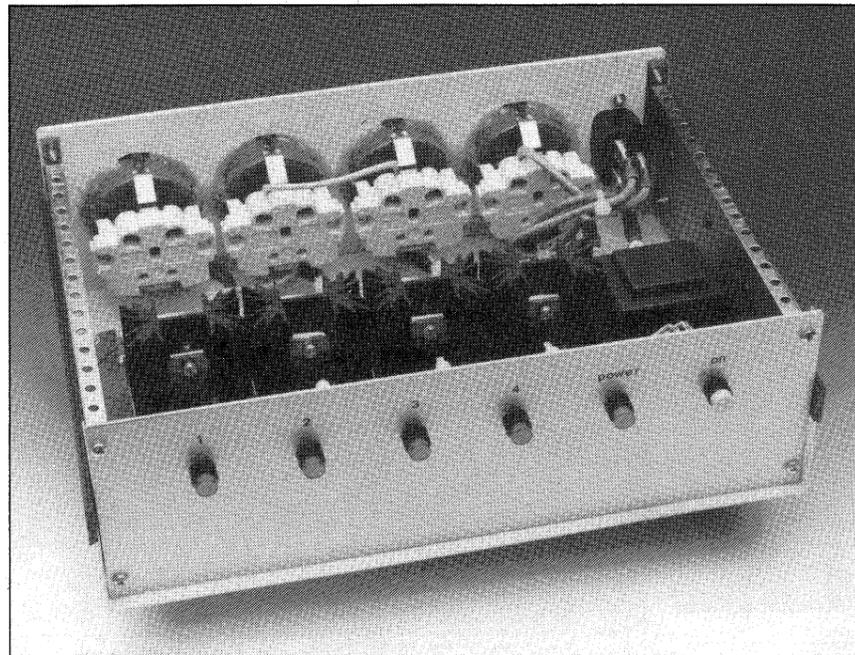


# EINSCHALT-SEQUENCER

## Verhindert hohe Spitzenströme beim Einschalten



**Steckdosen hat man nie genug. Normalerweise hilft man diesem unangenehmen Zustand mit einer Steckdosenleiste ab. Wenn man die daran angeschlossenen Geräte nicht alle einzeln, sondern auch noch auf einen Schlag einschalten will, bietet sich eine Version mit eingebautem Netzschalter an. Dabei fliegt allerdings schon mal die Sicherung raus, weil der Spitzenstrom aller Verbraucher auf einmal für den Haushaltssicherungsautomaten einfach zu hoch ist. Mit unserer Einschaltautomatik wird nicht nur dieser Effekt sicher vermieden.**

Viele Elektrogeräte nehmen unmittelbar nach dem Einschalten für kurze Zeit wesentlich mehr Strom auf, als im normalen Betrieb. Vor allem Geräte mit Motoren und größeren Trafos sind hierfür bekannt. Diesen Einschaltstromstoß verkraftet ein gewöhnlicher 16-A-Haushaltssicherungsautomat normalerweise klaglos, weil er für kurzfristige Überlastungen mit dem 2,5 fachen Nennstrom ausgelegt ist (für einige zehntel Sekunden). Die nicht mehr ganz zeitgemäßen Schmelzsicherungen verhalten sich in dieser Hinsicht noch gutmütiger: Sie verkraften kurzfristige Überlastung mit dem 3,5 fachen Nennstrom. Mit diesem Abschaltverhalten wird aber normalerweise nur ein Verbraucher mit hohem Einschaltstrom toleriert. Wenn

mehrere solcher Geräte über einen gemeinsamen Schalter - wie beispielsweise dem an einer Steckdosenleiste - eingeschaltet werden, fliegt eben schon mal die Sicherung raus. Unsere Einschaltautomatik verhindert genau diesen Effekt. Sie ist wie eine Steckdosenleiste mit einem Netzspannungsanschluß und vier Steckdosen aufgebaut. Nachdem man den zentralen Netzschalter betätigt hat, schaltet die eingebaute Elektronik die einzelnen Steckdosen mit einigem zeitlichen Abstand nacheinander ein.

### Schaltzeitpunkte

Ein weiteres Problem beim Einschalten größerer Verbraucher ist die Wahl des

günstigsten Einschaltzeitpunkts in bezug auf die momentane Amplitude der Netzwechselspannung. Rein ohmsche Lasten sind hier eher unkritisch, bei netzbetriebenen Geräte mit induktivem Lastenteil, also mit größerem Trafo im Netzteil oder mit eingebauten Motoren, sieht das schon anders aus. Ohmsches Verhalten beispielsweise ist typisch für Glühlampen. Hier entsteht der Einschaltstromstoß, weil der *Einschaltwiderstand* einer Lampe immer wesentlich geringer ist, als der Widerstand bei Betriebstemperatur des Glühfadens. Eine Lampe schaltet man daher am besten im **Nulldurchgang** der Netzwechselspannung ein. Dann hat der Glühfaden immerhin 5 ms Zeit sich aufzuheizen und seinen Nennwiderstand zu erreichen, bis die volle Netzwechselspannung ansteht. Anders bei Verbrauchern mit induktivem Verhalten. Da hier eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung auftritt, die bei rein induktiven Lasten 90° beträgt, fließt im Spannungsnulldurchgang der maximale Strom. Hier wäre also das Einschalten im Nulldurchgang gerade der unangenehmere Fall für die Sicherung.

