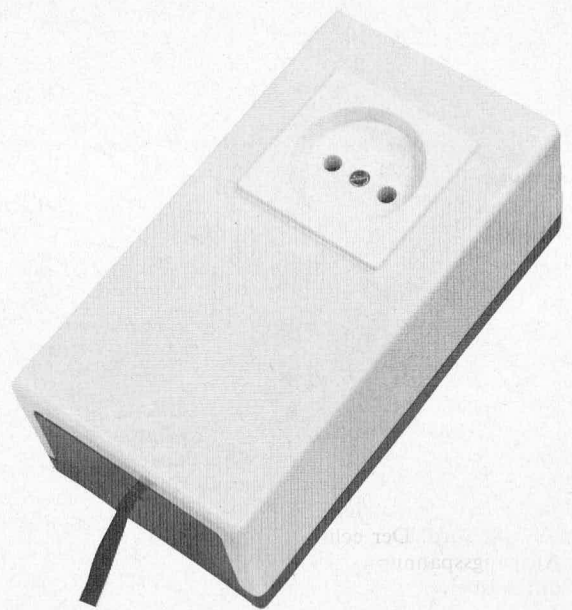


Mini-Wechselrichter 12 V = / 220 V ~

Universelle Einsatzmöglichkeiten für kleine Verbraucher — 18/24 VA



Geringe Abmessungen, quarzgenaue 50 Hz Frequenz sowie elektronische Ausgangsspannungsstabilisierung, zeichnen diesen Mini-Wechselrichter aus. Er ist sowohl für die Anwendung im Haushalt, beim Betrieb von Rasierern, kleinen Leuchtstofflampen, Rekordern usw. geeignet als auch für den Hobby-Bereich, zur Versorgung zahlreicher Meß- und Testgeräte, kurzum, für fast alle 220 V-Wechselstromverbraucher, die eine Leistungsaufnahme von 20 VA nicht überschreiten. Aufgrund der ca. 50 %igen Kurzzeitüberlastbarkeit sind auch Glühlampen und kleine Wechselstrommotore anschließbar.

Ergänzt wird die vorstehend beschriebene komfortable Mini-Wechselrichterschaltung durch eine zweite, ebenfalls in diesem Artikel beschriebene low-cost-Version mit gleicher Abgabeleistung, bei geringfügig eingeschränkter Ausgangsspannungskonstanz. Beide Schaltungen sind auf derselben Platine aufbaubar und können daher leicht umgerüstet werden.

Allgemeines

In zahlreichen Anwendungsfällen, sowohl im Camping als auch im weiteren Hobby-Bereich, wird der Anschluß von 220 V Verbrauchern an eine 12 V Gleichspannung gewünscht. Häufig reicht hierbei ein Mini-Wechselrichter mit einer Abgabeleistung von 20 VA aus, ohne daß der Nachteil von großen und schweren Umformern in Kauf genommen werden muß. In einigen Anwendungsfällen, wie z. B. bei Rasierern und Glühlampen, kann auf eine exakte Stabilisierung der Ausgangsspannung verzichtet werden, wodurch der Aufbau besonders günstig möglich ist.

Welche der beiden vorgestellten Mini-Wechselrichterschaltungen man nun tatsächlich einsetzt, muß von Fall zu Fall individuell entschieden werden. Aus Kostengründen kann zunächst die einfachere Version (ohne EF 2105) aufgebaut werden, die bei Bedarf problemlos zur Komfort-Ver-

sion umzurüsten ist, da sich beide Schaltungen sehr ähneln und auf derselben Platine Platz finden.

Zur Schaltung

Komfort-Version

Die Steuerung des Komfort-Mini-Wechselrichters wird durch eine präzise Quarzzeitbasis vorgenommen. Die Ausgangsfrequenz von 50 Hz des IC 3 wird durch mehrfache Teilung der Oszillatorfrequenz von 2,982950 MHz gewonnen.

