

Wechselrichter der vierten Generation

12 V =/220 V ~/80 VA



Mit einer Leistung von 60/80 VA deckt dieser voll elektronische, digital geregelte Wechselrichter bei gutem Wirkungsgrad einen großen Teil der im Camping- und Freizeitbereich anfallenden Versorgungsaufgaben ab.

Allgemeines

Wechselrichter, die eine Eingangsspannung von meistens 12 V (z. B. Autoakku) in eine Wechselspannung von 220 V umsetzen, gibt es bereits seit mehreren Jahrzehnten.

In der ersten Generation wurden die Wechselrichter über einen mechanischen Kontakt gesteuert, der in der gewünschten Frequenz von meistens 50 Hz elektrisch erregt wurde. Die hohen auftretenden Schaltströme haben die Lebensdauer der Schaltkontakte stark begrenzt, worunter auch die Zuverlässigkeit entsprechender Geräte zu leiden hatte.

Die zweite Generation war dann schon erheblich zuverlässiger, dank dem Einsatz der Halbleitertechnik, die seit ca. 2 Jahrzehnten entsprechende Schalttransistoren zur Verfügung stellt. Die Ansteuerung erfolgt im einfachsten Fall dabei über eine zusätzliche Rückkopplungswicklung, die auf dem Transformator aufgebracht wurde. Sowohl die Frequenz- als auch die Ausgangsspannungskonstanz sind bei diesem Verfahren jedoch von eingeschränkter Stabilität.

Durch den Einsatz moderner Elektronik wurde es dann bald möglich, eine dritte Generation von Wechselrichtern ins Leben zu rufen, die über eine elektronische Steuerung zur Frequenzstabilisierung und ggf. sogar Spannungsstabilisierung verfügen.

In der vierten, neuesten Generation gibt es nun zwei unterschiedliche Techniken.

Zum einen sind dies die qualitativ besonders hochwertigen Sinus-Wechselrichter, die eine aufwendige elektronische Steuerung und Regelung besitzen, mit deren Hilfe eine annähernd sinusförmige Ausgangsspannung erzeugt wird, die sowohl hinsichtlich Frequenz- als auch Spannungskonstanz professionellen Anforderungen genügt.

Aus technischer Sicht gesehen bieten diese Geräte praktisch nur Vorteile. Ein Wertmispotenzial liegt jedoch in ihrem Preis. Da

nicht nur ein Wandlertransformator, sondern zusätzlich eine Spezialdrossel entsprechender Größe sowie hohe Kapazitätswerte erforderlich sind, ist die Produktion dieser Wechselrichter verhältnismäßig teuer. Das Ergebnis ist allerdings auch entsprechend hochwertig. Wird die Leistung ausreichend gewählt, sind die Anwendungsmöglichkeiten dieser Geräte praktisch unbegrenzt.

Eine weitere, vollkommen andere Möglichkeit, einen Wechselrichter der neuesten vierten Generation aufzubauen, besteht nach dem Prinzip der Tastlückensteuerung, ebenfalls unter Einsatz modernster komfortabler Elektronik. Mit Hilfe dieses Schaltungsprinzips ist die Möglichkeit gegeben, den echten Effektivwert der Ausgangsspannung elektronisch sehr gut konstant zu halten, wobei eine zusätzliche Quarzsteuerung zur exakten Konstanthaltung der Ausgangsfrequenz dient.

Der Vorteil in dieser Schaltungstechnik liegt darin, daß außer dem Wandlertrafo weder eine Spezialinduktivität (Drossel) noch teure Kapazitäten benötigt werden. Die Schaltung ist daher verhältnismäßig günstig aufzubauen. Ein Nachteil gegenüber den Sinus-Wechselrichtern liegt jedoch darin, daß der Kurvenverlauf der Ausgangsspannung nicht sinusförmig ist, sondern einen nennenswerten Oberwellengehalt besitzt.

In weiten Anwendungsbereichen, wie z. B. bei Glühlampen, Elektromotoren sowie zahlreichen elektronischen Geräten, spielt dies keine Rolle, zumal der echte Effektivwert der Ausgangsspannung konstant gehalten wird. Dies macht sich u. a. angenehm bemerkbar, da z. B. Glühlampen unabhängig von dem Belastungszustand des Wechselrichters immer mit konstanter Helligkeit leuchten. Lediglich bei Geräten, die unbedingt zur Versorgung eine sinusförmige Wechselspannung benötigen, können mit diesen Wechselrichtersystemen nicht

betrieben werden. Dies dürfte jedoch eine zu vernachlässigende Minderheit der für den privaten Gebrauch zum Einsatz kommenden Geräte sein.

Funktionsweise

Erstmals wurde das Prinzip der automatischen Tastlückensteuerung von ELV beim großen 300/400 VA-Wechselrichter („ELV Journal“ Nr. 21) vor ca. 3 Jahren angewandt und hat sich inzwischen tausendfach bewährt.

Ein Teilbetrag der Ausgangsspannung wird über den echten Effektivwertkoppler des Typs EF 2105 abgegriffen und in einen äquivalenten Strom umgesetzt. Mit Hilfe dieses Steuergleichstromes wird über einen nachgeschalteten Regelverstärker die Impulsbreite der Ansteuerimpulse für die Endstufe geregelt. Anders ausgedrückt bedeutet dies, daß die Tastlücke zwischen den Impulsen für die Aussteuerung der positiven und negativen Halbwelle automatisch geregelt wird.

Würde z. B. durch steigende Belastung die Ausgangsspannung sinken, so hätte dies automatisch eine Korrektur der Regelelektronik zur Folge, die die Tastlücke verkleinert und somit die Ansteuerimpulsbreite sowohl der positiven als auch der negativen Halbwelle erhöht. Hierdurch ergäbe sich wiederum eine Erhöhung der Ausgangsspannung, so daß der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt wäre. Da die Regelvorgänge sehr schnell ablaufen, ist für das menschliche Auge die Helligkeitsänderung einer angeschlossenen Glühbirne praktisch kaum wahrnehmbar.