Anhand von **Bild 1a und 1b** kann man dies nachvollziehen. Das Signal mit der größeren Amplitude entspricht der Netzwechselspannung, die Sinuskurve mit der geringeren Amplitude stellt den Strom durch die Last dar, in diesem Fall ein sekundär belasteter Ringkerntrafo. Das Ganze ist übrigens keine Messung realer Bauteile, sondern eine Simulation mit dem Software-Paket *Microcap*, daher auch die etwas unüblichen Spannungswerte von  $\pm 100$  V. Bild 1a zeigt die Verhältnisse beim Einschalten im Nulldurchgang, Bild 1b beim Schalten im Spannungsmaximum. Wenn im Nulldurchgang geschaltet wird, ist die anfängliche Stromamplitude größer als der Nennstrom, außerdem ist eine Gleichstromkomponente überlagert, die langsam abklingt. Es dauert einige Perioden, bis die Gleichstromkomponente verschwunden ist. Die Zeitdauer ist abhängig von der Last auf der Sekundärseite des Trafos.

In Bild 1b ist zu sehen, daß beim Schalten im Spannungsmaximum die DC-Komponente gar nicht erst auftritt. Außerdem fällt der Stromstoß beim Einschalten weg. Im Gegensatz zu ohmschen Lasten ist bei induktiven Verbrauchern also das Einschalten im Spannungsmaximum die bessere Lösung.

Unsere Schaltung kann alle Lastarten

optimal einschalten, da der Einschaltzeitpunkt in bezug auf den Nulldurchgang der Netzwechselspannung beliebig eingestellt werden kann, und im Steuerteil die Besonderheiten induktiver Lasten berücksichtigt sind.

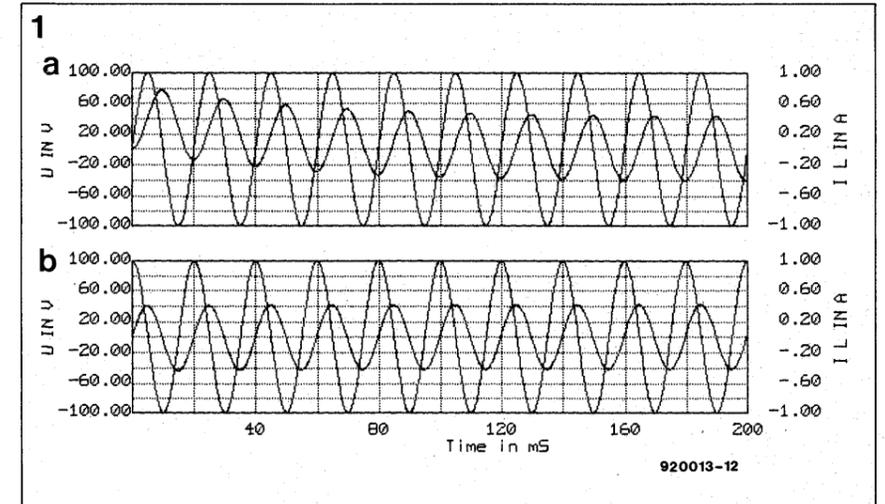
### Der Reihe nach

Die Schaltung der Einschalt-Automatik in **Bild 2** ist daher auch etwas aufwendiger ausgefallen.

Die Elektronik wird aus dem kleinen Niederspannungstrafo Tr1 versorgt. Ein separater Ein/Aus-Schalter für den Trafo ist überflüssig, da seine Leistungsaufnahme im Leerlauf vernachlässigbar gering ist.

Die LED D6 leuchtet immer dann, wenn die Schaltung mit dem Lichtnetz verbunden ist. Die LED und der zugehörige Vorwiderstand R39 bilden außerdem eine Vorlast für den Positiv-Spannungsregler IC9, gleiches gilt für den Widerstand R40 am Negativ-Spannungsregler IC10. Die Vorlast hat sich in der Praxis als notwendig erwiesen, da manche Spannungsregler unter ein paar Milliampère Belastung stehen müssen, um richtig zu arbeiten. Ist der Strom zu gering, steigt bei diesen Exemplaren die Ausgangsspannung bis auf die Höhe der Eingangsspannung an. Wenn die Schaltung die angeschlossenen Verbraucher abgeschaltet hat, ist die geringe Stromaufnahme der CMOS-ICs und der gesperrten Transistoren beziehungsweise Triacs möglicherweise zu gering.

