



Sofortstarter für Leuchtstofflampen in SMD-Technologie

Flackerfreies und schnelles Einschalten von Leuchtstofflampen ermöglicht der hier vorgestellte Elektronik-Starter. Die Schaltung ist in modernster SMD-Technologie aufgebaut und befindet sich im gleichen Gehäuse wie ein herkömmlicher Starter, wodurch ein problemloser Austausch möglich ist.

Allgemeines

Hunderttausendfach bewährt hat sich die Schaltung des Elektronik-Schnellstarters, den wir Ihnen im „ELVjournal“ 4/90 erstmals vorgestellt haben. Im vorliegenden Artikel beschreiben wir eine Weiterentwicklung mit neuem integrierten Zündbaustein und optimierter Schaltungstechnik, die sich durch entscheidende Vorteile auszeichnet:

- absolut zuverlässiger Sofortstart innerhalb 300 ms (!)
- großer Temperatur-Einsatzbereich von -25°C (!) bis +50°C
- besonders lampenschonender Startvorgang durch erhöhten Vorglühstrom
- bis zu 100 % Lebensdauerverlängerung der Leuchtstofflampe.

Die eindrucksvollen technischen Daten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Bemerkenswert ist die blitzschnelle Zündung, selbst bei sehr niedrigen Temperaturen. Dies ist erst durch eine schaltungstechnische Besonderheit möglich geworden, die darin besteht, den Vorglühstrom auf den 1,4fachen Wert zu erhöhen wie dies bei konventionellen Startern möglich ist.

Der engagierte Elektroniker wird nun

vielleicht spontan fragen wie dies funktionieren soll - denn ein höherer Stromfluß, wie ein konventioneller Starter durch direkten Kurzschluß der beiden Anschlußpins erzeugt, wird kaum möglich sein. Eine kleine und doch außerordentlich effektive Schaltungsvariante macht es möglich, und führt in Verbindung mit einem neuen integrierten Zündbaustein zu den erwähnten günstigen Eigenschaften des neuen ELV-Sofortstarters.

Bleibt an dieser Stelle noch kurz zu erwähnen, daß die neue Schaltung Anfang 1993 im Rahmen eines industriellen Versuches inklusiv Einzelversuchen rund 10.000fach erprobt wurde.

**Tabelle 1:
Technische Daten Sofortstarter**

Lampenleistung:	18 - 125 W
Betriebstemperatur:	-25°C bis + 50°C
Startzeit:	≤ 300 ms
Abmessungen:	
Startergehäuse:	Ø 21mm x 39 mm
Leiterplatte:	26 x 17 mm
Gewicht:	7 g
Besonderheiten: bis zu doppelter Lebensdauer der Leuchtstofflampe durch lampenschonenden Startvorgang mit erhöhtem Vorglühstrom	

Weitere Vorteile des ELV-Sofortstarters liegen in der im Zündbaustein implementierten Zündüberwachung. Im Falle einer defekten Leuchtstoffröhre unterdrückt die Elektronik weitere Zündversuche und unterbricht den Stromfluß. Hierdurch wird zum einen weniger Energie verbraucht und zum anderen tritt kein störendes Flackern auf.

Damit die Schaltung bequem in ein Startergehäuse mit konventionellen Abmessungen eingebaut werden kann, sind mehrere Komponenten in SMD-Technik ausgeführt. Zum einfachen Nachbau sind die SMD-Komponenten bei den Bausätzen bereits vorbestückt. Eine ruhige Hand fürs Bestücken und Löten sollte man allerdings schon haben, da die Schaltung in ihrer Gesamtheit recht klein ist.

Der fertige Starter ist für Leuchtstofflampen mit einer Leistung zwischen 18 W und 125 W ausgelegt und somit für nahezu alle gängigen Typen einsetzbar.

Bevor wir nun auf die Schaltung des ELV-Sofortstarters im einzelnen eingehen, wollen wir uns zunächst der grundsätzlichen Funktionsweise einer Leuchtstofflampe sowie einigen weiteren wichtigen Aspekten zuwenden.

Standard-Starter

Für den technisch interessierten Leser wollen wir an dieser Stelle die grundsätzliche Funktionsweise einer Leuchtstofflampenschaltung unter Verwendung eines Standard-Starters erläutern und im Anschluß daran, auf einige wesentliche Aspekte zur Lebensdauerverlängerung und Lampenschonung eingehen.