Mit drei Leuchtdioden wird die Eingangsspannung überwacht (Unterspannung, Normalspannung, Überspannung). In gleicher Weise erfolgt auch die Überwachung der Ausgangsspannung hiervon vollkommen unabhängig.

Darüber hinaus besitzt das Gerät auf der Frontplatte vier weitere Leuchtdioden, die

einen evtl. Störfall signalisieren (Übertemperatur der Elektronik, Übertemperatur des Transformators, Überlastung der Endstufe sowie Störung der Elektronik).

Zwei weitere Leuchtdioden dienen der Betriebszustandskontrolle (Ein, Stand-by).

Zur Inbetriebnahme wird zunächst der Schalter „Ein-Aus“ in Stellung „Aus“ gebracht und der Stand-by-Schalter in Stellung „Stand-by“.

Jetzt kann die Versorgungsspannung im Bereich von 10 V bis 15 V an die Eingangsklemmen angeschlossen werden.

Es fließt jetzt bereits ein Strom von einigen wenigen mA. Nach einer kurzen Pause von mindestens 5 Sekunden nach Anlegen der Betriebsspannung, kann das Gerät über den Schalter „Ein-Aus“ in Betrieb genommen werden. Auf der Anzeige muß dann die LED zur Eingangsspannungskontrolle „Normal“ aufleuchten, die LED „Stand-by“ sowie die LED „Unterspannung“ der Ausgangsspannungskontrolle. Alle übrigen LED's müssen erloschen sein.

In diesem Zustand liegt die Stromaufnahme der gesamten Schaltung bei ca. 20 bis 30 mA.

Wird der Stand-by-Schalter nun in Stellung „Ein“ gebracht, erlischt die LED „Stand-by“ und die LED „Ein“ leuchtet auf.

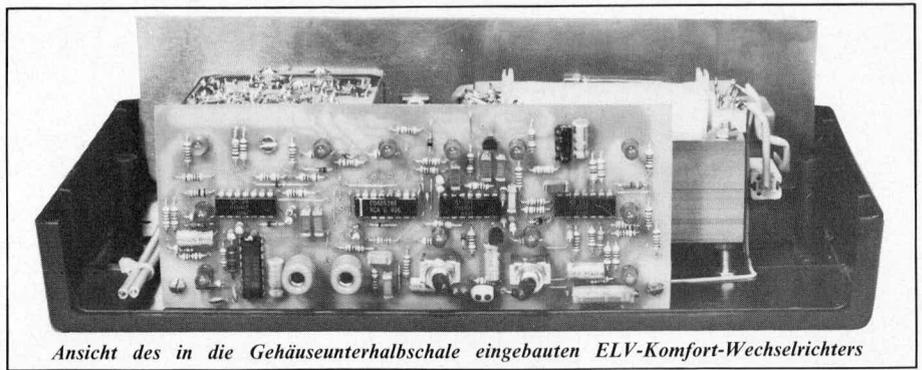
Bei korrekter Funktion des Gerätes stellt sich am Ausgang sofort eine 50 Hz-Wechselspannung mit einem echten Effektivwert von 220 V ein. Die LED „Unterspannung“ zur Ausgangsspannungskontrolle erlischt und die LED „Normal“ leuchtet auf. Das Gerät ist betriebsbereit.

Ohne angeschlossene Belastung liegt die Stromaufnahme der Schaltung bei ca. 0,5 A. Erreicht werden konnte dieser niedrige Wert über eine elektronisch geregelte Basis-Stromzuführung der Endstufentransistoren. Durch eine im ELV-Labor entwickelte neue Schaltung wird den Endstufentransistoren nur soviel Basisstrom zugeführt, wie sie zum einwandfreien Schalten benötigen, und zwar für jeden auftretenden Betriebszustand optimiert. Das Durchschalten der Endstufentransistoren ist bei der hier angewandten Schaltungstechnik kein einfacher Steuervorgang, sondern es findet in einem hochwertigen geschlossenen Regelkreis zu jedem Zeitpunkt eine Optimierung des Basisstromes statt. Auf diese Weise konnte zum einen der Leistungsverbrauch des Wechselrichters, besonders im Teillast- und Leerlaufbetrieb erheblich gesenkt und zum anderen die Erwärmung und die Geräuschbildung vermindert werden.

Alles in allem also ein komfortables Gerät.

Zur Schaltung

Auf den ersten Blick sieht das Schaltbild recht aufwendig aus. In der Tat ist für den Aufbau des hier vorgestellten vollelektronisch, digital gesteuerten Wechselrichters verhältnismäßig viel Elektronik erforderlich, besonders dann, wenn man berücksichtigt, daß ein Wechselrichter mit zwei Transistoren, einem Transformator sowie einigen wenigen zusätzlichen passiven Bauelementen aufbaubar ist.



Ansicht des in die Gehäuseunterhalbschale eingebauten ELV-Komfort-Wechselrichters

Sieht man sich die Sache jedoch genauer an, stellt man fest, daß die wesentlichen Kosten, die einen praxisgerechten Wechselrichter ausmachen, im Transformator, in der Endstufe sowie im Gehäuse stecken. Selbst ein Einsatz von 16 Operationsverstärkern wie in dem hier vorliegenden Gerät, ergibt nur einen geringen Kostenanteil (16 OP's entsprechen 4 Stück LM 324, die zusammen noch nicht einmal DM 10,00 kosten).

Da der gesamte Elektronik-Teil fast ausschließlich mit sehr preiswerten Bauelementen bestückt wurde, ist der Nachbau dieses besonders hochwertigen elektronischen Wechselrichters verhältnismäßig preiswert.