Da die Schaltung sämtliche Ein- und Ausschaltvorgänge im korrekten zeitlichen Abstand zum Nulldurchgang vornehmen soll, muß natürlich zuerst mal ein Nulldurchgangsdetektor her. Diese Aufgabe übernimmt der Komparator



**Bild 1. Wenn eine induktive Last wie beispielsweise ein Trafo im Spannungsmaximum mit der Netzspannung verbunden wird, ist der Einschaltstrom wesentlich größer als der Nennstrom.**

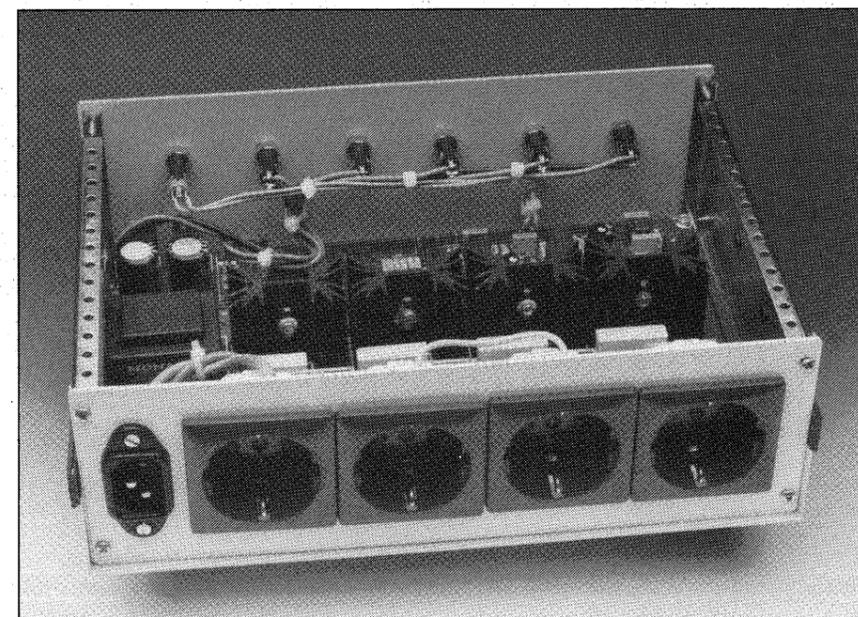
IC2. Er liefert am Ausgang ein Rechtecksignal, das phasenstarr zur Netzwechselspannung ist. Mit dem Trimpoti P1 kann man die Referenzspannung für IC2 so einstellen, daß die fallende Flanke des Rechtecksignals exakt mit dem Nulldurchgang der Netzspannung am Beginn der positiven Sinushälfte übereinstimmt. Der Widerstand R8 in der Gegenkopplung sorgt für eine kleine Hysterese im Schaltverhalten von IC2, die für ausreichende Störimpulsunterdrückung wichtig ist. Dem gleichen Zweck dient auch die Kombination R3/C3 am Eingang Pin 2 von IC2.

Die fallende Flanke am Ausgang von IC2 triggert die zwei Monoflops IC3a und IC3b. Die äußere Beschaltung der Monoflops ist identisch: Beide liefern am Ausgang einen Impuls, der etwa

0,1...10 ms nach dem Nulldurchgang der Netzwechselspannung endet, also von beinahe Null bis zum Spannungsmaximum reicht. Die Impulsdauer ist mit P2 beziehungsweise P3 für jedes Monoflop separat einstellbar.

Nachdem der exakte Schaltzeitpunkt über die eingestellte Impulsdauer festliegt, müssen die vier Ausgänge nacheinander eingeschaltet werden. Das übernehmen die vier D-Flipflops IC5a/b und IC6a/b. Für die Erläuterung setzen wir voraus, daß Schalter S1 geschlossen und D-Flipflop IC7a dementsprechend gesetzt ist. Das erste Flipflop in der Kette ist IC5a, die drei weiteren Flipflops sind jeweils über ein RC-Netzwerk und einen Inverter mit Schmitt-Trigger-Verhalten hintereinander geschaltet. Wenn das erste Flipflop gekippt ist, liegt der Kondensator C11 über R21 und den Q-Ausgang Pin 6 von IC5a auf Masse. Nach etwa 1 Sekunde ist der Pegel an Pin 3 des Inverters IC4b soweit abgefallen, daß der Inverterausgang Pin 12 umschaltet und das zweite Flipflop IC5b setzt.

Der Low-Pegel am Ausgang 8 von IC5 bewirkt nach etwa 1 weiteren Sekunde das Setzen von Flipflop Nummer Drei (IC6a), dessen Q-Ausgang nach einer weiteren Sekunde Flipflop 4 setzt. Wenn an einem der Flipflops der D-Eingang High-Pegel führt, bestimmt der Takteingang CLK zu welchem Zeitpunkt der zugehörige Q-Ausgang High-Potential annimmt. Diesen Takt mit einstellbarer Impulsdauer liefert das Monoflop IC3a. Die Ausgänge der vier Flipflops können deshalb nur bei der ansteigenden Impulsflanke am Ende des Taktimpulses umschalten. Zum Ausschalten gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen geschieht dies über IC3b, IC7a und S1. Im Prinzip ist es der



gleiche Vorgang wie beim Einschalten. Über IC3b wird IC7a synchron mit der Netzspannung getaktet, auch hier bestimmt die eingestellte Impulsdauer den genauen Schaltzeitpunkt in bezug auf den Nulldurchgang. Wird Schalter S1 geöffnet, erhält der D-Eingang von IC7a über IC4c auf Low-Pegel und das

Flipflop wird mit dem nächsten Taktimpuls am Eingang Pin 3 zurückgesetzt. Infolgedessen werden auch die vier Flipflops IC5a/b und IC6a/b zurückgesetzt und alle Ausgänge ausgeschaltet. Gleichzeitig bewirkt IC7a in Verbindung mit R13/C8 den Power-On-Reset, der dafür sorgt, daß beim Einschalten der

Netzspannung alle Ausgänge automatisch abgeschaltet sind. Eine andere Ausschaltmöglichkeit besteht mit einem Schalter, der die Punkte A und B verbindet. In diesem Fall werden alle Ausgänge nacheinander auf die gleiche Weise ausgeschaltet, wie es beim Einschalten geschah.

