



# Einschaltoptimierung für Großverbraucher bis 4000 VA

**Diese neue Einschaltoptimierung verhindert das Ansprechen der Netzsicherung beim Einschalten von Großverbrauchern.**

## Allgemeines

Bei einer Vielzahl von Verbrauchern für das 230V-Netz liegt der Einschalt- oder Anlaufstrom um ein Vielfaches höher als der Nennstrom. Gerade größere Motoren und Leistungstrafos wirken im Einschaltmoment oft wie ein Kurzschluß für die Versorgungsspannung. Glühlampen, wie z. B. Halogenfluter, besitzen im kalten Zustand nur etwa 7% des Innenwiderstandes vom Nennbetrieb.

Bei Kleinverbrauchern spielt dieser Effekt eine untergeordnete Rolle. Großverbraucher hingegen, deren Nennstrom bereits in der Größenordnung der vorgeschalteten Netzsicherung liegt, können diese ansprechen lassen. Diese Verbraucher können somit nicht bestimmungsgemäß in Betrieb genommen werden, auch wenn die Netzsicherung für den normalen Betrieb ausreicht.

Die Einschaltoptimierung von ELV verhindert das Ansprechen der Netzsicherung, indem im Einschaltmoment eine Strombegrenzung durch einen speziellen, impulsfesten NTC-Serienwiderstand vorgenommen wird. Nach Begrenzung der Stromspitze unterscheidet die ELV-Einschaltoptimierung jetzt 2 Bereiche, je nach Scheinleistung des angeschlossenen Verbrauchers:

1. Die angeschlossene Scheinleistung ist kleiner als 200 VA. In diesem Betriebsfall reduziert sich der Serienwiderstand des NTC kontinuierlich, bis ein vom Strom abhängiger, stationärer Wert erreicht ist. Der Verbraucher wird in diesem Betriebsfall über den NTC betrieben.
2. Die angeschlossene Scheinleistung ist größer als 200 VA. Nach einer lastabhängigen Zeitspanne von 0,4 bis 1 s schaltet ein 16A-Leistungsrelais den Verbraucher direkt ans Netz und überbrückt den NTC.

Die Einschaltoptimierung ist für praktisch alle Netzverbraucher mit Dauer-Nennströmen von bis zu 16 A geeignet. Es spielt keine Rolle, ob es sich um ohmsche, induktive, kapazitive und Mischlasten handelt, da der Strom durch einen rein ohmschen Widerstand begrenzt wird.

Die innovative Schaltung ist in einem Stecker-Steckdosengehäuse untergebracht für einen denkbar einfachen Einsatz: Der Verbraucher wird nicht direkt mit dem Netz verbunden, sondern über das Stecker-Steckdosengehäuse. Wichtig dabei ist nur, daß die Einschaltoptimierung zunächst mit dem Netz verbunden wird, bevor der Verbraucher in die integrierte Netzsteckdose gesteckt wird. Damit ist sichergestellt, daß sich die Schaltung bereits im stationären Zustand befindet, bevor der Verbraucher zugeschaltet wird.