Ein Teilbetrag der Ausgangswechselspannung gelangt auf den Eingang des echten Effektivwert-Wandlers des Typs EF 2105. Der Ausgang ist in Reihe zu den Vorwiderständen R 94, R 95 geschaltet und liefert einen Steuerstrom, der über den elektronischen Schalter EES 3 sowie R 84 auf den Eingang (Pin 13) des OP 14 gelangt.

In Verbindung mit der entsprechenden Zusatzbeschaltung steuert der Ausgang des OP 14 (Pin 14) über R 75 das Gate des FET des Typs 2N5460 so an, daß die mit OP 11 und OP 12 jeweils erzeugte Impulsbreite den Erfordernissen entspricht. Hierauf gehen wir zu einem späteren Zeitpunkt noch näher ein.

Die beiden letztgenannten Operationsverstärker arbeiten als Komparatoren und vergleichen die an ihren Eingängen Pin 13 bzw. Pin 10 anliegende und über T 1 gesteuerte Referenzspannung mit einer sägezahnförmigen an Pin 9 bzw. Pin 12 anliegenden 50 Hz-Wechselspannung.

Je nach Größe der an Pin 10 bzw. Pin 13 anliegenden Referenzspannung, schalten die Komparatoren OP 11 bzw. OP 12 früher oder später, wodurch sich eine Änderung der Impulsbreite ergibt.

Die sägezahnförmige 50 Hz-Steuerspannung wird mit Hilfe des Oszillator-/Teiler-IC 1 des Typs CD 4060 erzeugt. Die quartzgesteuerte Oszillatorfrequenz von 25,6 kHz wird soweit heruntergeteilt, daß an Pin 13 eine 50 Hz-Rechteckspannung mit einem Tastverhältnis von exakt 1:1 ansteht.

Über R 75/C 26 wird daraus die bereits erwähnte 50 Hz-Wechselspannung, die einen sägezahnförmigen Verlauf aufweist. Genaugenommen folgt der Kurvenverlauf einer e-Funktion. Dies ist jedoch für die korrekte Funktion der Schaltung vollkommen unerheblich.

Über OP 11 und OP 12 werden die elektronischen Schalter EES 1 und EES 2 im 50 Hz-Rhythmus entsprechend der erforderlichen Impulsbreite angesteuert.

Diese beiden Schalter finden wir im oberen Teil des Schaltbildes wieder, und zwar in Verbindung mit den OP's 4 und 6.

Da die Funktionsweise von OP 2, 5, 6 mit Zusatzbeschaltung vollkommen identisch ist mit der Funktionsweise von OP 1, 3, 4, wollen wir uns auf die Beschreibung der letztgenannten OP's beschränken.

In der eingezeichneten Stellung von EES 1 und EES 2 liegen die beiden nicht invertierenden Eingänge der OP's 4 und 6 über dem jeweiligen Vorwiderstand und dem entsprechenden elektronischen Schalter auf Massepotential (0 V).

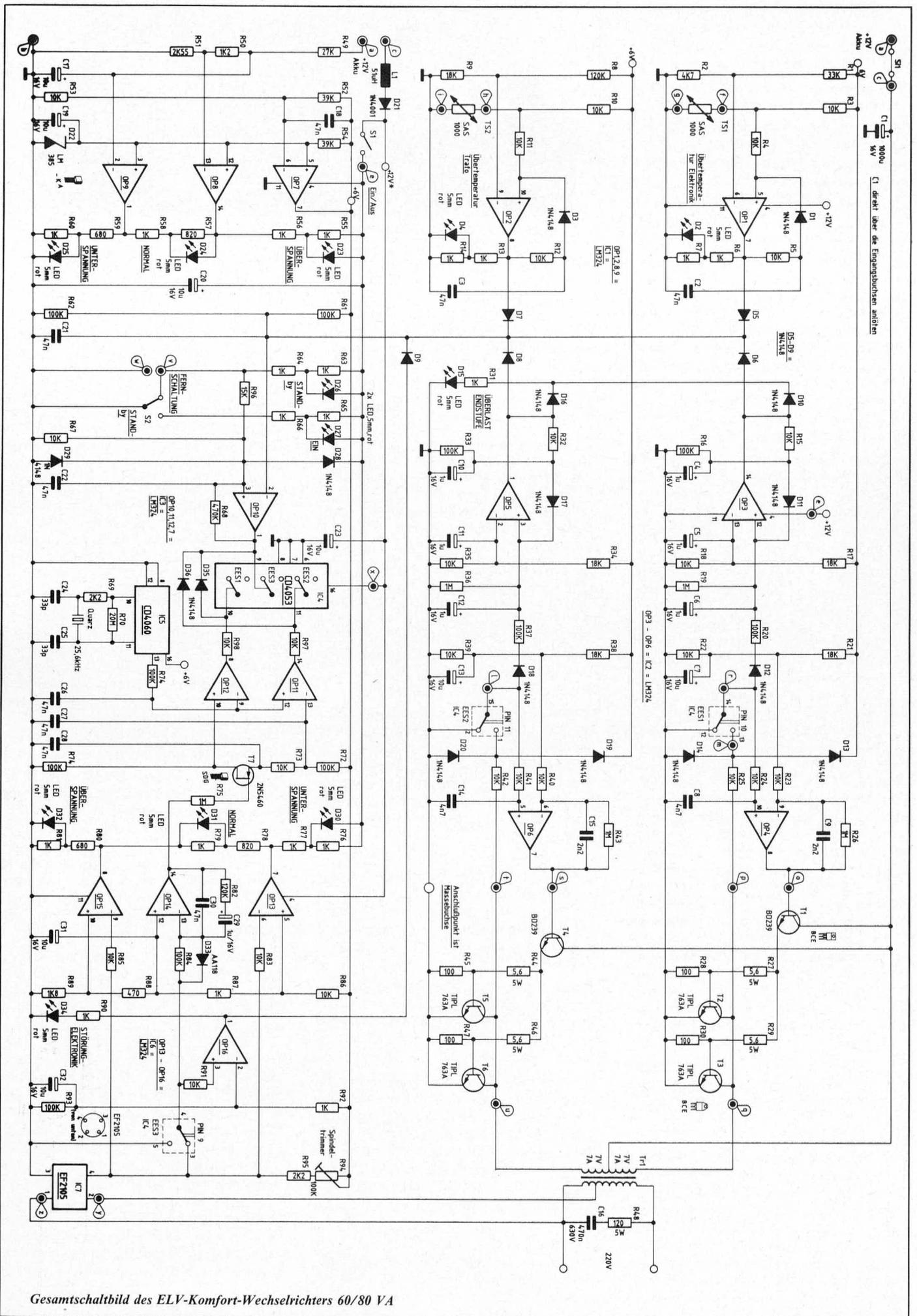
Über R 23 wird die mit R 21/R 22 erzeugte Referenzspannung von ca. 2 V auf den invertierenden (-) Eingang des OP 4 (Pin 9) gegeben. Dieser Eingang ist somit positiver als der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 10 des OP 4). Der Ausgang des OP 4 (Pin 8) führt daher ca. 0 V, so daß der Treiber-Transistor gesperrt ist und die Endstufentransistoren keinen Basisstrom erhalten. Sie sind ebenfalls gesperrt.