Über die beiden als Komparator geschalteten Operationsverstärker OP 3 und OP 4, wird in Verbindung mit der vorgeschalteten RC-Kombination R 14/C 14 und dem Spannungsteiler, bestehend aus R 17 bis R 21 sowie T 1 eine Tastlückensteuerung erreicht. Wir verstehen in unserem Falle hierunter eine Rechteckschwingung, bei der die Spannung nicht wie bei einer „normalen“ Rechteckschwingung, von V+ direkt nach

V- springt, sofern von V+ zunächst nach 0 V und danach erst nach V-, um dann von V- wieder auf 0 V und dann erst auf V+ zu springen.

Zum einen wird hierdurch eine bessere Annäherung an die Sinuskurve erreicht und zum anderen kann durch die Steuerung der Tastlücke, d. h. durch Vergrößern oder Verkleinern der Zeitspanne, in der die Ausgangsspannung auf 0 V liegt, eine gute Regelung der Ausgangsspannung erreicht werden.

In Verbindung mit dem im ELV-Labor entwickelten echten Effektivwertkopplers des Typs EF 2105, ist eine Regelung aufgebaut, mit deren Hilfe der echte Effektivwert der Ausgangsspannung sehr genau überwacht und konstant gehalten wird. Nach diesem Prinzip arbeiten auch die beiden inzwischen sehr häufig nachgebauten Wechselrichter aus unseren Ausgaben ELV journal Nr. 21 (Leistungswechselrichter 300/500 VA) und

ELV journal Nr. 26 (120/180 VA). Näheres hierüber kann in den entsprechenden Ausgaben nachgelesen werden.

Ein Teil der 220 V-Ausgangswechselspannung wird auf die beiden Eingänge (Pin 1 und Pin 2) des EF 2105 gegeben, der den Effektivwert der an ihm anliegenden Eingangsspannung, in Verbindung mit R 5 und R 6, in eine proportionale Ausgangsspannung umsetzt.

Der hiervon angesteuerte, nichtinvertierende (+) Eingang des OP 2 verarbeitet das vom EF 2105 kommende Ausgangssignal weiter, indem sich sein Ausgang (Pin 1 von OP 2) so einstellt, daß die Differenzspannung zwischen seinen beiden Eingängen (Pin 9 und Pin 10 von OP 2) ungefähr zu Null wird.