## Schaltung

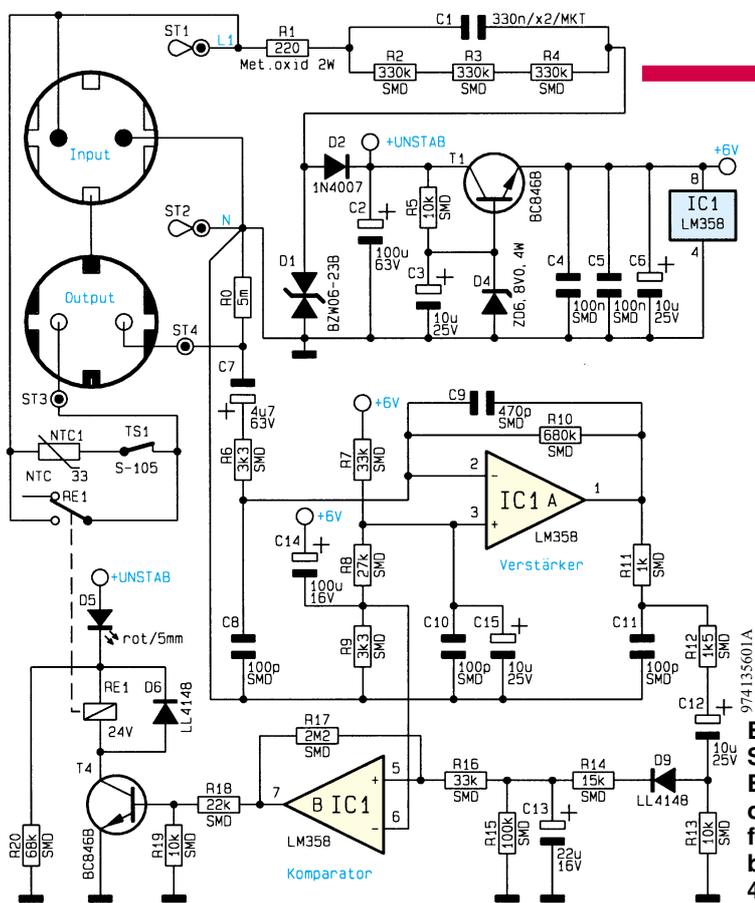
Abbildung 1 zeigt das Schaltbild der Einschaltoptimierung. Zwischen ST 1 und ST 2 steht die 230V-Netzspannung an. Ein Kondensatornetzteil realisiert die Spannungsversorgung der Gesamtschaltung. Der X2-Kondensator C 1 liegt in Reihe mit der Transil-Schutzdiode D 1, die wie eine bidirektionale Z-Diode arbeitet.

An D 1 liegt eine 50Hz-Rechteckspannung mit einer Amplitude von 24 V an. Die Diode D 2 bildet einen Einweg-Gleichrichter und lädt C 2 auf ca. 23 V auf. Dies ist die unstabilisierte Versorgungsspannung, mit der das Leistungsrelais RE 1 geschaltet wird. Der als Längsregler arbeitende Transistor T 1 stabilisiert die Versorgungsspannung für den restlichen Schaltungsteil auf 6 V.

Zentrales Bauelement für den Sanftanlauf stellt der Heißeiter NTC 1 dar. Hierbei handelt es sich um einen speziell für den Sanftanlauf konzipierten Heißeiter mit einem Nennwiderstand von 33  $\Omega$  bei 25°C. Unter der Annahme, daß der Verbraucher im Einschaltmoment einen Kurzschluß darstellt, ergibt sich der maximale Einschaltstrom zu  $230V/33\Omega = 7A$ , wodurch die Netzsicherung im allgemeinen nicht anspricht.

Nachdem die Stromspitze während des Einschaltens begrenzt wurde, ruft die zwischen ST 3 und ST 4 geschaltete Last einen Laststrom hervor, der über NTC 1 und die Temperatursicherung TS 1 fließt. Der Laststrom wird gleichzeitig über den Shuntwiderstand R 0 gemessen. Je nach Größe ergeben sich wie bereits vorstehend erläutert 2 Betriebsfälle:

1. Ist der gemessene Strom kleiner als eine entsprechende Scheinleistung von 200 VA, schaltet das Relais nicht, da der NTC in diesem Fall ausreicht, um den Strom zu führen. Der NTC erwärmt



**Bild 1:**  
Schaltbild der  
Schalt-  
optimierung  
für Großver-  
braucher bis  
4000 VA

sich, wodurch der Widerstandswert kontinuierlich abnimmt. Der Strom steigt an, bis der stationäre Wert erreicht wird. Der erreichte Widerstandswert  $R_{NTC}$  läßt sich mit der Näherungsformel  $R_{NTC} = 1,78 \times I^{-1,37}$  errechnen, wobei die Minimal- und Maximalwerte zwischen  $0,5 \Omega$  und  $33 \Omega$  liegen.

2. Ist hingegen die Scheinleistung größer als 200 VA, so wird nach 0,4 bis 1 s das Relais geschaltet und übernimmt den Laststrom.

Die Temperatursicherung TS 1 ist aus Sicherheitsgründen in den Lastkreis geschaltet und löst bei einer Temperatur von  $106^\circ\text{C}$  aus. Falls es durch Überlastung des NTCs bei defekter Schaltung zu einer unzulässigen Temperaturerhöhung im Gehäuseinneren kommt, wird der Verbraucher automatisch abgeschaltet.