Wird durch einen Steuerimpuls des OP 12 (Pin 8 auf ca. + 10 V) der Schalter EES 1 in die entgegengesetzte Position gebracht, gelangt die auf hohem Potential befindliche Kollektorspannung der gesperrten Endstufentransistoren über R 25, EES 1 sowie R 24 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 4 (Pin 10). D 13 und D 14 stellen hierbei einen zuverlässigen Schutz vor Überspannungsspitzen dar.

Durch das Umschalten von EES 1 wird jetzt ein Regelvorgang eingeleitet, der zur Folge hat, daß sich der Ausgang OP 4 (Pin 8) so einstellt, daß die über R 25, EES 1 sowie R 24 auf Pin 10 des OP 4 gelangende Kollektorspannung der Endstufentransistoren T 2 und T 3 gleich groß wird wie die über R 23 in Verbindung mit R 21 und R 22 an Pin 9 des OP 4 anliegende Referenzspannung (ca. 2 V).

Bei geringen Kollektorströmen reicht demzufolge auch ein kleiner Basisstrom aus, um eine Kollektor-Emitter-Restspannung von 2 V zu erzielen. Der Ausgang des OP 4 wird daher im Leerlaufbetrieb während der Einschaltphasen bei ca. 2 V liegen, während im Vollastbetrieb die Ausgangsspannung des OP 4 während der Einschaltphasen auf ca. 10 V ansteigt.

Sobald der Steuerimpuls des OP 12 an Pin 10 des Schalter-IC's 4 beendet ist (Aus-



Gesamtschaltbild des ELV-Komfort-Wechselrichters 60/80 VA

gang des OP 12 Pin 8 wieder auf ca. 0 V), nimmt der elektronische Schalter EES 1 wieder die eingezeichnete Position ein.

Hierdurch wird Pin 10 des OP 4 über R 24 auf Masse gelegt und der Ausgang des OP 4 (Pin 8) schaltet auf ca. 0 V. Hierdurch werden sowohl der Treiber-Transistor T 1 als auch die Endstufentransistoren T 2 und T 3 gesperrt.

Es folgt eine kurze Pause (Tastlücke) bis für die zweite Halbwelle der Ausgang des OP 11 (Pin 14) den Schalter EES 2 (Pin 11 des IC 4) ansteuert und die zweite Hälfte der Endstufe über OP 6 durchsteuert.

Das wechselweise Durchschalten mit entsprechenden Einschaltpausen (Tastlücken) erfolgt im 50 Hz-Rhythmus, d. h. 50 x pro Sekunde veranlaßt EES 1, die obere Hälfte der Endstufe zum Durchsteuern, während jeweils darauffolgend ebenfalls 50 x pro Sekunde EES 2 die untere Hälfte der Endstufe durchsteuern läßt.

Die Regelung der Impulsbreite (Tastlücke + Impulsbreite = 10 ms) erfolgt in Abhängigkeit des echten Effektivwertes der Ausgangsspannung, die über den echten Effektivwert-Wandler des Typs EF 2105 rückgekoppelt und dem Regelkreis, bestehend aus OP 14 mit Zusatzbeschaltung, zugeführt wird.

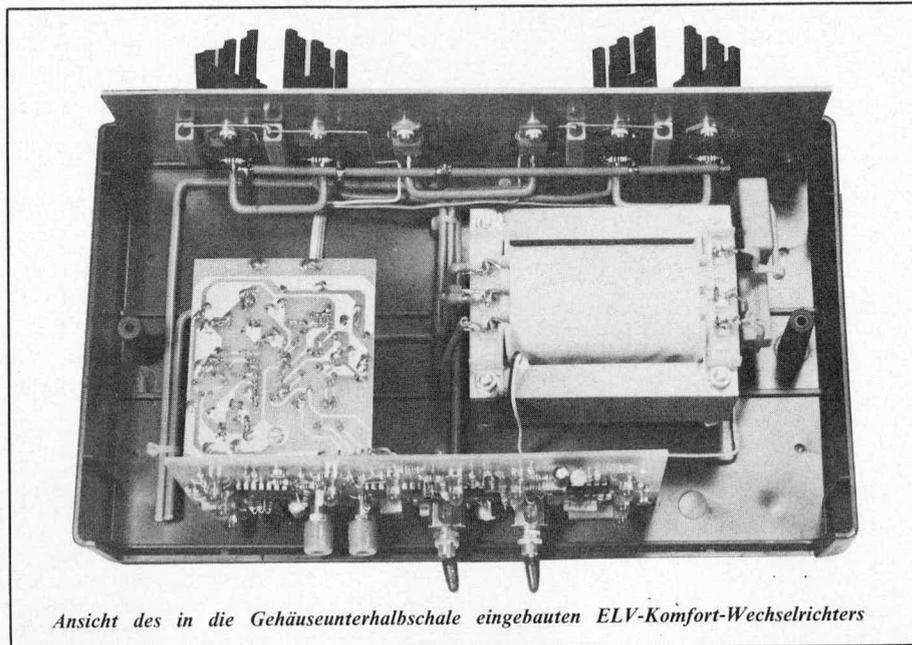
Eine Vergrößerung der Belastung des Ausgangs hätte im allgemeinen ein Absinken der Ausgangsspannung zur Folge. Dies wird über den EF 2105 registriert und an den Regelverstärker weitergeleitet, der daraufhin über R 75 den FET T 7 etwas weiter durchsteuern läßt, wodurch die Komparatoren OP 11, 12 ihre Schaltschwellen dahingehend verändern, daß die Impulsbreite erhöht wird und die Ausgangsspannung wieder ansteigt.