In Abbildung 1 ist die Standard-Schaltung für den Betrieb einer Leuchtstoffröhre dargestellt. Die Funktionsweise sieht im einzelnen wie folgt aus:

Sobald der Schalter S 1 geschlossen wird, steht die 230 V-Wechselspannung über der Drossel DR 1 und den Heizwendeln der Leuchtstofflampe am Starter ST 1 an. Dieser besteht im allgemeinen aus einem Glimmzünder mit integriertem Bimetallkontakt, einem Entstörkondensator, zwei Anschlußkontakten mit Trägerplatte und dem zugehörigen Kunststoffgehäuse.

Nach dem Anlegen der Netzspannung wird die Gasentladung des Glimmzünders aktiviert, wodurch der zuvor geöffnete Bimetallschalter durch die Erwärmung den Stromkreis schließt. Über den geschlossenen Schalter fließt nun ein hoher Strom durch die Glühelktroden der Leuchtstofflampe, der im wesentlichen durch die Induktivität der Drossel DR 1 begrenzt wird. Durch die Beheizung der Elektroden wird die Voraussetzung für die spätere Zündbarkeit der Röhre geschaffen, da nur dann in ausreichendem Maße Ladungsträger in

das zu ionisierende Gas abgegeben werden.

Gleichzeitig mit Schließen der Bimetallkontakte im Glimmzünder verlöscht auch die Gasentladung, und die Bimetallelektroden kühlen ab. Nach kurzer Zeit öffnet sich daher dieser Bimetallschalter wieder. Im Moment des Öffnens des Kontaktes wird der Stromfluß abrupt unterbrochen. Aufgrund der Eigenschaften einer Induktivität (hier: der Drossel DR 1), versucht DR 1 den Stromfluß aufrecht zu erhalten, was sich in einem Anstieg der Spannung an DR 1 auf z. T. weit über 1000 V niederschlägt. Diese Spannung reicht aus, die Leuchtstofflampe zu zünden.

Danach wirkt die Drossel als induktiver Ballastwiderstand für die in der Leuchtstoffröhre gezündete Glimmentladung. Ohne diese Maßnahme würde sich die Gasentladung aufgrund ihrer negativen I/U-Kennlinie sofort zur Bogenentladung und zum Kurzschluß entwickeln.

Da die Lampenbetriebsspannung nur ungefähr bei der halben Netzspannung liegt, fällt die restliche Spannung an der Drossel DR 1 ab, d. h. auch am Glimmzünder steht nur noch die verringerte Spannung an. Hierdurch kann die Gasentladung im Glimmzünder nicht mehr aktiviert werden und der Bimetallkontakt bleibt geöffnet. Der parallelgeschaltete Kondensator C 1 dient zur Unterdrückung von Störimpulsen.

Das Flackern einer Leuchtstoffröhre beim Einschalten kommt zum einen durch nicht ausreichende Vorheizung und zum anderen durch Öffnen des Bimetallschalters in der Nähe des Nulldurchgangs des

Betriebsstromes zustande. Hierbei kann nämlich die Drossel nicht die erforderliche hohe Zündspannung bereitstellen, und der Startvorgang wird nicht erfolgreich durchgeführt.

Die Anzahl der erforderlichen Startvorgänge hängt von den unterschiedlichsten Einflußfaktoren ab (Zündzeitpunkt, Lampentemperatur, parasitäre Kapazitäten, ja selbst Luftfeuchtigkeit und Luftdruck spielen eine gewisse Rolle!). Hier bietet sich der Einsatz eines elektronischen Starters an.

Lebensdauer-Verlängerung

Um Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer einer Leuchtstoffröhre treffen zu können, ist die Kenntnis der wesentlichen Einflußfaktoren erforderlich, die zur Reduzierung der Lebensdauer führen. Dann

höher, nämlich in der Größenordnung von 6000 bis 8000 Betriebsstunden. Wenn Sie eine Leuchtstoffröhre jedoch im Dauerbetrieb einsetzen, können ohne weiteres 20.000 bis 30.000 Betriebsstunden erreicht werden, d. h. einmal eingeschaltet, ist mit einem Ausfall erst nach rund 3 Jahren „rund um die Uhr Betrieb“ zu rechnen.

Diese rund viermal höhere Lebensdauer belegt eindrucksvoll die außerordentlich schädigende Wirkung des „normalen“ Startvorgangs einer Leuchtstofflampe. Hier wird nämlich, wie bereits weiter vorstehend beschrieben, unkontrolliert und zum Teil ohne ausreichende Vorwärmung der Glühwendeln, innerhalb der Leuchtstoffröhre, versucht zu zünden, woraus die Schädigung der inneren Lampenstruktur resultiert.

Abhilfe kann hier in optimierter Weise der kontrollierte Ablauf des Zündvorganges schaffen.

