mutter sichert diese Scheibe gegen unbeabsichtigtes Verschieben. Beim nun folgenden Einbau des Dreheschalters ergibt sich die richtige Lage aus der Anordnung der Anschlussbeine. Damit ist die Bestückung der Platine abgeschlossen.

Vor dem folgenden Gehäuseeinbau sollte die Platine auf Bestückungs- und Aufbaufehler und „kalte“ Lötstellen hin untersucht werden.

Im ersten Schritt des Gehäuseeinbaus ist zunächst die Netzanschlussleitung anzuschließen. Diese ist auf eine Länge von 34 mm von der äußeren Ummantelung zu befreien.

Die einzelnen Adern werden dann auf eine Länge von 5 mm abisoliert und mit je einer Aderendhülse versehen. Vor dem Anschließen erfolgt die Montage der Zugentlastung.

Die Netzleitung ist dazu so in den Zugentlastungsknebel zu legen, dass die Ummantelung der Leitung auf der Innenseite etwa 4 mm übersteht.

Mit dem Einpressen des Knebels inkl.

Netzleitung in die Bohrung der Rückwand wird eine wirksame Zugentlastung hergestellt. Beim Anschließen der Netzleitung ist die Beschriftung der Klemmleiste KL 1 zu beachten.

Ist der Aufbau soweit fortgeschritten, kann dann der Einbau der Platine ins Gehäuse erfolgen.

Die Platine wird in das Gehäuseunterteil abgesenkt und zusammen mit der Front- und Rückplatte festgeschraubt. Nachdem die korrekte Lage der Bauteile und Leitungen nochmals geprüft wurde, ist das Gehäuse mit dem Aufsetzen des Oberteils zu schließen.

Nach dem Ankleben der Gehäusefüße und der Montage des Drehknopfes ist der Nachbau abgeschlossen und es folgt die Inbetriebnahme.

Inbetriebnahme und Bedienung

Da das Gerät keine Abgleichpunkte besitzt, beschränkt sich die Inbetriebnahme auf eine Funktionskontrolle.

Nach dem Einstecken des Netzsteckers in eine frei zugängliche korrekt angeschlossene Steckdose müssen die LEDs „Netz“ und „PE OK“ leuchten.

Zur Kennzeichnung des mit dem Außenleiter belegten Anschlusses muss weiterhin entweder die LED „Phase A“ oder „Phase B“ leuchten. Der Dreheschalter zur Einstellung des Fehlerstromes sollte auf „0“ stehen, da so ein versehentliches Auslösen des FI-Schutzschalters verhindert wird.

Für einen Test des FI-Schutzschalters ist dann der zugehörige Fehlerstrom einzustellen.

Da nach dem Test der Schutzschalter ausgelöst ist, kann je nach Hausinstallation ggf. die Spannungsversorgung für das komplette Haus abgeschaltet sein. Daher sollte vor einem FI-Test stets alle Hausbewohner darüber informiert werden.

Die Überprüfung des FI-Schutzschalters wird mit Betätigung der „FI-Test“-Taste ausgeführt. Dabei leuchtet die LED „Test“ kurzzeitig auf.

Anschließend muss der FI-Schutzschalter ausgelöst haben und alle dem FI-Schutzschalter zugeordneten Leitungsstränge im Haus müssen spannungsfrei sein.

Am FI-Tester dürfen somit nach dem erfolgreichen Test keine LEDs mehr leuchten.

Mit dem neuen ELV-FI-Tester lässt sich auf einfache Weise eine Prüfung der Hausinstallation durchführen.

Mit einem Blick kann die korrekte Beschaltung einer Steckdose risikolos geprüft werden.

Ein einziger Tastendruck prüft die Funktion des FI-Schutzschalters in Verbindung mit der Hausinstallation.