Durch die präzise und schnelle Regelung der Elektronik wird die Ausgangsspannung exakt konstant gehalten.

OP 3 (und für die zweite Endstufe OP 5) dient in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung zur Überwachung des Restspannungsabfalles an der Kollektor-Emitter-Strecke der Endstufentransistoren T 2 und T 3. Sobald die über OP 4 vorgegebene Restspannung an den Endstufentransistoren um ca. 1 V oder mehr überschritten wird, schaltet der Ausgang des OP 3 (Pin 14) von ca. 0 V auf ca. 10 V und steuert über D 6 den invertierenden (-) Eingang des OP 10 (Pin 2) auf „high“, wodurch der Ausgang (Pin 1) auf ca. 0 V geht. Der Schalter EES 3 wird in die entgegengesetzte Position gebracht und der Regelkreis im Eingang des OP 14 wird auf Masse geschaltet. Dies bewirkt eine Unterbrechung der Steuerimpulse, da über OP 14 T 7 vollständig gesperrt wird.

In gleicher Weise kann OP 5, der zur Überwachung der zweiten Endstufenhälfte dient, über D 8 die Sperrung der Elektronik auslösen.

OP 1 dient in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung sowie dem Temperatursensor TS 1 der Temperaturüberwachung der Gehäuseinnentemperatur. Sobald hier durch Sonneneinstrahlung oder Überhitzung der sonstigen Elektronik die Tempe-



Ansicht des in die Gehäuseunterhalschale eingebauten ELV-Komfort-Wechselrichters

raturen unzulässig hohe Werte annehmen, wird über D 5, OP 10 und damit die Steuer-elektronik gesperrt.

In gleicher Weise überwacht OP 2 mit seiner Zusatzbeschaltung in Verbindung mit dem Temperatursensor TS 2 die Transformatortemperatur und löst ggf. über D 7 die Sperrung aus.

Eine weitere Kontrollfunktion übernimmt OP 16 mit seiner Zusatzbeschaltung, der eine Fehlfunktion der Regelelektronik oder auch eine Unterbrechung des EF 2105 registriert und über D 9 eine Sperrung auslöst.

Mit dem Schalter S 1 wird die gesamte Elektronik mit Ausnahme der IC's 4 und 6, die ständig an der Versorgungsspannung liegen, eingeschaltet.

Mit dem Schalter S 2 kann anschließend entweder die Schaltung in Betrieb genommen oder aber in den stromsparenden Stand-by-Betrieb gebracht werden. In letztgenannter Betriebsversion sind sämtliche Überwachungs- und Kontrollfunktionen der Schaltung in Betrieb. Lediglich die Endstufe ist gesperrt.

Die Anschlußbuchsen „v“ und „w“ dienen der externen Fernsteuerung, d. h. der Umschaltung zwischen Normal- und Stand-by-Betrieb.

S 2 ist hierzu in Stellung „Ein“ zu bringen. Sobald die Anschlußpunkte „v“ und „w“ überbrückt werden, geht die Schaltung automatisch in „Stand-by“. Nach Öffnen der Verbindung arbeitet die Schaltung augenblicklich wieder im Normalbetrieb.

Die Stabilisierung der 6 V-Versorgungsspannung erfolgt über das Präzisions-Referenzspannungselement des Typs LM 385 in Verbindung mit OP 7. Die Beschaltung ist so gewählt, daß sich am Ausgang des OP 7 (Pin 7) eine zur Versorgung der Elektronik geeignete temperaturkonstante Spannung von ca. 6 V einstellt.

OP 8 und OP 9 sind als Komparatoren zur Eingangsspannungsüberwachung geschaltet, während OP 13 und OP 15 ebenfalls als Komparatoren die Ausgangsspannung überwachen. Dies erfolgt allerdings nicht

direkt am Ausgang, sondern über den echten Effektivwert-Umsetzer EF 2105, an dessen Ausgangsseite die Regelspannung als Maß für die Ausgangsspannung abgefragt wird.

Der Ausgang des Wandlertrafos ist mit einer RC-Kombination beschaltet, die den Oberwellenanteil dämpft.

Zum Nachbau

Obwohl es sich um eine aufwendige Schaltungstechnik handelt, gestaltet sich der Nachbau verhältnismäßig einfach.

Zunächst werden die beiden Leiterplatten anhand der Bestückungspläne in gewohnter Weise bestückt.

Die Verbindung der beiden Platinen erfolgt über einen kleinen Alu-Winkel sowie zwei Schrauben M 3 x 8 mm mit zwei Muttern M 3. Zu beachten ist, daß der kleine Alu-Winkel keine Leiterbahnen kurzschließt.

Anschließend werden die entsprechenden zueinander gehörenden Leiterbahnen der Platinen miteinander verlötet.