Zum einen muß die Leuchtstoffröhre aus-

reichend über die innen an den Lampenenden befindlichen Glühwendeln vorgewärmt werden - der entscheidende Schritt zur Lebensdauererlängerung schlechthin. Die Erwärmung ist durch das Aufglimmen der Glühwendeln auch optisch gut erkennbar.

Zum anderen sollte anschließend ein ausreichend hoher Zündimpuls gezielt die Zündung herbeiführen, ohne daß durch den eventuellen Abbruch des Zündvorganges Schädigungen im Inneren der Leuchtstoffröhre auftreten können.

Vorstehende Forderungen werden durch die hier vorgestellte elektronische Schaltung erfüllt, wobei ein absolut sicheres Zünden gewährleistet ist. Auch bei 1000 aufeinanderfolgenden Zündungen wird kein einziger Ausfall zu registrieren sein, es sein denn, die Leuchtstofflampe selbst ist defekt (darauf hat natürlich der Elektronik-Starter keinen Einfluß).

Der ELV-Sofortstarter sorgt somit nicht allein für eine flackerfreie und vor allem schonende und dabei schnelle Zündung, sondern trägt darüber hinaus zu einer erheblichen Lebensdauererlängerung auf rund den doppelten Wert, wie er bei herkömmlichen Startern erreicht würde bei, d. h. der Einsatz ist sehr wirtschaftlich.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir uns nun der Schaltungstechnik des ELV-Sofortstarters zuwenden, der das schonende und zuverlässige Zünden Ihrer Leuchtstofflampe sicherstellt.

100 % zuverlässiger Sofortstart Ihrer Leuchtstofflampe innerhalb von 0,3 Sekunden

brauchen nur noch die ungünstigen Faktoren beseitigt oder gemindert zu werden und schon haben Sie länger Freude an Ihrer Leuchtstofflampe gepaart mit einer Reduzierung der Kosten, da eine Neuanschaffung erst zu einem späteren Zeitpunkt nötig wird.

Die Lebensdauer einer „normalen“ Glühlampe liegt bei rund 1000 bis 2000 Stunden, je nach Beanspruchung. Hier spielt die Wärmeabfuhr eine genauso wichtige Rolle wie die Häufigkeit des Einschaltens.