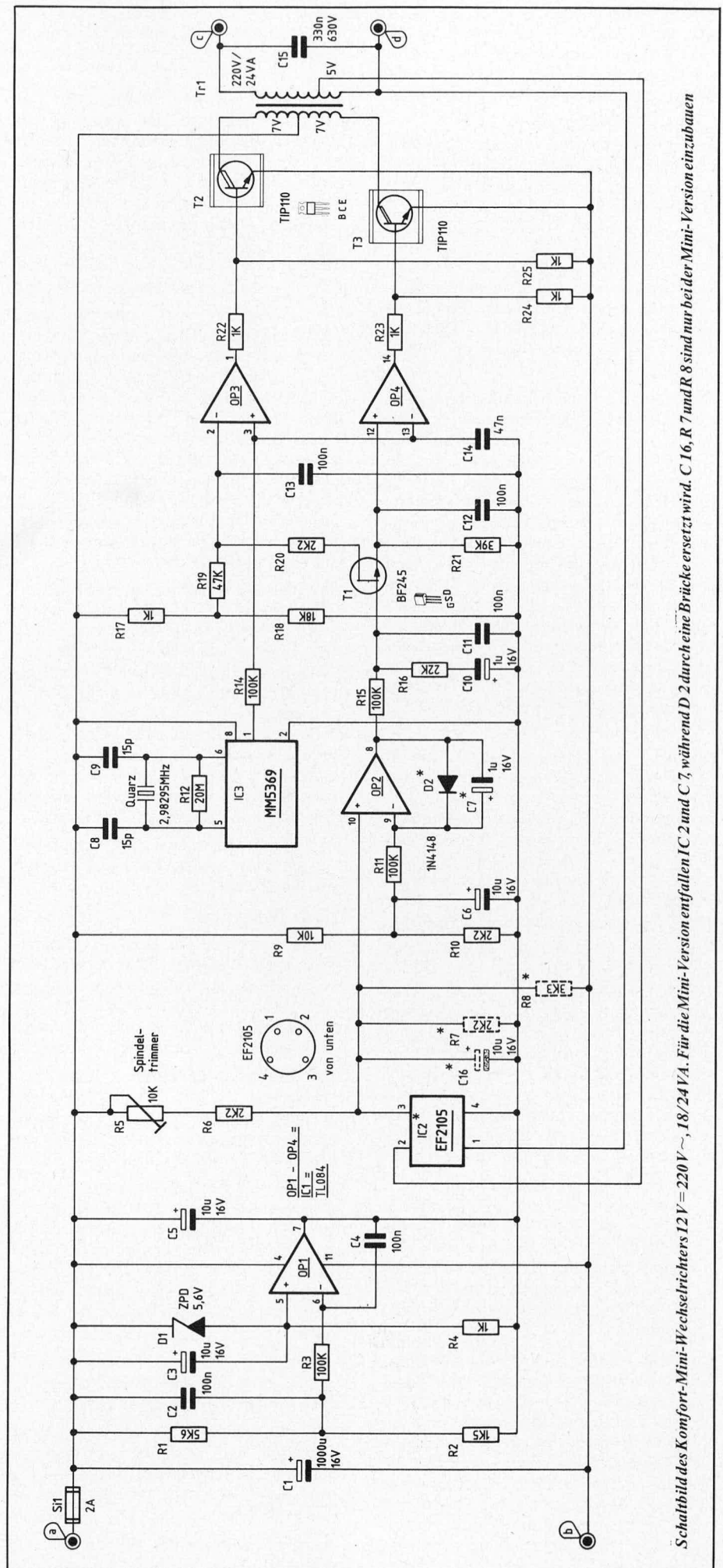
In der Praxis bedeutet z. B. eine Erhöhung der 220 V-Ausgangswechselspannung einen erhöhten Stromfluß im EF 2105, so daß der nichtinvertierende (+) Eingang des OP 2 negativer wird. Hierdurch sinkt die Ausgangsspannung des OP 2 (Pin 8) und der nachgeschaltete FET T 1 wird weniger leitend. Dies bedeutet eine Verbreiterung der Tastlücke, da die Schwellenspannung an den als Komparatoren geschalteten OP's 3 und 4 später erreicht wird. Der echte Effektivwert der Ausgangsspannung sinkt also wieder. Dadurch ist eine Stabilisierung des Regelkreises erreicht.

Durch eine leicht unsymmetrische Ansteuerung der Komparatoren OP 3 und OP 4 kann es zu einer geringen Unsymmetrie der Tastlücken und damit der Ansteuerimpulse für die Endstufentransistoren kommen. Dies wird mit Hilfe der Widerstandskombination R 17/R 18 ausgeglichen. Sollten sich dennoch aufgrund von Bauteilestreuungen Differenzen in der Länge der Ansteuerimpulse für die Endstufentransistoren ergeben, so kann R 18 im Bereich von 4,7 k Ω bis 47 k Ω variiert werden. Hierzu ist durch unterschiedliche Belastungen die Tastlücke von schmal auf breit mehrfach zu ändern und die Gleichheit der Ansteuerimpulse zu überprüfen, während gleichzeitig R 18 variiert wird. Die angegebene Dimensionierung dürfte jedoch im allgemeinen günstig und der Praxis entsprechend sein.

Durch den Einsatz von Darlington-Transistoren können die Ausgänge der OP's 3 und 4 direkt über die Widerstände R 22 und R 23 die Endstufe ansteuern.

Eine Versorgungsspannungsstabilisierung wird durch die Z-Diode D 1 in Verbindung mit dem OP 1 mit Zusatzbeschaltung erreicht, so daß am Ausgang des OP 1 (Pin 7) eine gegenüber der positiven Versorgungsspannung stabilisierte Referenzspannung von ca. 7 V zur Verfügung steht, die der Speisung der Elektronik dient.