Anhand des Fotos der Innenansicht des fertig aufgebauten Gerätes läßt sich die Positionierung der Endstufen und Treiber-Transistoren auf der Aluminium-Rückplatte gut erkennen. Beide Endstufentransistoren einer jeden Endstufenhälfte werden jeweils so angeordnet, daß die Bohrungen mit den beiden Befestigungsbohrungen des dahinterliegenden Fingerkühlkörpers übereinstimmen. Hierdurch wird eine gute Kühlung der Transistoren gewährleistet.

In diesem Zusammenhang ist besonders darauf zu achten, daß sämtliche Transistoren, die an der leitenden Aluminium-Rückwand befestigt werden, sorgfältig über Glimmerscheiben und Isoliernippel von der Rückwand elektrisch getrennt sind.

Vor der Inbetriebnahme des Gerätes empfiehlt es sich hier, mit einem Ohmmesser sich Gewißheit zu verschaffen, ob nicht versehentlich eine leitende Verbindung zwischen Transistoren und Rückwand aufgetreten ist.

Die 5 W-Basis-Vorwiderstände sowie die

100 Ohm-Basis-Emitter-Ableitwiderstände, werden direkt an der Gehäuserückwand verdrahtet.

Anschließend werden alle vier Emittoren der Endstufentransistoren über möglichst kurze flexible isolierte Leitungen mit der negativen Eingangsspannung-Versorgungsbuchse verbunden. Von dieser Buchse wird ebenfalls eine flexible isolierte Leitung zum Platinenanschlußpunkt „b“ geführt.

Von der positiven Versorgungsspannungsbuchse geht eine möglichst kurze flexible isolierte Leitung an den Platinenanschlußpunkt „a“.

Vom Platinenanschlußpunkt „c“ wird dann eine flexible isolierte Leitung direkt zur Mittelanzapfung der Transformatorrenniederspannungswicklung geführt.

Alle vorstehend beschriebenen Leitungen sollten einen Querschnitt von mindestens 1,5 mm² (eher mehr) aufweisen.

Die Platinenanschlußpunkte „a“ und „c“ sind über eine ca. 15 mm lange Drahtbrücke miteinander verbunden. Diese Drahtbrücke besteht aus einem einfachen Draht mit einem Durchmesser von 0,5 mm, der als Kurzschlußsicherung dient. Der Einfachheit halber schneidet man ein ca. 20 mm langes entsprechendes Drahtstück von einer Diode des Typs IN4148 ab, das einen entsprechenden Drahtdurchmesser besitzt. Durch diese etwas ungewöhnliche Absicherung erreicht man im Gegensatz zum Einbau eines Sicherungshalters einen reduzierten Innen- und Übergangswiderstand.

Ein einfaches Auswechseln dieser ungewöhnlichen Sicherung ist nicht erforderlich, da die Schaltung aufgrund ihrer aufwendigen Elektronik sowohl vor Fehlbedienungen als auch Überlastungen weitgehend geschützt ist. Sollte aufgrund eines Defektes die vorstehend beschriebene Sicherung tatsächlich einmal ansprechen, muß das Gerät ohnehin von einem sachkundigen Fachmann überprüft und instandgesetzt werden, da der Sicherungsdraht normalerweise nur dann schmilzt, wenn ein echter Schaltungsdefekt vorliegt. Beide Kollektoren einer jeden Endstufenhälfte werden jeweils miteinander verbunden und über eine ebenfalls möglichst kurze flexible isolierte Leitung mit ausreichendem Querschnitt an die Niederspannungsseite des Wandlertrafos angeschlossen. Welche Endstufenhälfte an welche Wicklungsseite angelegt wird, ist hierbei gleichgültig.

Darüber hinaus werden die beiden miteinander verbundenen Kollektoren einer jeden Endstufenhälfte mit flexiblen isolierten Leitungen, deren Querschnitt von untergeordneter Bedeutung ist, an die zugehörigen Platinenanschlußpunkte „p“ sowie „t“ geführt. Wichtig ist hierbei, daß die Verbindungen nicht miteinander vertauscht werden und daß T 2/T 3 an den Platinenanschlußpunkt „p“ und nicht versehentlich an den Platinenanschlußpunkt „t“ gelegt werden.

Nun ist noch die Verbindung der Platinenanschlußpunkte „o“ mit der Basis von T 1 sowie „s“ mit der Basis von T 4 erforderlich.

Nachdem alle Verbindungen ordnungsgemäß durchgeführt wurden, ist noch der Temperatursensor TS 2 über zwei flexible isolierte Leitungen am Wandlertrafo anzubringen, und zwar so, daß sich ein möglichst guter Wärmekontakt (evtl. mit Hilfe von etwas Wärmeleitpaste) ergibt (am besten zwischen Wicklungspaket und Metallschenkel).

Der Temperatursensor TS 1 zur Überwachung der Temperatur der Elektronik, wird nach hinten ins Gehäuse weisend direkt auf die Platine gelötet.

Nachdem auch die übrige Verdrahtung mittels flexibler isolierter Leitungen vorgenommen wurde (Trafo, Steckdose, EF 2105), ist lediglich noch der Eingangs- und Ausgangskondensator mit Vorwiderstand anzuschließen.

Der zur Pufferung dienende Eingangselko (1.000 µF/16 V) wird direkt über die beiden Eingangsspannungsklemmen gelötet, während der Ausgangskondensator (470 nF/630 V) an der einen Seite direkt und an der anderen Seite über einen 120 Ω/5 W-Widerstand mit der Ausgangsseite des Wandlertrafos verbunden wird.

Ableich

Nachdem der Aufbau nochmals sorgfältig kontrolliert und überprüft wurde, kann die Schaltung mit Spannung versorgt werden.

Zweckmäßigerweise befinden sich die Schalter S 1 und S 2 zunächst in Stellung „Aus“ bzw. „Stand-by“.