Bei einer Leuchtstofflampe liegt die mittlere Lebensdauer um ein Mehrfaches

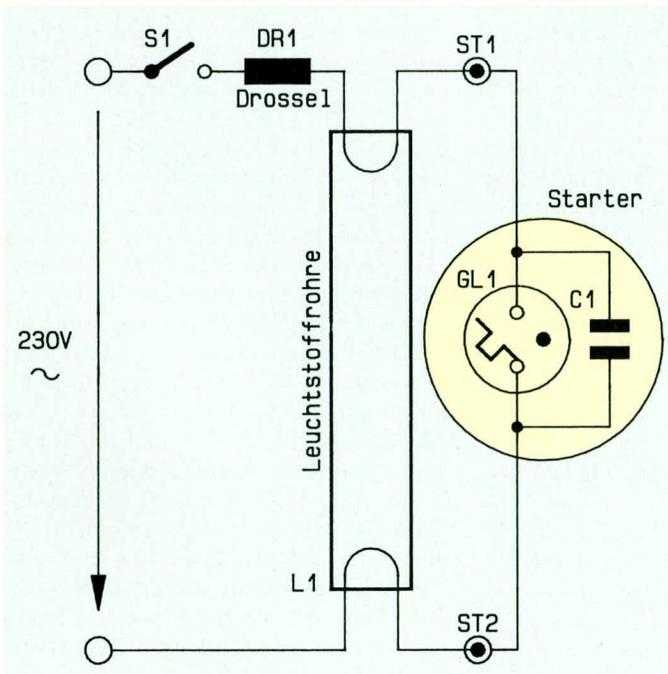


Bild 1: Standard-Schaltung für den Betrieb einer Leuchtstoffröhre

Schaltung

In Abbildung 2 ist das komplette Schaltbild des ELV-Sofortstarters inklusive der

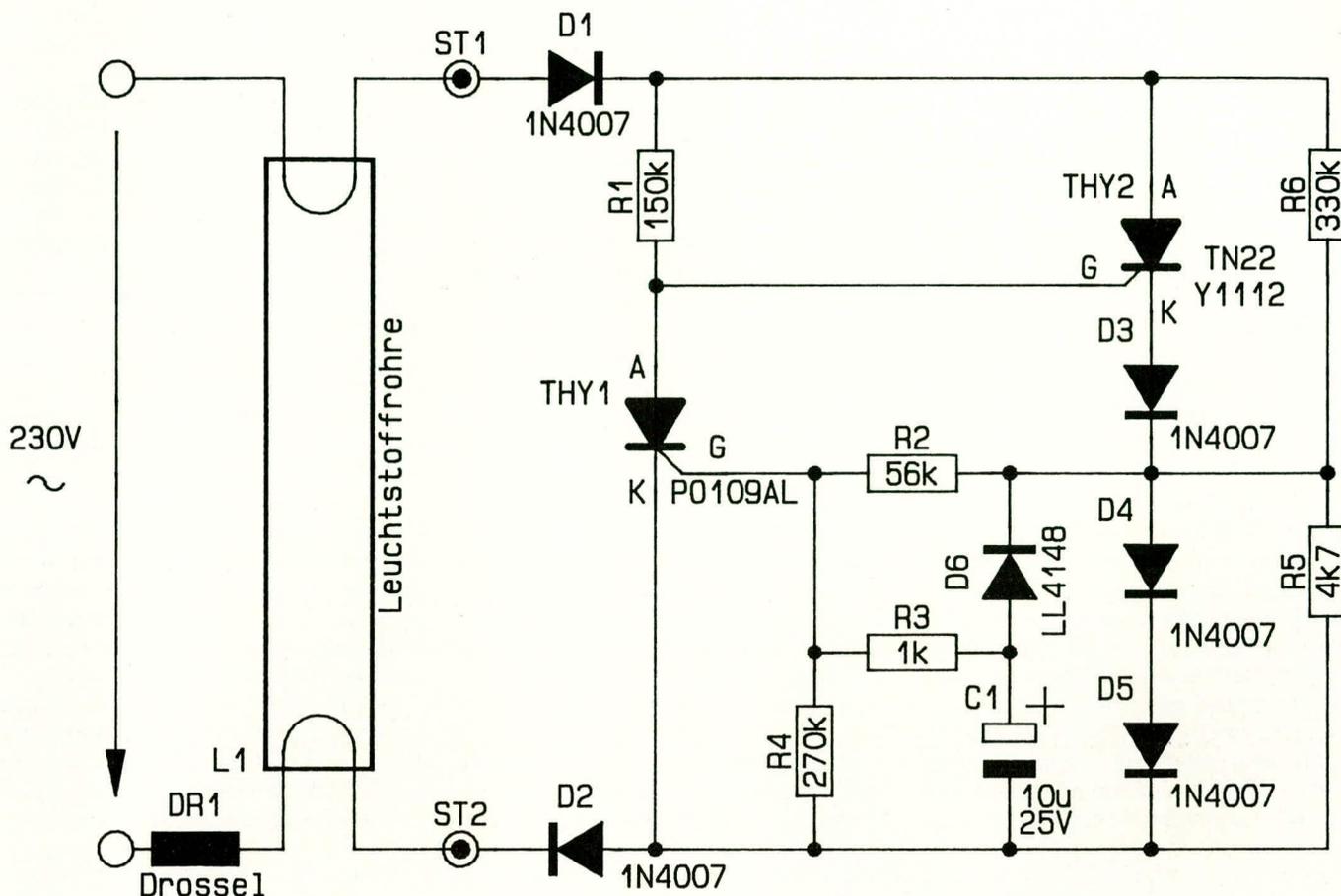


Bild 2: Schaltbild des Sofortstarters für Leuchtstofflampen

Leuchtstoffröhre mit vorgeschalteter Drossel dargestellt. Genau wie in Abbildung 1, ist die Drossel und die Leuchtstoffröhre unverändert vorhanden, lediglich der konventionelle Starter wird gegen die Elektronik an den Anschlußstiften ST 1 und ST 2 ausgetauscht.

Durch die kompakte Aufbauweise paßt die komplette Schaltung in ein dafür bereitstehendes Startergehäuse, das die gleichen Abmessungen wie ein herkömmlicher Starter besitzt. Auf diese Weise ist ein nachträglicher Austausch dieses neuen Elektronik-Starters gegen einen Standard-Starter höchst einfach möglich.

Zentrales Bauelement ist der Halbleiterbaustein des Typs TN22, der speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt wurde. Hierbei handelt es sich um einen Darling-ton-gekoppelten Thyristor mit einer hohen Empfindlichkeit und einer speziellen Unterbrechungsstrom-Charakteristik. Der Auslösestrom liegt bei lediglich 2 mA und der Abreißstrom beträgt mindestens 175 mA (typ. 200 mA). Darüber hinaus besitzt der TN22 eine integrierte Avalanche-Z-Diode (eine extrem impulsfeste und schnelle Z-Diode) mit einer Spitzenbelastbarkeit von 300 W und einer Z-Spannung von 1200 V bis 1500 V zur Erzielung eines definierten Zündspannungspegels.