Die vorher bereits erwähnte Strommessung erfolgt über den Shuntwiderstand R 0. Dieser liefert eine dem Strom proportionale Spannung, die über C 7 abgegriffen wird. Diese Spannung gelangt auf den mit IC 1 A realisierten invertierenden Verstärker, der den Signalpegel um den Faktor  $R10/R6 = 680k/3k3 = 206$  anhebt. Der Spannungsteiler R7/R8/R9 legt den Gleichspannungspegel dieser Verstärkerschaltung auf ca. 3 V fest, so daß sich die verstärkte Wechselspannung um diesen Wert herum bewegt.

Die Wechselspannung gelangt über R 12 und C 12 auf den mit D 9, R 14, C 13 und R 15 realisierten Einweggleichrichter. IC 1 B bildet in Verbindung mit R 16 und R 17 einen Komparator mit einer Hysterese von ca. 100 mV. Ist die gleichgerichtete

Spannung größer als 0,3 V schaltet der Transistor T 4 das Leistungsrelais durch. Die Schaltung wurde so dimensioniert, daß die Schaltschwelle bei 0,87 A liegt, was einer Verbraucherscheinleistung von 200 VA entspricht.

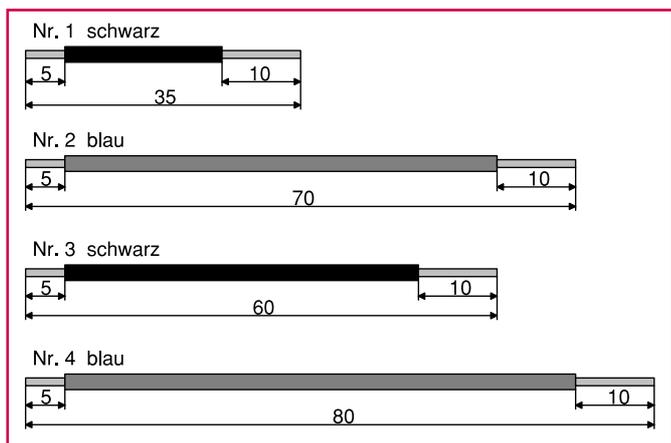
### Nachbau

Die Schaltung (Abb. 1) ist in dem neuen ELV-Stecker-Steckdosengehäuse untergebracht, das sich insbesondere durch Formschönheit und einfache Montage auszeichnet. Die  $60 \times 61$  mm messende einseitige Platine ist sowohl mit SMD- als auch mit bedrahteten Bauelementen zu bestücken.

Die SMD-Bauelemente befinden sich ausschließlich auf der Lötseite und werden anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste montiert. Die Bauelemente sind mit einer Pinzette zu platzieren, festzuhalten und zu verlöten. Die Reihenfolge der Montage sollte wie folgt sein: Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Dioden, IC 1.

Die Widerstände R 2 bis R 4 sind in der Bauform 1206 ausgeführt, die restlichen Widerstände in 0805. Bei der Montage von IC 1 ist auf die Übereinstimmung der Markierungen im Bestückungs-

**Bild 2:**  
Vorzubereitende  
Kabelabschnitte



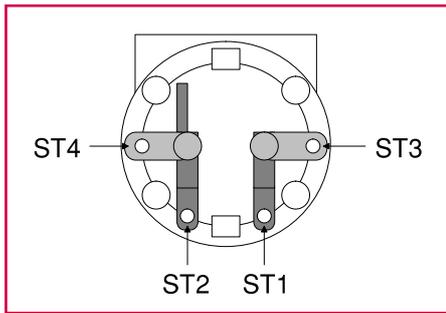
druck und auf dem Bauteil zu achten. Bei der Montage ist äußerst sorgfältig vorzugehen, um beim Verlöten Kurzschlüsse zu vermeiden.

Die bedrahteten Bauteile befinden sich auf der Komponentenseite und werden ebenfalls anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste montiert. Wir beginnen mit dem Shuntwiderstand R 0, der aus 1,2 mm starkem Manganindraht besteht. Der Draht ist an beiden Enden um  $90^\circ$  abzuwinkeln, so daß sich ein Rastermaß von 10 mm ergibt. Für die Montage wird der so vorgefertigte Shuntwiderstand durch die vorgesehenen Bohrungen geschoben, bis er auf der Platine aufliegt. Auf der Lötseite wird er unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind zu kürzen, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen.