Der genaue Effektivwert der 220 V Ausgangswechselspannung kann mit dem Trimmer R 5 eingestellt werden. Mit einem „normalen“ Drehspulmeßwerk ist diese Einstellung nicht möglich. Es ist ein Dreheisenmeßwerk oder ein Multimeter mit einem echten Effektivwertwandler erforderlich. Stehen entsprechende Meßgeräte nicht zur Verfügung, kann auch ersatzweise eine kleine Glühlampe (z. B. 15 W) herangezogen



Schaltbild des Komfort-Mini-Wechselrichters 12 V = 220 V ~, 18/24 VA. Für die Mini-Version entfallen IC 2 und C 7, während D 2 durch eine Brücke ersetzt wird. C 16, R 7 und R 8 sind nur bei der Mini-Version einzubauen

werden, deren Helligkeit mit R 5 so eingestellt wird, daß sie dem Anschluß an das 220 V-Wechselspannungsnetz entspricht. Die Lichtausbeute einer Glühlampe ist direkt proportional zum echten Effektivwert einer Wechselspannung.

Bei der vorstehend beschriebenen Komfort-Version entfallen die im Schaltplan gestrichelt eingezeichneten Bauelemente C 6, R 7 und R 8 ersatzlos.

Low-cost-Version

Kann für die vorgesehenen Anwendungsfälle des Mini-Wechselrichters auf eine präzise Ausgangsspannungsregelung verzichtet werden, so ist ein preiswerterer Aufbau möglich.

Hierbei wird auf die Ausgangsspannungsregelung und Rückkopplung über den echten Effektivwertkoppler des Typs EF 2105 verzichtet, der einen wesentlichen Kostenfaktor bei der Komfort-Version darstellt. Da in der Praxis die zur Versorgung des Mini-Wechselrichters zur Verfügung stehenden Eingangsspannungen jedoch durchaus im Bereich von 10 V bis 15 V schwanken können, was Ausgangsspannungsschwankungen von mehr als 100 V entspricht, ist eine Schaltung ohne Stabilisierungsmaßnahmen praktisch wertlos. Es wurde daher ein Zusatz entwickelt, der mit einfachen schaltungstechnischen Mitteln eine Tastlückensteuerung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung vornimmt.

Die Schaltung dieser low-cost-Version ist weitgehend identisch mit der zuerst beschriebenen Komfort-Version. Es entfallen lediglich der echte Effektivwertwandlerbaustein IC 2 des Typs EF 2105 sowie der Kondensator C 7 ersatzlos. Darüber hinaus werden jetzt die gestrichelt eingezeichneten Bauelemente C 16, R 7 sowie R 8 eingebaut und D 2 wird durch eine Brücke ersetzt.

Nachdem die Schaltung in der vorstehend beschriebenen Form aufgebaut wurde, ist zwar die präzise Ausgangsspannungsregelung nicht mehr vorhanden, dafür aber eine sehr preisgünstige eingangsspannungsabhängige Tastlückensteuerung. Hierbei wird über den Spannungsteiler R 5 bis R 8 ein Teil der unstabilisierten Eingangsversorgungsspannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2 (Pin 10) gegeben, und mit der Referenzspannung an Pin 9 verglichen.

Steigt die Versorgungsspannung an, so wird das Potential an Pin 10 des OP 2 über R 8 in Richtung negativer Werte gezogen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Referenzspannung gegenüber der positiven Versorgungsspannung stabilisiert ist und nicht wie meistens üblich gegenüber der negativen Spannung.

Durch Absinken der Spannung an Pin 10 des OP 2 bei konstanter Referenzspannung an Pin 9 geht auch die Ausgangsspannung des OP 2 in Richtung negativerer Werte. Über R 15 wird T 1 weiter gesperrt, wodurch die OP's 3 und 4 später schalten und sich die Tastlücke vergrößert. Die Ausgangsspannung sinkt. Durch geschickte Dimensionierung der Schaltung kann erreicht werden, daß die Ausgangsspannungserhöhung durch eine größere Versorgungsspannung

gerade durch eine Vergrößerung der Tastlücke kompensiert wird und die tatsächliche Ausgangsspannung in weiten Grenzen konstant bleibt.