Unmittelbar nach dem Einschalten liegt an den Platinenanschlüßpunkten ST 1 und

ST 2 die volle Netzwechselspannung an. Die Dioden D 1 und D 2 sorgen dafür, daß die gesamte Starter-Elektronik nur mit der positiven Halbwellen beaufschlagt wird. Der integrierte Zündbaustein THY 2 erhält nun über den Vorwiderstand R 1 seinen Zündstrom und steuert daher bei jeder positiven Halbwellen durch. Während der negativen Halbwellen ist allein schon aufgrund der Dioden D 1 und D 2 kein Stromfluß möglich, wobei zusätzlich auch THY 2 sperrt.

Dieser Halbwellenbetrieb ist der entscheidende Faktor zur Erhöhung des Vorglühstromes durch die Leuchtstoffröhre und damit zur Verkürzung der Startzeit auf ein Minimum, gepaart mit der Startsicherheit und dem stark erweiterten Betriebstemperaturbereich.

Im ersten Moment wird man sich feststellen, daß aufgrund des Halbwellenbetriebes nur der halbe Strom fließen kann. Bedingt durch den Halbwellenbetrieb geht jedoch die Drossel als wesentliches Bauelement zur Strombegrenzung in die Sättigung, da sie stark gleichspannungsmäßig belastet wird und ihre Induktivität dadurch nahezu vollständig verliert. Von der Drossel DR 1 bleibt somit nur noch der ohmsche Widerstand der Kupferwicklung wirksam,

was zu einer erheblichen Erhöhung des Vorglühstromes führt.

Die beiden Glühelktroden an den Enden im Inneren der Leuchtstoffröhre leuchten unmittelbar nach dem Einschalten erheblich heller auf, als bei konventionellen Startern, so daß bereits nach 0,3 sek. der eigentliche Zündvorgang absolut zuverlässig ausgelöst wird. Selbst bei etwas älteren Leuchtstoffröhren, die sonst nicht mehr so leicht zünden, und bei sehr niedrigen Temperaturen ist mit dem ELV-Sofortstarter noch ein Betrieb möglich. Erst wenn die Leuchtstoffröhre vollkommen „verbraucht“ ist bleibt sie erloschen.

Doch fahren wir nun mit der Beschreibung der Schaltungstechnik fort.

Der unmittelbar nach dem Anlegen der Netzspannung gezündete THY 2 führt zu dem erwähnten halbwellengleichgerichteten Stromfluß durch die Drossel und die Glühwendeln der Leuchtstoffröhre. An den Dioden D 4 und D 5 fällt in diesem Betriebszustand eine Spannung von ca. 2 V ab und der Elko C 1 wird über die Widerstände R 2 und R 3 aufgeladen. Nach 0,3 sek. ist die Triggerspannung für den Thyristor THY 1 des Typs PO109AL erreicht, der nun über R 3 gezündet wird.

Dies hat zur Folge, daß die Gate-Spannung des THY 2 von 4 V auf ca. 1 V absinkt. Für die angegebenen Spannungswerte gilt als Bezugspunkt der negativste Schal-

tungspunkt, der am Minuspol des Elkos C 1 vorliegt. Da an der Katode von THY 2 rund 3 V anstehen (Spannungsabfall über D 3 bis D 5), ist das Gate (G) nun negativer als die Katode und THY 2 wird daher beim Unterschreiten des Haltestromes von ca. 200 mA sperren. D 5 dient zum Schutz des Gates vor negativer Stromspeisung.

Sobald die Sinushalbwelle in einen Bereich fährt, der den Haltestrom unterschreiten läßt, sperrt THY 2 schlagartig. Dies entspricht dem Öffnen des Bimetallschalters im Glimmzünder. An der Drossel DR 1 entsteht die bereits erwähnte hohe Impulsspannung für den sicheren Zündvorgang der Leuchtstofflampe. Eine Begrenzung erfolgt auf 1200 V bis 1500 V durch die integrierte Avalanche-Z-Diode in THY 2.

Der Zündvorgang wird absolut zuverlässig ausgeführt, da der THY 2 zu einem definierten Zeitpunkt, nämlich beim Unterschreiten eines Haltestromes von ca. 200 mA, gesperrt, so daß hierdurch die Drossel ihre Zündspannungsspitze ohne „Fehlversuche“ bereitstellen kann.