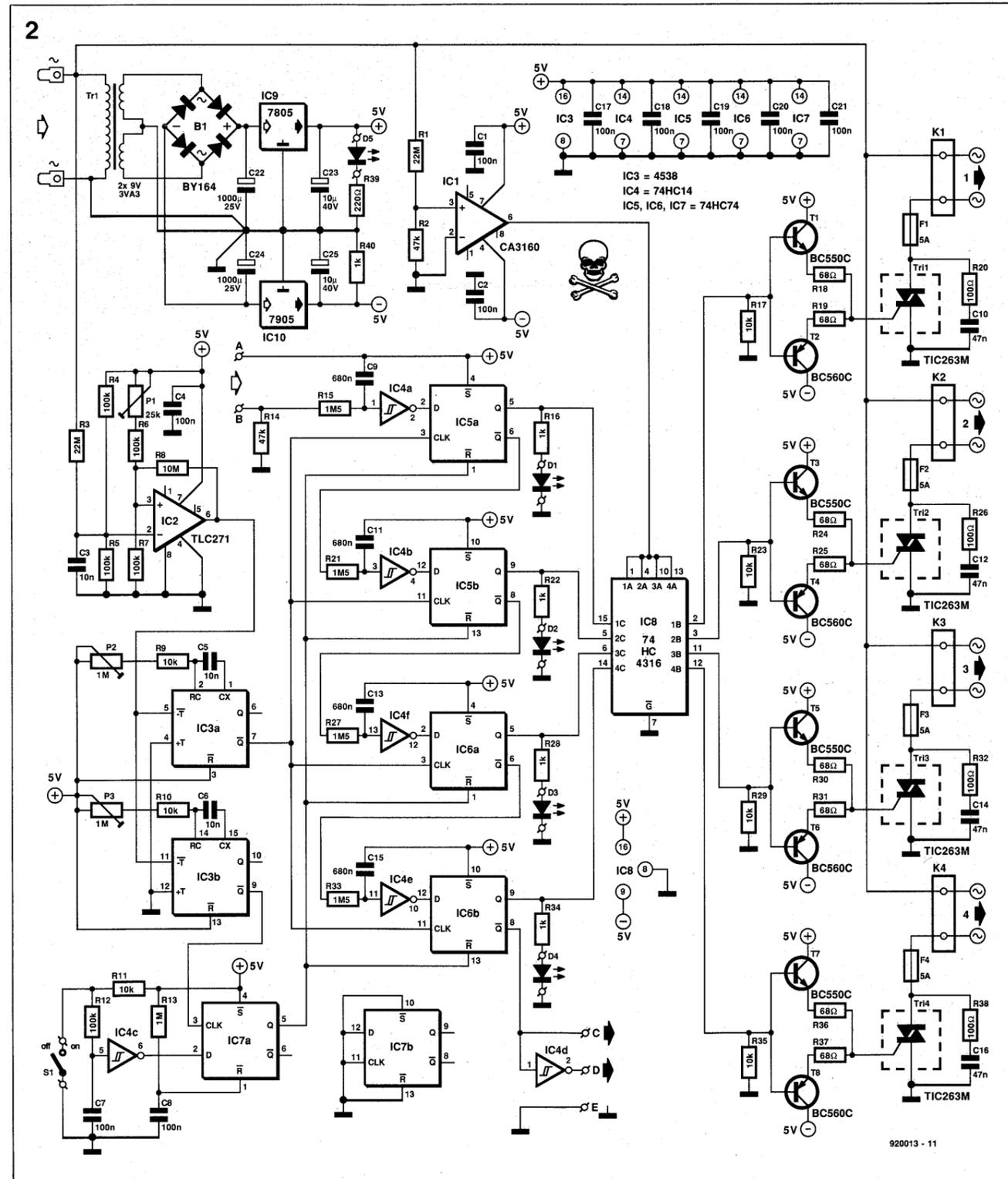


Bild 2. Viel Aufwand für das automatische Einschalten von netzbetriebenen Verbrauchern, dafür bleibt aber ganz sicher die Sicherung drin.