Mit dem Spindeltrimmer R 5 wird bei einer mittleren zu erwartenden Belastung und Eingangsversorgungsspannung (12 bis 13 V) die Ausgangsspannung auf 220 V_{eff} eingestellt. Hierbei ist eine kleine Glühlampe hilfreich, wie bereits weiter vorstehend beschrieben. Durch geringfügiges Variieren von R 8 kann der Steuereinfluß der Eingangsversorgungsspannung auf die Tastlücke u. U. noch etwas optimiert werden.

Die Helligkeit einer angeschlossenen 220 V/15 W Glühlampe, sollte sich bei einer Eingangsversorgungsspannungsschwankung im Bereich von 10 bis 15 V nur geringfügig ändern. Wird die Helligkeit der Glühlampe bei steigender Eingangsspannung größer, so ist der Widerstandswert von R 8 geringfügig zu verkleinern, während bei steigender Eingangsspannung und Helligkeitsabnahme der Wert von R 8 zu vergrößern ist. Die absolute Ausgangsspannungsgröße wird, wie bereits erwähnt, mit R 5 einmalig eingestellt.

Abschließend wollen wir darauf hinweisen, daß der Regelbereich selbstverständlich begrenzt ist. Bei Eingangsspannungen über 14 V kann es vorkommen, daß die Ausgangsspannung wieder absinkt. Auch sollten die Anforderungen hinsichtlich Ausgangsspannungskonstanz nicht zu hoch gesteckt werden, zumal eine Rückführung wie bei der Komfort-Version nicht erfolgt. Belastungsänderungen werden daher bei der low-cost-Version immer zu gewissen Ausgangsspannungsschwankungen führen.

Insgesamt ist jedoch auch diese preiswerte Version im praktischen Einsatz für viele Geräte gut geeignet.

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich besonders einfach, zumal sämtliche Bauelemente auf einer einzigen kleinen Leiterplatte untergebracht sind. Abgesehen von den Zuleitungen vom Akku und zur Steckdose, ist keinerlei Verdrahtung erforderlich.

Beim Bestücken der Leiterplatte hält man sich genau an den abgedruckten Bestückungsplan, wobei zunächst die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren und zuletzt die Halbleiter eingelötet werden.

Auf die besonders belasteten Leiterbahnen, die zu den Kollektoren bzw. den Emittoren der beiden Endstufentransistoren führen sowie zur Niederspannungsseite des Transformators, sollte man zweckmäßigerweise etwas Silberschalt Draht auflöten, um die Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten.

Die fertig aufgebaute und überprüfte Schaltung kann in ein dafür passendes isoliertes Kunststoffgehäuse eingebaut werden.

Abschließend möchten wir noch darauf hinweisen, daß die Höhe der Ausgangsspannung lebensgefährlich ist und daher entsprechende Vorsichtsmaßnahmen erforderlich sind.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist sorgfältig zu achten.