Nach dem Ausschalten der Leuchtstofflampe wird der Elko C 1 unmittelbar über die Diode D 6 in Verbindung mit R 5 entladen, wodurch in kurzer Zeit ein neuer

erhöhten Stromfluß „knurrt“ die Drossel etwas mehr als gewöhnlich. Dies kommt im wesentlichen durch die Halbwellensteuerung zustande, gepaart mit dem erhöhten Strom. Die Anzeige des Vorglühstromes mit einem konventionellen Multimeter weist auch recht hohe Werte aus, die allerdings erheblich von der Realität abweichen können, so daß wir nachfolgend für den engagierten Elektroniker dazu noch einige Erläuterungen geben wollen:

Bei einer 40 W-Leuchtstofflampe haben wir im ELV-Labor einen Effektivstrom von 970 mA festgestellt, wobei spezielle, extrem aufwendige Meßverfahren, erforderlich sind, bedingt durch den hohen Crestfaktor der Kurvenform des Stromflusses. Zum Vergleich: ein mit konventionellem arhythmischen Mittelwertgleichrichter ausgestattetes Amperemeter zeigte einen Stromwert von 4,7 A und somit einen kraß falschen Wert. Selbst ein Digital-Multimeter mit Effektivwert-Messer in der 2.000,-DM-Klasse zeigte noch 1,57 A als Effektivwert an und lag somit um über 50 % daneben.

Effektivwerte zu messen mit hohen Crestfaktoren ist in der Tat gar nicht so einfach. Zum einen stehen hierzu recht

Die vorstehenden recht detaillierten Erläuterungen sind für viele Techniker sicherlich interessant.

Den Glühwendeln schadet der erhöhte Strom übrigens keinesfalls. Versuche im ELV-Labor, bei denen die Vorglühzeit von 0,3 Sekunden auf über eine Stunde (!) Dauer-Vorglüh erhöht wurde, haben zu keinem Defekt der Glühwendeln geführt. Entsprechende eigene Versuche sollte man tunlichst nicht durchführen, da dies die gesamte Lampe, und insbesondere auch die vorgeschaltete Drossel extrem belastet.

An dieser Stelle wollen wir noch kurz auf die Thematik der Kompensation von Leuchtstofflampen eingehen.

Im privaten Haushaltsbereich finden üblicherweise nur unkompenzierte Leuchtstofflampen Einsatz. Bedingt durch die zur Strombegrenzung dienende Drossel besitzen Leuchtstofflampen eine ausgeprägte Phasenverschiebung zwischen Betriebsspannung und dem fließenden Strom.

Für die Funktion einer Leuchtstofflampe spielt die Phasenverschiebung keine Rolle, und auch das an das E-Werk zu bezahlende Stromentgelt richtet sich im privaten Bereich meist nur nach der reinen

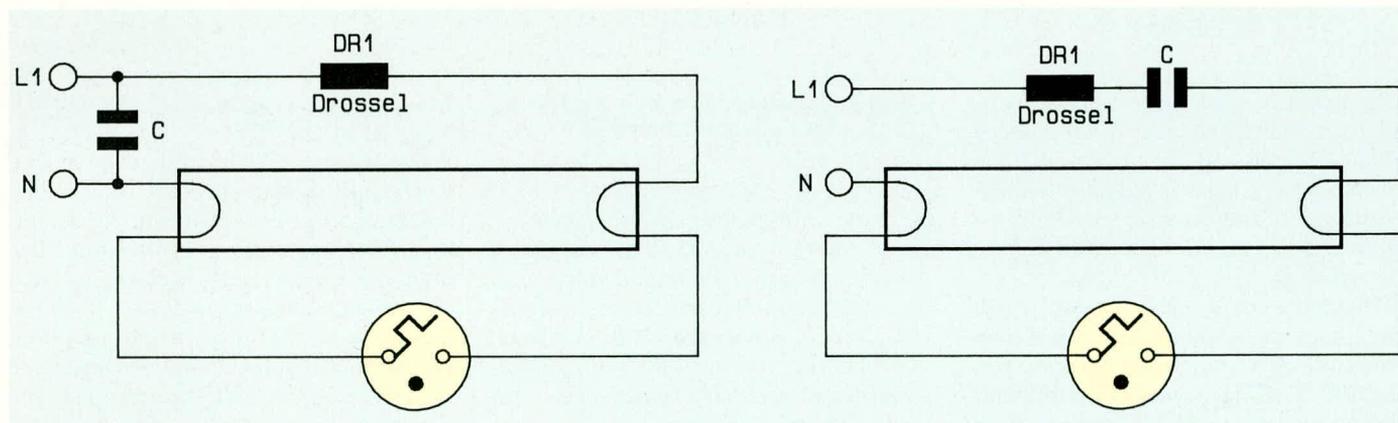


Bild 3 (links): Parallel-Kompensation einer Leuchtstofflampe.

Bild 4 (rechts): Serienkompensation einer Leuchtstofflampe

Einschaltvorgang möglich ist.