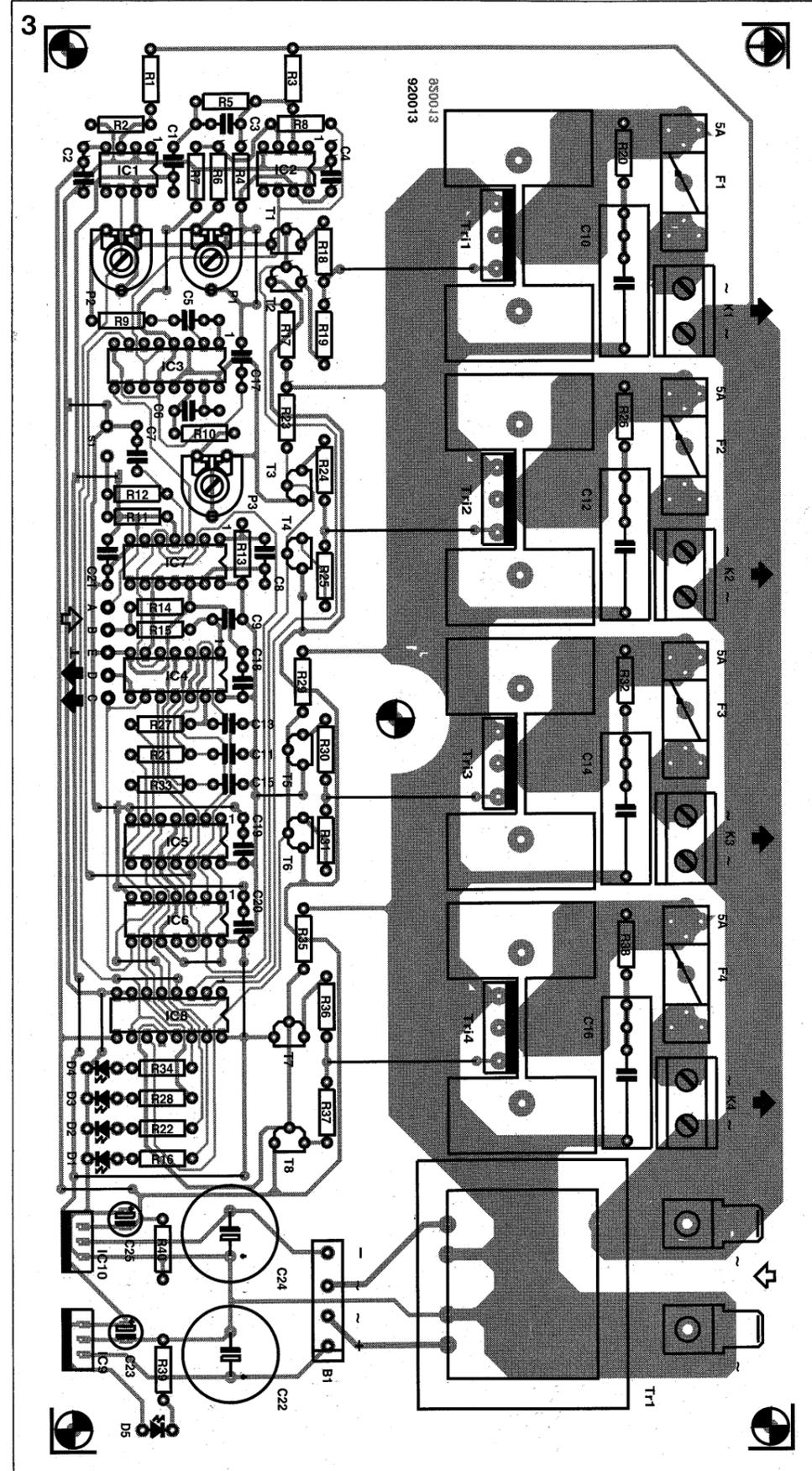


Bild 3. Die Platine muß berührungssicher eingebaut werden, da die gesamte Netzspannung führt.

Stückliste

- Widerstände:  
 R1, R3 = 22 M  
 R2, R14 = 47 k  
 R4... R7, R12 = 100 k  
 R8 = 10 M  
 R9, R10, R11, R17, R23, R29, R35 = 10 k  
 R13 = 1 M  
 R15, R21, R27, R33 = 1M5  
 R16, R22, R28, R34, R40 = 1 k  
 R18, R19, R24, R25, R30, R31, R36, R37 = 68 Ω  
 R20, R26, R32, R38 = 100 Ω  
 R39 = 220 Ω  
 P1 = 25-k-Trimpoti  
 P2, P3 = 1-M-Trimpoti

- Kondensatoren:  
 C1, C2, C4, C7, C8, C17... C21 = 100 n  
 C3, C5, C6 = 10 n  
 C9, C11, C13, C15 = 680 n  
 C10, C12, C14, C16 = 47 n/ 630 V  
 C22, C24 = 1000 µ 25 V, stehend  
 C23, C25 = 10 µ 40 V, stehend

- Halbleiter:  
 D1... D4 = LED, high efficiency  
 D5 = 1 x LED grün  
 T1, T3, T5, T7 = BC550C  
 T2, T4, T6, T8 = BC560C  
 IC1 = CA3160  
 IC2 = TLC271  
 IC3 = 4538  
 IC4 = 74HC14  
 IC5, IC6, IC7 = 74HC74  
 IC8 = 74HC4316  
 IC9 = 7805  
 IC10 = 7905  
 Tri1... Tri4 = TIC263M