Stückliste: Mini-Wechselrichter 12 V = / 220 V ~

Halbleiter

IC1	TL 084
IC2*	EF 2105
IC3	MM 5369
T1	BF 245
T2, T3	TIP 110
D1	ZPD 5,6 V
D2*	1N4148

Kondensatoren

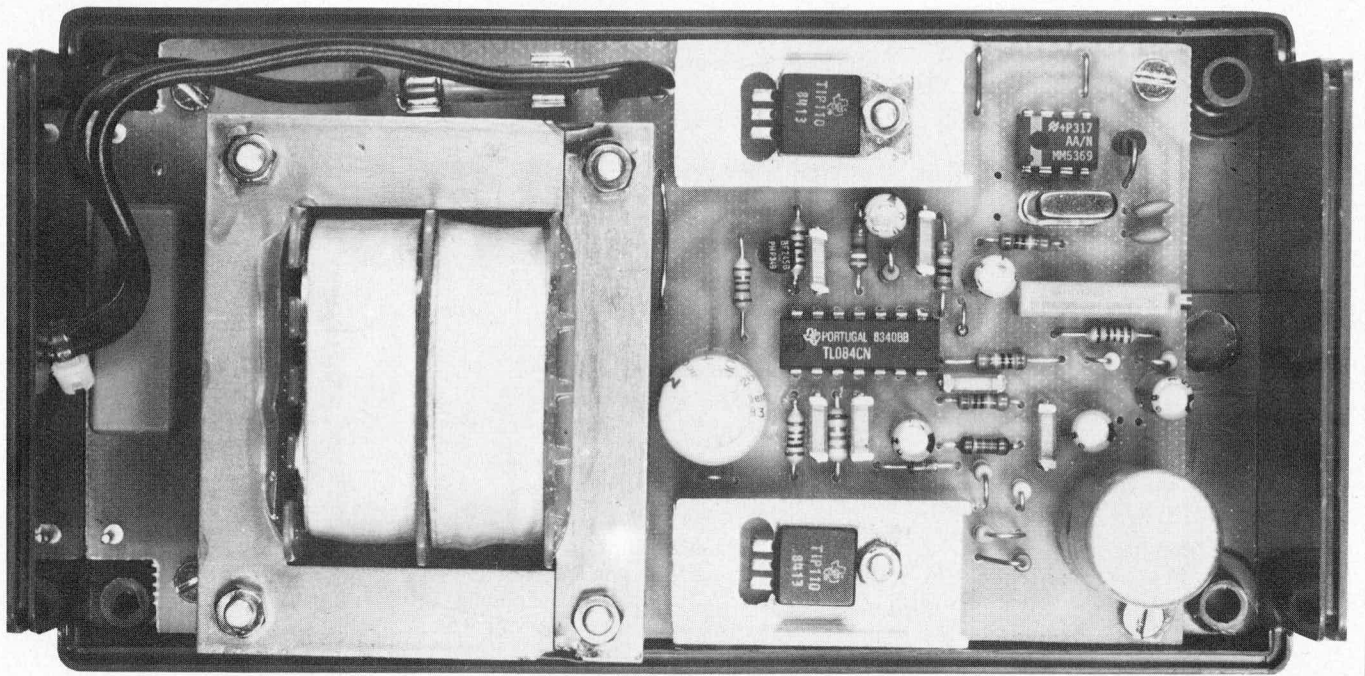
C1	1000 µF/16 V
C2	100 nF
C3	10 µF/16 V
C4	100 nF
C5, C6	10 µF/16 V
C7*	1 µF/16 V
C8, C9	15 pF
C10	1 µF/16 V
C11-C13	100 nF
C14	47 nF
C15	330 nF/630 V
C16*	10 µF/16 V

Widerstände

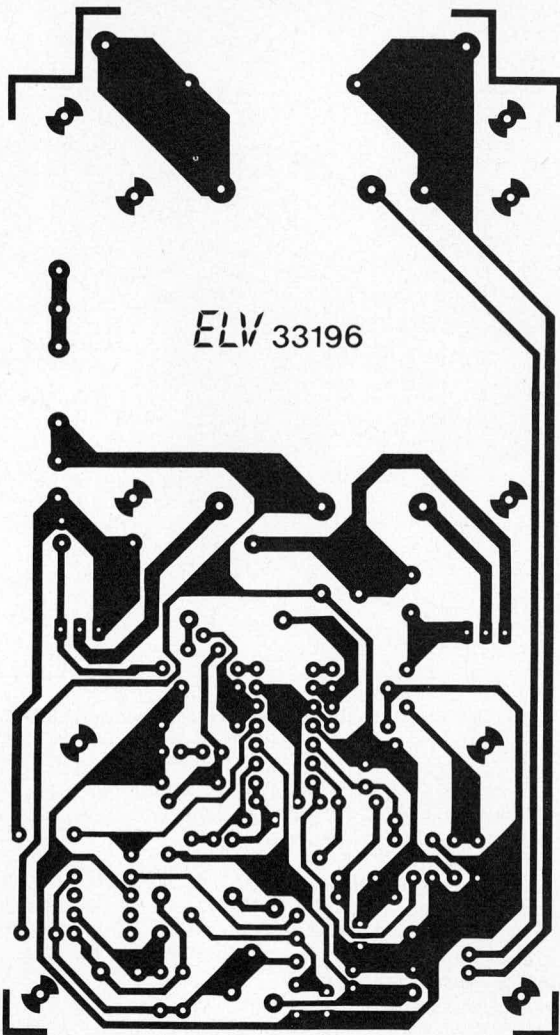
R1	5,6 kΩ
R2	1,5 kΩ
R3	100 kΩ
R4	1 kΩ
R5	10 kΩ, Spindeltrimmer
R6	2,2 kΩ
R7*	2,2 kΩ
R8*	3,3 kΩ
R9	10 kΩ
R10	2,2 kΩ
R11	100 kΩ
R12	20 MΩ
R14, R15	100 kΩ
R16	22 kΩ
R17	1 kΩ
R18	18 kΩ
R19	47 kΩ
R20	2,2 kΩ
R21	39 kΩ
R22-R25	1 kΩ