Über ein Amperemeter wird der Schalter S 1 überbrückt.

Die Stromaufnahme sollte im Bereich von 20 bis 30 mA liegen (kleiner 50 mA).

Als nächstes empfiehlt es sich, die Versorgungsspannung der Elektronik an Pin 7 des OP 7 zu überprüfen. Sie sollte zwischen 5,8 V und 6,2 V liegen.

Sofern auch die Leuchtdioden keine Störung anzeigen, kann der Schalter S 2 in Stellung „Ein“ gebracht werden.

Sollte einmal eine Stör-LED aufleuchten, so ist S 1 in Stellung „Aus“ zu bringen und erst nach einer Pause von ca. 5 Sekunden erneut einzuschalten.

Die LED's zur Ausgangsspannungsüberwachung müßten jetzt „Normalspannung“ anzeigen.

Eine Glühlampe mit einer Leistung von 15 bis 40 W, sollte jetzt probeweise an den Ausgang gelegt werden.

Mit dem Spindeltrimmer R 94 wird die Helligkeit dieser Lampe so eingestellt, daß sie gleiche Werte annimmt, wie beim Anschluß direkt an die 220 V-Netzwechsellspannung. Zur objektiven Kontrolle der Helligkeit kann hier ein Luxmesser gute Dienste leisten. Aber auch die subjektive Beurteilung gleicher Helligkeit ist mit guter Genauigkeit möglich, da sich schon bei geringen Schwankungen der Ausgangsspannung größere Helligkeitsunterschiede ergeben.

Dem Einsatz dieses qualitativ hochwertigen, außergewöhnlichen Wechselrichters steht nun nichts mehr im Wege.

Stückliste Wechselrichter 12 V =/220 V~/60/80 VA

Halbleiter

IC 1-IC 3, IC 6	LM 324
IC 4	CD 4053
IC 5	CD 4060
IC 7	EF 2105
T 1, T 4	BD 239
T 2, T 3, T 5, T 6	TIPL 763 A
T 7	2N5460
D 1, D 3	IN4148
D 2, D 4	LED, 5 mm, rot
D 5-D 14	IN4148
D 15, D 23-D 27	LED, 5 mm, rot
D 16-D 20	IN4148
D 21	IN4001
D 22	LM 385
D 28, D 29	IN4148
D 30-D 32, D 34	LED, 5 mm, rot
D 33	AA 118
D 35, D 36	IN4148
TS 1, TS 2	SAS 1000

Kondensatoren

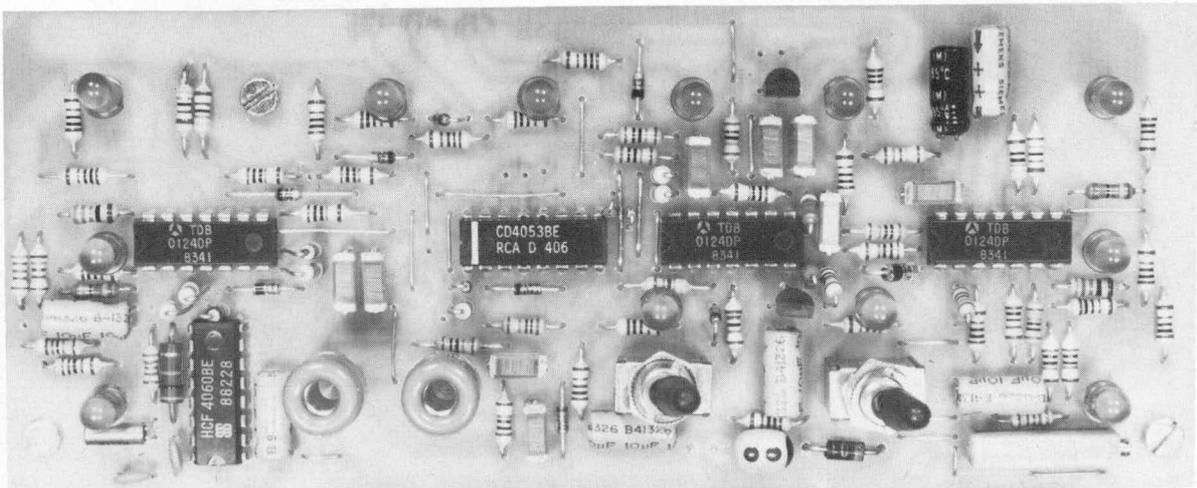
C 1	1000 µF/16 V
C 2, C 3	47 nF
C 4-C 6, C 10-C 12	1 µF/16 V
C 7, C 13	10 µF/16 V
C 8, C 14	4,7 nF
C 9, C 15	2,2 nF
C 16	470 nF/630 V
C 17, C 19, C 20	10 µF/16 V
C 18	47 nF
C 21, C 22	47 nF
C 23, C 31, C 32	10 µF/16 V
C 24, C 25	33 pF
C 26-C 28, C 30	47 nF
C 29	1 µF/16 V