- Außerdem:  
 B1 = BY164  
 F1... F4 = Schmelzsicherung 5 A mit Platinensicherungshalter  
 K1... K4 = 2-polige Lötflüsterklemmen mit 7,5 mm Raster  
 S1 = einpoliger Netzschalter Klasse 1, EAO  
 Tr1 = Trafo 2 x 9 V/ 3VA3 Typ Monacor VTR3209  
 Zwei Flachstecker mit Schraubbefestigung  
 4 Kühlprofile für Tri1... Tri4, 5 K/W, z.B. SK129, 38 mm, von Fischer)  
 4 Einbausteckdosen mit Schutzkontakt  
 1 Einbaukupplung mit Schutzkontakt  
 5 LED-Halter Klasse 1, EAO  
 4 rote Linsen für LED-Halter, EAO  
 1 grüne Linse für LED-Halter, EAO  
 1 Gehäuse Telet LC860  
 Platine 920013

Der Anschluß B kann übrigens auch benutzt werden, um zwei Platinen zu kaskadieren. Dazu muß Punkt C der ersten Platine mit Punkt B der zweiten Platine verbunden werden. Die Ausgänge der zweiten Platine werden dann ebenso sequentiell nach dem Setzen aller Flipflops der ersten Platine bedient. Auch die Ausgänge C und D sind für mögliche Erweiterungen vorgesehen. Wird zum Beispiel Punkt D mit Anschluß B verbunden, werden alle eingeschalteten Ausgänge wieder ausgeschaltet, dann wieder eingeschaltet und so weiter. Damit läßt sich gut ein 230-V-Lauflicht mit 1-Sekunden-Takt realisieren.

**Montagehinweise**

Mit der bisher beschriebenen Schaltung werden also vier Logik-Ausgänge geschaltet, deren jeweiliger Pegel von den LEDs D1...D4 angezeigt wird. Die direkte Ansteuerung der vier Triacs Tr1...Tri4 als Leistungsschalter am Ausgang ist damit aber nicht ohne weiteres möglich: Wenn die momentane Polarität der Netzspannung entgegengesetzt zur Polarität der Gatespannung ist, kann ein Teil des Gatestroms nicht unmittelbar nach Masse fließen, sondern fließt über die angeschlossene Last und das Netz - das man als Spannungsquelle ansehen kann - nach Masse. Die daraus resultierende Gleichstromkomponente über dem angeschlossenen Gerät kann sich, beispielsweise bei Trafos, als unangenehme Erwärmung bemerkbar machen. Um das zu verhindern, muß man dafür sorgen, daß die Gatespannung immer so gepolt ist, daß der Gatestrom vollständig nach Masse fließt. Dementsprechend aufwendig ist die Ansteuerung der Triacs mit IC1, IC8 und den Transistorstufen T1...T8.

Der als Komparator geschaltete Operationsverstärker IC1 liefert als Ausgangssignal etwa +8 V, wenn die momentane Netzspannung positiv, beziehungsweise etwa -8 V, wenn die momentane Netzspannung negativ gegenüber Masse ist. Über die vier analogen CMOS-Schalter in IC8 liegen die Logik-Pegel der D-Flipflops IC5a/b und IC6a/b an den Basen der vier Treiberstufen, die jeweils aus einem BC550, einem BC560 und zwei 68-Ω-Widerständen zur Gate-Strombegrenzung bestehen. Die Triacs werden mit einem Gatestrom von +50 mA oder -50 mA angesteuert, je nachdem, ob der obere oder der untere Treibertransistor durchgeschaltet ist. Durch die Ansteuerung mit konstanten Gatestrom bleiben die Triacs sicher im leitenden Zustand. Im Gegensatz zur sonst üblichen Steuerung mit einem kurzen Triggerimpuls

am Gate-Anschluß kann man so neben ohmschen Lasten auch induktive Lasten ohne Probleme schalten. Durch den relativ hohen Gatestrom ist außerdem ein sicheres Schaltverhalten bei geringen Lasten gewährleistet.

**Isolationsmaßnahmen**

Einen deutlichen Hinweis gleich vorab: Die gesamte Schaltung ist galvanisch mit dem Stromnetz verbunden. Solange die Platine nicht ordnungsgemäß in ein vollisoliertes Gehäuse eingebaut ist, ist die Berührung der gesamten Schaltung lebensgefährlich. Die Masse der Schaltung darf auf **keinen** Fall mit dem Schutzleiter des Lichtnetzes (Erde) verbunden werden! Die Netzspannung wird über die zwei Flachstecker vor dem Trafo Tr1 zugeführt. Diese robusten Anschlüsse sind angesichts des Maximalstroms von 20 A unentbehrlich. Auf der anderen Seite des Schaltbildes sind vier Ausgänge (K1...K4), die jeweils mit 5 A abgesichert sind (F1...F4). Das bedeutet, daß wir mit einem Maximalstrom von 20 A rechnen müssen, für eine einfache Lötverbindung ist das zuviel. Die beiden Anschlüsse der Lötülsterklemmen K1...K4 werden jeweils mit den beiden Anschlüssen einer Einbausteckdose verbunden. Die Schutzkontaktanschlüsse der vier Steckdosen werden miteinander und mit dem Schutzleiteranschluß des Lichtnetzes verbunden. Daß die Ausgänge mit 5 A abgesichert sind bedeutet übrigens nicht, daß man jeden Ausgang auch mit 1150 Watt belasten darf. Der Ampèrewert muß nämlich gleichzeitig als Reserve für eventuelle Stromspitzen ausreichen. Als Richtwert für die angeschlossene Belastung pro Ausgang kann man von 500...600 W ausgehen.