Sonstiges

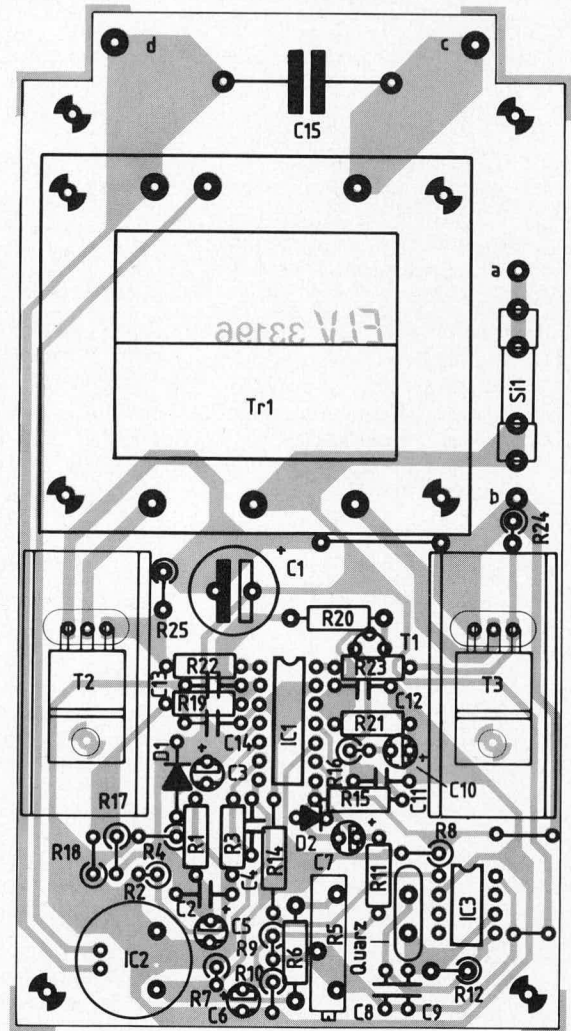
Tr1	Trafo: prim.: 2 x 7 V sek.: 220 V/5 V/24 VA
Si1	2 A
1	Spezial-Steckdose ohne Schutzkontakte
1	Platinensicherungshalter
1	Quarz 2,98295 MHz
2	Kühlkörper SK 13
2	Batterieanschlußklemmen (rot und schwarz)
4	Schrauben M3 x 40 mm
6	Schrauben M3 x 6 mm
14	Muttern M3
4	Lötstifte
10	cm Silberdraht
20	cm flexible Leitung
2	m flexible Leitung 2 x 0,75 mm ²
*	siehe Text



Ansicht des fertig aufgebauten Komfort-Mini-Wechselrichters 18/24 VA im geöffneten Gehäuse



Leiterbahnseite der Platine des Mini-Wechselrichters



Bestückungsseite der Platine des Mini-Wechselrichters