Es folgt die Montage aller weiteren Bauelemente, bis auf die Temperatursicherung TS 1 und das Relais RE 1. Die Bauteile werden eingesetzt und die Anschlußbeine auf der Rückseite leicht auseinandergebogen. Anschließend erfolgt das Verlöten. Auch hier sind die Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider zu kürzen. Beim Einbau der Leuchtdiode D 5 ist zu beachten, daß der Abstand zwischen Gehäuse und Platinenoberfläche 14 mm beträgt.

Im folgenden Schritt werden die Anschlußkabel montiert, die, wie in Abbildung 2 gezeigt, vorzubereiten sind. Das 35 mm lange, schwarze Kabel (Nr. 1) wird mit dem auf 5 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 1 eingeführt und auf der Rückseite unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet. Beim Einführen ist darauf zu achten, daß jede einzelne Ader mit durch die Bohrung geschoben wird. Das 60 mm lange, schwarze Kabel (Nr. 3) ist mit dem auf 5 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 3 einzuführen und zu verlöten. Die beiden blauen Kabel werden mit den auf 5 mm abisolierten Enden in den Bohrungen ST 2 (Nr. 2) und ST 4 (Nr. 4) verlötet.

An dieser Stelle sind die Buchsenkontakte in die seitlichen Schlitz des Steckers zu schieben. Die Anschlußbelegung für



**Bild 3: Anschlußbelegung des Steckereinsatzes**

den so vorbereiteten Stecker ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die auf 10 mm abisolierten Enden der vorher in der Platine verlöteten Kabel sind jeweils von der Unterseite her in die Bohrungen der Anschlüsse einzuführen und so umzubiegen, daß kein Herausrutschen des Kabels mehr möglich ist. Jetzt wird unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

Im nächsten Schritt erfolgt der Einbau die Temperatursicherung TS 1. Dabei ist besondere Vorsicht geboten, da diese bereits bei einer Temperatur von 106°C irreversibel zerstört wird. Der Abstand zwischen Gehäuse und Platinenoberfläche soll 5 mm betragen. Am günstigsten ist es, die Anschlußbeine beim Verlöten auf der Komponentenseite mit einer Spitzzange o. ä.

festzuhalten, damit die Wärme bereits vor dem Bauteil abgeführt wird. Auf kurze Lötzeiten ist zu achten. Im Anschluß folgt das Einsetzen und Verlöten von RE 1.

Bevor die so fertiggestellte und komplett mit dem Stecker verkabelte Platine in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt wird, müssen sowohl die korrekte Bestückung als auch das saubere Verlöten kontrolliert werden. Der Stecker ist mit der abgeflachten Seite nach obenweisend in das Loch der Unterhalbschale einzusetzen und fest anzudrücken. Die Platine wird mit zwei Knippingschrauben 2,2 x 6,5 mm

festgeschraubt. Nachfolgend ist der Schutzkontaktverbinder in den Steckereinsatz einzusetzen.

In die Steckdosenabdeckung muß die Kindersicherung wie folgt eingebaut werden:

- Einsetzen des Abdeckplättchens
- Einbau der Feder
- Aufsetzen der Abdeckung

Die so komplettierte Steckdosenabdeckung ist mit der runden Seite nach untenweisend in den Steckereinsatz einzusetzen und so weit wie möglich hineinzudrücken. Im letzten Schritt folgt das Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale und das Verschrauben mit den 4 Gehäuseschrauben auf der Unterseite. Damit ist der Nachbau fertiggestellt, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

**Achtung:** Innerhalb des Gerätes ist die lebensgefährliche 230V-Netzspannung frei geführt. Aufbau und Inbetriebnahme dürfen daher nur von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die geltenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

Das Gerät darf nur in einwandfrei aufgebautem und ordnungsgemäß geschlossenem Gehäuse in Betrieb genommen werden. **ELV**

### Stückliste: Einschalt-optimierung für Großverbraucher

#### Widerstände:

2cm Manganindraht,	
5mΩ (0,3835Ω/m) .....	R0
220Ω/Metalloxid/2W .....	R1
1kΩ/SMD .....	R11
1,5kΩ/SMD .....	R12
3,3kΩ/SMD .....	R6, R9
10kΩ/SMD .....	R5, R13, R19
15kΩ/SMD .....	R14
22kΩ/SMD .....	R18
27kΩ/SMD .....	R8
33kΩ/SMD .....	R7, R16
68kΩ/SMD .....	R20
100kΩ/SMD .....	R15
330kΩ/SMD .....	R2-R4
680kΩ/SMD .....	R10
2,2MΩ/SMD .....	R17