Widerstände

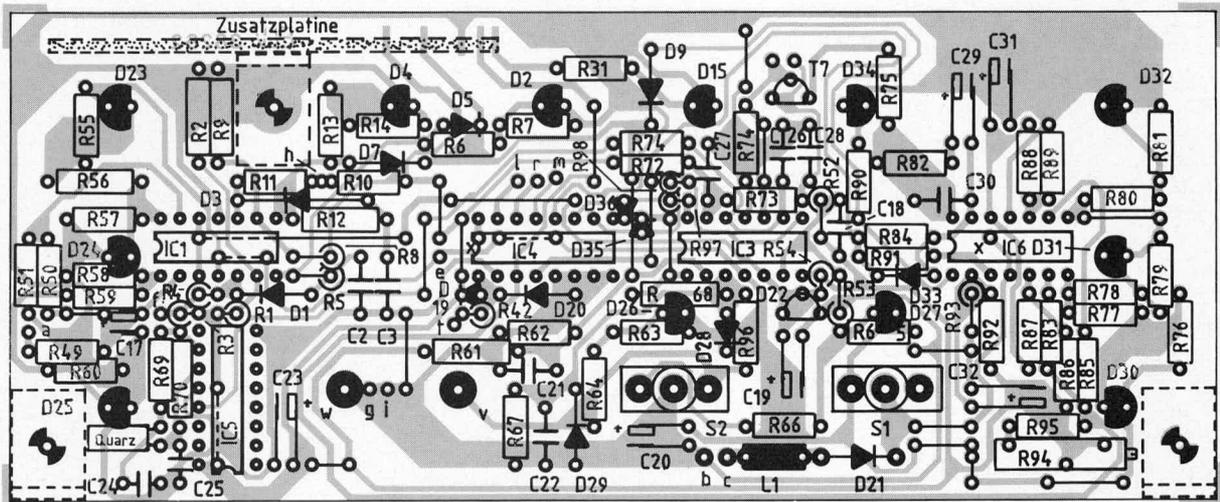
R 1	33 kΩ
R 2	4,7 kΩ
R 3-R 5, R 10-R 12	10 kΩ
R 6, R 7, R 13, R 14	1 kΩ
R 8	120 kΩ
R 9, R 17, R 21	18 kΩ
R 15, R 18, R 22	10 kΩ
R 16, R 20	100 kΩ
R 19, R 26, R 36, R 43	1 MΩ
R 23-R 25	10 kΩ
R 27, R 29, R 44, R 46	5,6 Ω/5 W, Hochlastwiderstand
R 28, R 30, R 45, R 47	100 Ω
R 31	1 kΩ
R 32, R 35	10 kΩ
R 33, R 37	100 kΩ
R 34, R 38	18 kΩ
R 39-R 42	10 kΩ
R 48	120 Ω/5 W, Hochlastwiderstand
R 49	27 kΩ
R 50	1,2 kΩ
R 51	2,55 kΩ
R 52, R 54	39 kΩ
R 53	10 kΩ
R 55, R 56, R 58, R 60	1 kΩ
R 57	820 Ω
R 59	680 Ω
R 61, R 62, R 72, R 74	100 kΩ
R 63-R 66	1 kΩ
R 67, R 73	10 kΩ
R 68	470 kΩ
R 69	2,2 kΩ
R 70	20 MΩ
R 75	1 MΩ
R 76, R 77, R 79, R 81	1 kΩ
R 78	820 Ω
R 80	680 Ω
R 82	120 kΩ
R 83, R 85, R 86	10 kΩ
R 84, R 93	100 kΩ
R 87, R 90, R 92	1 kΩ
R 88	470 Ω
R 89	1,8 kΩ
R 91	10 kΩ
R 94	100 kΩ, Spindeltrimmer
R 95	2,2 kΩ
R 96	15 kΩ
R 97, R 98	10 kΩ

Sonstiges

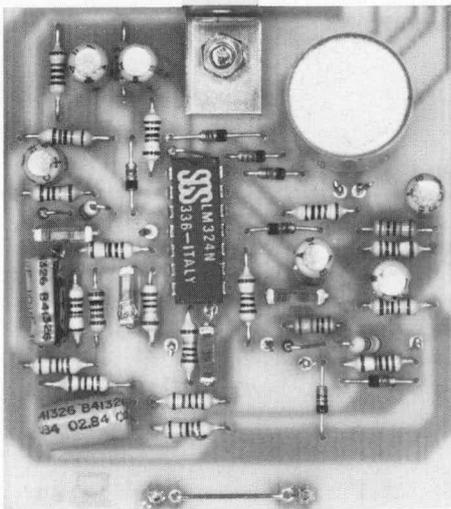
1 Trafo	prim: 2 x 7 V/7 A sek: 220 V/80 VA mit 5 V-Anzapfung
2 Kippschalter	1 x um
1 Drossel	51 µH
1 Quarz	25,6 kHz
3 Befestigungswinkel	
6 Isolierrippel	
4 Glimmerscheiben	TOP 3
2 Glimmerscheiben	TO 220
20 Lötstifte	
4 Schrauben	M 4 x 55 mm
12 Muttern	M 4
4 Schrauben	M 3 x 6 mm
10 Schrauben	M 3 x 10
14 Muttern	M 3
30 cm isolierter Schaltdraht	2,5 mm ²
100 cm flexible Leitung	2,5 mm ²
50 cm Silberdraht	
150 cm isolierter Schaltdraht	
2 Lötösen	4,2 mm Ø



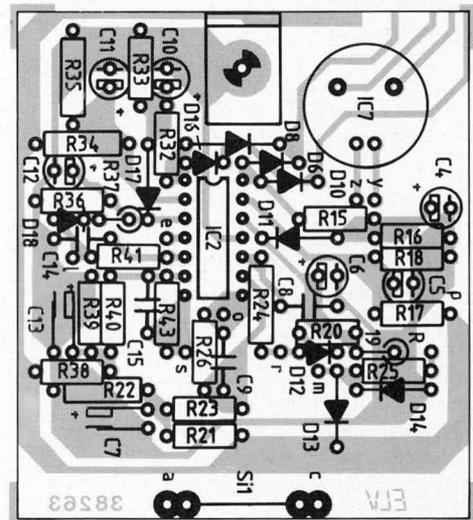
Ansicht der fertig bestückten Hauptplatine des ELV-Komfort-Wechselrichters 60/80 VA



Bestückungsseite der Hauptplatine des ELV-Komfort-Wechselrichters 60/80 VA



Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine des ELV-Komfort-Wechselrichters 60/80 VA



Bestückungsseite der Steuerplatine des ELV-Komfort-Wechselrichters 60/80 VA