**Die Leistungsstufen**

Beim Montieren der Bauteile auf der Platine ist einiges zu berücksichtigen. Die Triacs können unisoliert auf den Kühlkörpern angebracht werden, sie führen dann allerdings Netzspannung. Ein Isolierplättchen zwischen den Kühlkörpern verhindert dies. Die Anschlüsse K1...K4 und die beiden Flachstecker sind die wichtigsten Befestigungsteile, sie müssen absolut solide sein. Weiter nach außen führende Teile sind der Schalter und die LEDs. In der Stückliste sind für die LEDs Halterungen angegeben, die eine solide Befestigung garantieren. Beim Aufbau sind noch weitere Punkte zu beachten: Benutzen Sie keine Schrauben, die dicker als 4 mm (M4) sind. Diese kommen sonst zu dicht an spannungsfüh-

rende Teile der Platine. Befestigen Sie die Platine mit **fünf** Schrauben. Die fünfte Schraube in der Platinenmitte ist wegen der Länge der Platine und dem Gewicht der Kühlkörper notwendig. Die Platine muß auf 10 mm lange Kunststoff-Abstandshalter montiert werden. Metall-Abstandshalter kommen zu dicht an spannungsführende Teile der Platine und nach außen führende Befestigungsschrauben könnten Spannung führen.

Leitende Teile des Gehäuses (auch an Kunststoffgehäusen), die von außen erreichbar sind, müssen einen Mindestabstand von 3 mm zu spannungsführenden Teilen der Platine besitzen, besser sind 10 mm Abstand. Wenn zwei Platinen gekoppelt werden, darf man auf **keinen Fall** die Netzanschlüsse an den Flachsteckern vertauschen. Da einer der Netzpole immer mit Masse verbunden ist, entsteht ein sauberer Kurzschluß. Deshalb erst die beiden Anschlüsse an der Platinenecke miteinander verbinden, dann erst die beiden anderen.

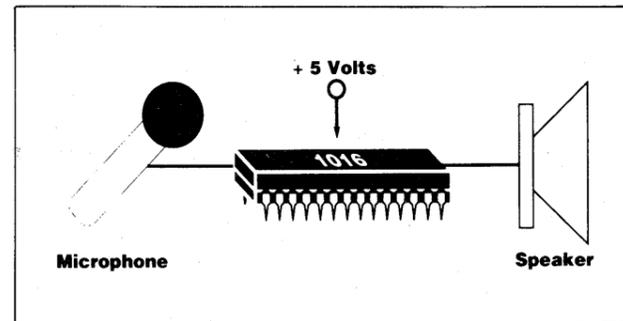
Bei der Auswahl des Gehäuses muß darauf geachtet werden, daß die Lüftungsschlitze nicht breiter als 5 mm sind. Nach Möglichkeit sollten die Löcher auch nicht genau über der Platine oder unmittelbar gegenüber anderen spannungsführenden Teilen liegen. Wir haben keine LEDs oder LED-Halter gefunden, die alle Sicherheitsforderungen erfüllen. Das bedeutet, daß geerdet werden muß: Verbinden Sie die Schutz Erde (die Schutzkontakte in der Steckdose) **niemals** mit der Masse auf der Platine (die ist nämlich mit dem Netz verbunden). Diese Erdanschlüsse dürfen und müssen **nur** mit den von außen erreichbaren Metallteilen des Gehäuses verbunden werden. Für den Schalter S1 gelten die gleichen Anforderungen wie an die LEDs und LED-Halter. Die Teile stammen aus der gleichen Bauserie und passen daher gut zueinander.

**Applikator**

**ISD 10xx - Voice Recorder**

**Mit neuartiger analoger Speichertechnik**

Von Dipl.-Ing. Gregor Kleine



Eine Familie von neuartigen Sprachspeicherbausteinen bietet der kalifornische Halbleiterhersteller Information Storage Devices (ISD) an. Es handelt sich um die ISD-10xx-Familie, die zur Zeit aus drei ICs mit unterschiedlich langen Aufnahmedauern besteht (Tabelle 1). Entsprechend variiert die Abtastrate und damit die obere Grenzfrequenz des gespeicherten NF-Signals. Das Neuartige an diesen CMOS-Chips ist ein analoges Speicherverfahren, das auf dem EEPROM-Prinzip beruht!