Nach diesen Betrachtungen zur Schaltungstechnik sollen für den interessierten Elektroniker noch einige ergänzende Hintergrundinformationen zum Einsatz und zum Verhalten der Schaltung folgen.

Einsatz des ELV-Sofortstarters

Wie bereits erwähnt, kann dieser neue Elektronik-Starter einen konventionellen Starter direkt ersetzen, und zwar für Einzel-Leuchtstofflampen mit einer Leistung zwischen 18 W und 125 W.

Dabei ist es ohne weiteres möglich, an einer mit 16 A abgesicherten Netzleitung 10 bis 15 Leuchtstofflampen, die mit diesem Starter ausgestattet sind, gleichzeitig einzuschalten.

Während des Vorglühvorganges mit dem

teure Spezialmeßgeräte mit Preisen von DM 20.000,- und höher zur Verfügung und zum anderen kann hier die moderne Computertechnik gute Dienste leisten.

Ein genau kalibriertes Speicheroszilloskop nimmt die exakte Kurvenform des Stromes auf und überträgt diese in einen Rechner mit entsprechender Auswertesoftware. Aufgrund des nun bekannten Stromkurvenverlaufes kann der echte Effektivwert außerordentlich präzise berechnet werden. Mit diesem Verfahren sind selbst extreme Kurvenformen mit hohem Oberwellenanteil in ihrem echten Effektivwert bestimmbar.

Wirkleistung, die von der Leuchtstofflampe umgesetzt wird.

Durch die Phasenverschiebung tritt jedoch eine zusätzliche, nicht unerhebliche Blindleistungskomponente auf, so daß die Gesamtleistung, auch als Scheinleistung bezeichnet, ein gutes Stück höher liegen kann.

Im industriellen Bereich ist es daher üblich, daß neben der Wirkleistung zusätzlich auch die Blindleistung zu bezahlen ist. Aus diesem Grunde greift man zu Kompensationsmaßnahmen, die darin bestehen, daß der durch die Drossel hervorgerufene induktive Anteil durch einen ähnlichen großen kapazitiven Anteil kompensiert wird.

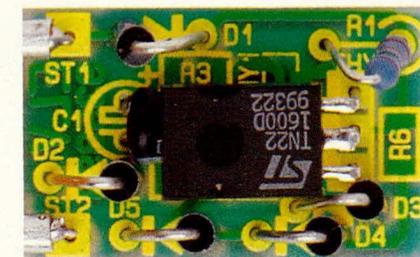
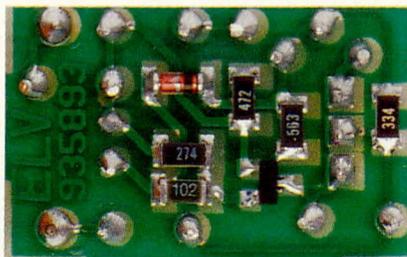
Je nach Leuchtstofflampentyp beträgt die Größe des dazu dienenden Kondensators einige μF bis hin zu 20 μF . Eine genaue, individuelle Dimensionierung die-

ses Kompensationskondensators (üblicherweise MP-Kondensatoren) ist von ausschlaggebender Bedeutung. Bei richtiger Ausführung kann die Phasenlage von Spannung und Strom weitgehend in Übereinstimmung gebracht werden, wodurch sich die Blindleistungskomponente reduziert bzw. ganz entfällt. Dies ist jedoch, wie bereits erwähnt, nur in industriellen Anwendungen von Bedeutung.

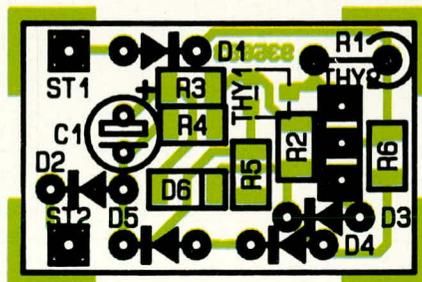
Wir unterscheiden dabei zwischen der Parallel-Kompensation (Abbildung 3) und der Serien-Kompensation (Abbildung 4).

Bei der Parallel-Kompensation würde der hier vorgestellte Elektronik-Starter ebenfalls einwandfrei arbeiten, jedoch wird dieses Kompensationsverfahren immer seltener angewendet, da durch die Kondensatoren Steuersignale, die heutzutage in zunehmendem Maße über die Netzleitungen übertragen werden, eine Beeinträchtigung erfahren.