#### Kondensatoren:

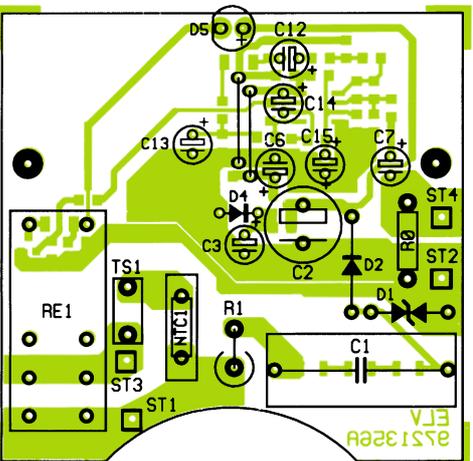
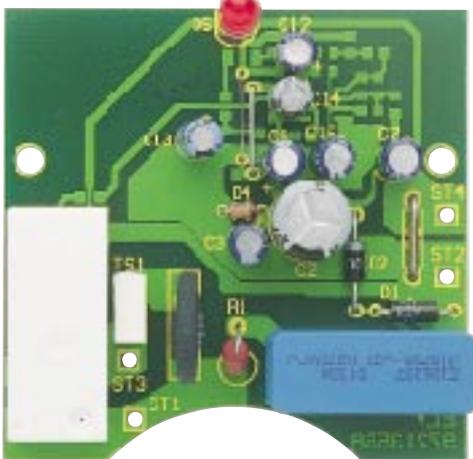
100pF/SMD .....	C8, C10, C11
470pF/SMD .....	C9
100nF/SMD .....	C4, C5
330nF/X2/MKT .....	C1
4,7µF/63V .....	C7
10µF/25V .....	C3, C6, C12, C15
22µF/16V .....	C13
100µF/16V .....	C14
100µF/63V .....	C2

#### Halbleiter:

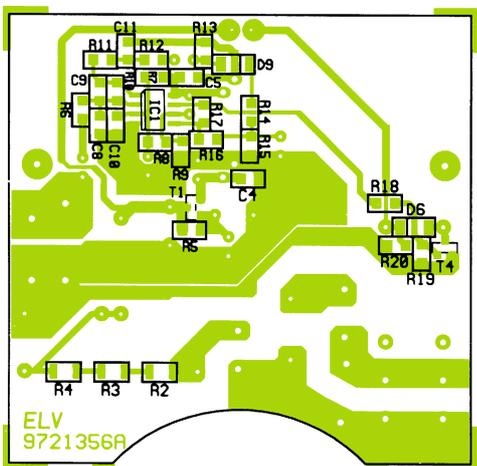
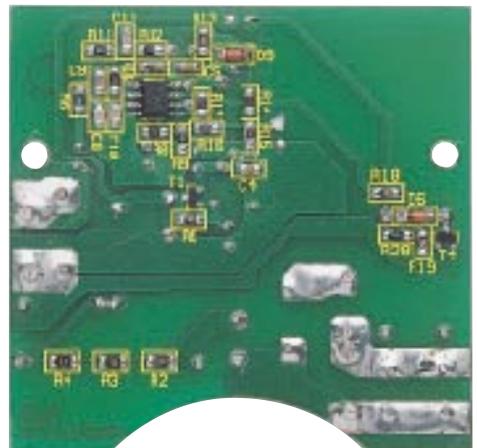
LM358/SMD .....	IC1
BC846B .....	T1, T4
BZW06-23B .....	D1
1N4007 .....	D2
ZPD6,8V/0,4W .....	D4
LL4148 .....	D6, D9
LED, 5 mm, rot .....	D5

#### Sonstiges:

NTC33 .....	NTC1
Temperatursicherung, S-105 .....	TS1
Relais, 24V, 1 x um/16 A .....	RE1
1 Stecker/Steckdosen-Gehäuse, komplett	
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
10 cm Schaltdraht,	
ST1 x 1,5 mm <sup>2</sup> , schwarz	
15cm Schaltdraht, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , blau	



**Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**



**Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**