Als Speicherzelle wird wie beim EEPROM ein Feldeffekttransistor mit "schwimmendem" Gate (Floating Gate) verwendet. Auf dieses Gate werden definiert Ladungsträger gebracht, die dort jahrzehntelang gespeichert bleiben können. Das von ISD entwickelte DAS-Speicherverfahren (DAS = Direkte analoge Speicherung) verwendet die EEPROM-Zelle nicht als digitale, sondern als analoge Speicherzelle. Es wird also nicht das gewohnte, aus einer AD-Umsetzung gewonnene 8...16 bit breite Datenwort festgehalten, sondern vielmehr eine der Analogspannung proportionale Ladungsmenge abgelegt. Man erkennt sofort, daß sich dadurch der Speicherbedarf stark reduziert - und damit auch Chipfläche und -preis. Die EEPROM-Technologie ermöglicht es im Gegensatz zu bisher gebräuchlichen Sprachspeicherkonzepten, ohne eine (batteriegepufferte) Standby-Stromversorgung auszukommen. Ferner werden keine externen Speicherbausteine benötigt. Schließlich fällt angenehm

auf, daß sowohl Mikrofon- als auch NF-Lautsprecherverstärker mit integriert sind. Es handelt sich also um eine echte Ein-Chip-Lösung. Der Hersteller garantiert einen Speicherdauerhalt von mehr als zehn Jahren und mindestens 100.000 Schreibzyklen. Als Einsatzbereiche der ISD-10xx-Voice-Recorder sind unter anderem Sprachausgaben für Computer (Worte, Silben, ...) und mechanikfreie Sprachaufzeichnungsgeräte (Anrufbeantworter, selbstproduzierte Gruß- und Glückwunschkarten, ...) vorgesehen. Sehr gut geeignet sind die ICs auch für Daueransagen (zum Beispiel Rufzeichengeber für Funkamateure) oder als Geräuschgenerator (Spielzeug, ...) da auch ein Endlosbetrieb möglich ist. Im Rahmen der vorgegebenen Abtastraten und NF-Bandbreiten könnte man auch an den Einsatz als einfaches NF-Speicheroszilloskop denken.

**Einblick**

Ein Blockschaltbild mit dem Innenleben des ISD-1016 zeigt

Bild 1. Der CMOS-Chip enthält neben dem analogen Speicherfeld die gegen Temperatur- und Betriebsspannungsschwankungen stabilisierte Abtastakterzeugung. Neben dem analogen Eingangverstärker mit AGC-geregeltem Mikrofonvorverstärker (AGC = automatic gain control, automatische Verstärkungsregelung) ist auch ein 50-mW-Ausgangsverstärker integriert, an den ein kleiner Lautsprecher direkt angeschlossen werden kann. Hinzu kommen noch digitale Adreß- und Steuereingänge, die eine vielfältige Betriebsarteneinstellung erlauben. Das Analogspeicher-Array der

ICs besteht aus 128.000 EE-PROM-Zellen, die in 160 einzeln adressierbare Blöcke aufgeteilt sind. Durch die Konfiguration der internen Taktversorgung stellt ISD die drei IC-Varianten nach Tabelle 1 mit dem gleichen Grundchip her. Eine nachträgliche Umkonfiguration soll laut Hersteller möglich sein. Erhältlich sind die ISD-10xx-ICs außer im DIP28-Gehäuse auch im 28-Pin-PLCC (= Plastic Leadless Chip Carrier) und im 28-Pin-SO-Gehäuse (=Small Outline für SMD-Montage), siehe Bild 2. Die technischen Daten sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 1. Übersicht zur ISD-10xx-Familie

Typ	Aufnahmedauer	Bandbreite	Abtastrate
ISD 1012	112 s	4,5 kHz	10 kHz
ISD 1016	16 s	3,4 kHz	8 kHz
ISD 1020	20 s	2,7 kHz	6,4 kHz

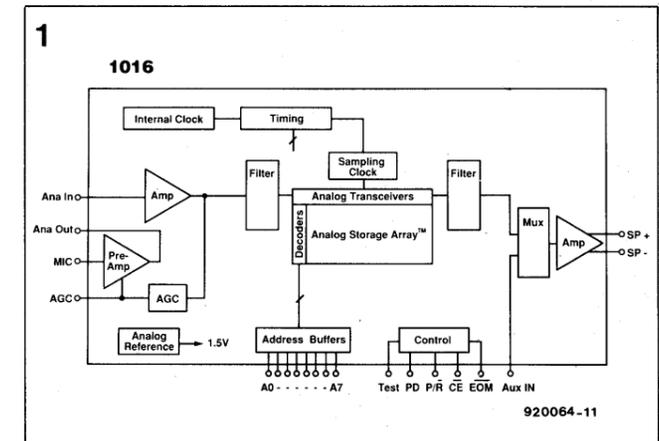


Bild 1. Blockschaltbild mit dem Innenleben des ISD-1016.

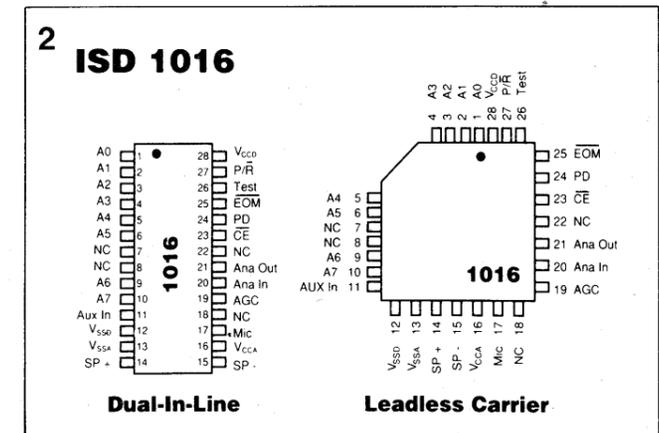


Bild 2. Gehäuseausführungen mit Anschlußbelegung.