In Serien-kompensierten Leuchtstoff-



Ansichten der fertig bestückten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan



lampen, wie in Abbildung 4 zu sehen, arbeitet dieser Elektronik-Starter nicht, da bedingt durch die Halbwellengleichrichtung des Elektronik-Starters der Kondensator eine Unterbrechung des Stromflusses bewirkt. Hier kann dann die alte Schaltung aus ELV 4/90 Abhilfe schaffen, allerdings mit dem Nachteil der 3- bis 4fachen Einschaltzeit (ca. 1 sek.) und des eingeschränkten Temperaturbereiches von +15°C bis +50°C. Entsprechende Starter werden daher für kompensierte Leuchtstofflampen auch weiterhin im ELV-Programm angeboten.

Die in Abbildung 4 gezeigte, in Serien-Kompensation ausgeführte Schaltung, wird auch als „kapazitive Schaltung“ bezeichnet. Hier liegt der $\cos \varphi \approx 0,5$ kapazitiv,

d. h. der Strom ist voreilend.

In Abbildung 1, ganz zu Anfang dieses Artikels, ist eine unkompensierte Schaltung zu sehen, die auch als „induktive Schaltung“ bezeichnet wird. Hier ist $\cos \varphi \approx 0,5$ induktiv, d. h. die Spannung ist voreilend, entsprechend einem naheheulenden Strom.

Werden nun 2 Leuchtstofflampen, eine nach Abbildung 1 und eine nach Abbildung 4, an der gleichen Netzleitung betrieben, so ergibt sich $\cos \varphi \approx 1$, d. h. der Blindanteil wird sehr gering bzw. er entfällt ganz.

Nach diesen recht umfangreichen theoretischen Erläuterungen wollen wir uns nun der praktischen Ausführung dieses neuen Sofortstarters zuwenden.

Nachbau

Wie bereits zu Beginn des Artikels dargestellt, besteht der wesentliche Unterschied zwischen dem Elektronikstarter aus ELV

niaturwiderstand R 1 stehend einzusetzen ist. Alsdann werden sämtliche Dioden ebenfalls stehend eingebaut. Hierbei ist besonders auf die richtige Polung zu achten.

Abschließend ist der Spezial-Zündbaustein THY 2 einzulöten und gemäß dem Foto abzuwinkeln, so daß das Halbleitergehäuse über dem Elko C 1 liegt.

Im folgenden Arbeitsschritt werden die Anschlußdrähte (jeweils 10 mm langer Silberdrahtabschnitt) in die Lötstützpunkte ST 1 und ST 2 eingesetzt und festgelötet. Die Drahtenden sind zur Platinenvorderseite abzuwinkeln und die Anschlußplatte aufzustecken. Mit einer geeigneten Zange sind anschließend die Quetschhülsen zusammenzupressen, wodurch eine sichere elektrische und mechanische Verbindung gewährleistet ist.

Stückliste: Sofortstarter für Leuchtstofflampen

Widerstände:

1kΩ	R3*
4,7kΩ	R5*
56kΩ	R2*
150kΩ/ 1/8W	R1
270kΩ	R4*
330kΩ	R6*

Kondensatoren:

10µF/25V	C1
----------------	----

Halbleiter:

PO109AL	THY1*
TN22	THY2
1N4007	D1 - D5
1N4148	D6

Sonstiges:

- 1 Anschlußplatte
- 1 Gehäuse
- 3cm Silberdraht

* Bauteile sind in SMD-Ausführung und bereits auf der Platine angelötet

4/90 und der hier vorgestellten Schaltung, neben einer modifizierten Schaltungstechnik darin, daß nun für einen kompakten Aufbau mehrere Komponenten in SMD-Technik ausgeführt sind.

In der Großserienfertigung ist die Bestückung von SMD-Bauelementen besonders günstig möglich, weshalb auch bei diesem ELV-Bausatz die Leiterplatten bereits mit den SMD-Komponenten bestückt sind. Hierdurch ist der Nachbau dieses SMD-Sofortstarters besonders einfach und schnell durchführbar.

Die bedrahteten Bauelemente werden gemäß dem Bestückungsplan und der Stückliste in gewohnter Weise eingelötet. Begonnen wird mit dem Elko C 1, der liegend einzubauen ist, während der Mi-

Die auf der Platinenunterseite angelöteten Anschlußdrähte aller bedrahteter Bauelemente sind so kurz als möglich abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen selbst anzuschneiden.

Bevor die nur 26 x 17 mm große Leiterplatte in das Kunststoff-Startergehäuse eingesteckt wird, ist die Bestückung nochmals sorgfältig zu kontrollieren. Neben möglichen Lötzinnbrücken sollte unbedingt die Polung des Elkos und der Dioden geprüft werden. Nachdem die Anschlußplatte in das Kunststoffgehäuse eingerastet ist, steht dem Einsatz des SMD-Sofortstarters nichts mehr im Wege.

Auf die Einhaltung des entsprechenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen ist zu achten!

