

# Wechselrichter 12 V =/220 V ~

Mit dem hier vorgestellten Wechselrichter entsprechen wir dem verstärkt an uns herangetragenen Wunsch, nach einem leistungsfähigen, zuverlässigen und leicht nachzubauenden Spannungswandler, der aus einer 12 V Batterie 220 V Wechselspannung erzeugt.

Wie es inzwischen von uns schon fast erwartet wird, konnten sich unsere Entwickler wieder einmal nicht beherrschen und haben aus der geplanten Standardversion ein Spitzengerät mit 50 Hz Quarzzeitbasis, Tastlückensteuerung (man staunt, wie einfach so etwas zu machen ist) und Über-/Unterspannungsanzeige auf die Beine gestellt.

Daß so ein Spitzengerät außerordentlich preiswert nachzubauen ist, hat uns genauso erstaunt, wie Sie es vermutlich sein werden, nachdem Sie die Kosten überschlagen haben.

## Allgemeines

Wechselrichter — oder auch Spannungswandler genannt — sind sowohl für den mobilen Einsatz, als auch stationär als Notstromversorgung einsetzbar. Aus einer vorhandenen 12 V Batterie (z. B. Autoakku) erzeugen sie eine Wechselspannung von 220 V bei einer Frequenz von 50 Hz — in unserem Fall quarzstabilisiert —.

Der Vorteil von Wechselrichtern gegenüber verbrennungsmotorengetriebenen Notstromaggregaten liegt in der sofortigen Betriebsbereitschaft (kein Anlassen erforderlich), Wartungsfreiheit (von der Batterie einmal abgesehen) sowie Umweltfreundlichkeit (keine Abgase), so daß ein Wechselrichter ohne weiteres auch in selbst kleinen geschlossenen Räumen betrieben werden kann.

Auf einen weiteren besonders vorteilhaften Punkt, nämlich der nahezu völligen Geräuschlosigkeit, sei hier noch hingewiesen.

Nachteilig bei Wechselrichtern ist lediglich die meistens geringere Leistung sowie die normalerweise rechteckförmige Ausgangsspannung, die in unserem Fall jedoch durch eine raffinierte Tastlückensteuerung, auf die in einem späteren Teil dieses Artikels noch näher eingegangen wird, dem angestrebtem Sinusverlauf der Ausgangsspannung erheblich näher kommt, wie dies normalerweise der Fall ist.

## Funktionsbeschreibung

Der in unserem Labor entwickelte und hier vorgestellte und beschriebene Wechselrichter zeichnet sich durch mehrere wesentliche Merkmale besonders aus.

1. Die Steuerung des Wechselrichters wird durch eine präzise Quarzzeitbasis vorgenommen, deren Frequenz von 50 Hz durch mehrfache Teilung mittels des IC's des Typs 7038 A aus der Quarzfrequenz von 3,2768 MHz gewonnen wird.

Über R 12 und die Z-Diode D 4 wird die Versorgungsspannung für den Quarzoszillator gewonnen in Verbindung mit den Kondensatoren C 8 bis C 10.

2. Über die beiden als Komparatoren geschalteten Operationsverstärker OP 1 und OP 2 wird in Verbindung

mit der vorgeschalteten R-C-Kombination (R 1, C 3) und dem Spannungsteiler, bestehend aus R 2 bis R 4, eine Tastlückensteuerung erreicht.

Unter Tastlückensteuerung verstehen wir in unserem Falle eine Rechteckschwingung, bei der die Spannung nicht, wie bei einer „normalen“ Rechteckschwingung (Bild 1) von V + direkt nach V - springt, sondern von V + zunächst nach 0 V und danach erst nach V - springt, um dann von V - wieder auf 0 V und dann erst auf V + zu springen (Bild 2).

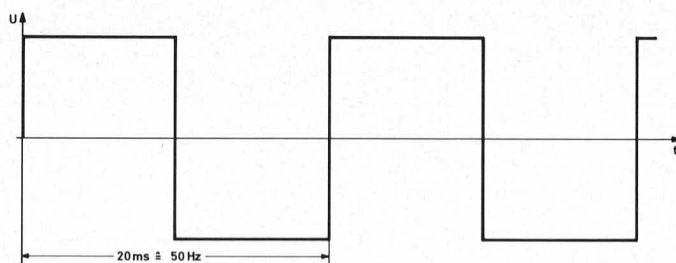


Bild 1

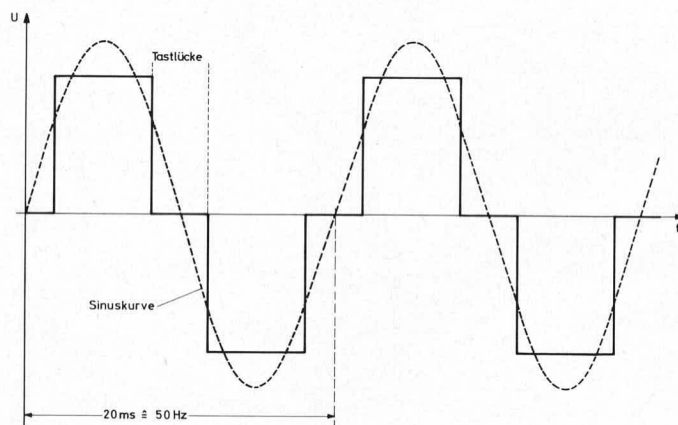
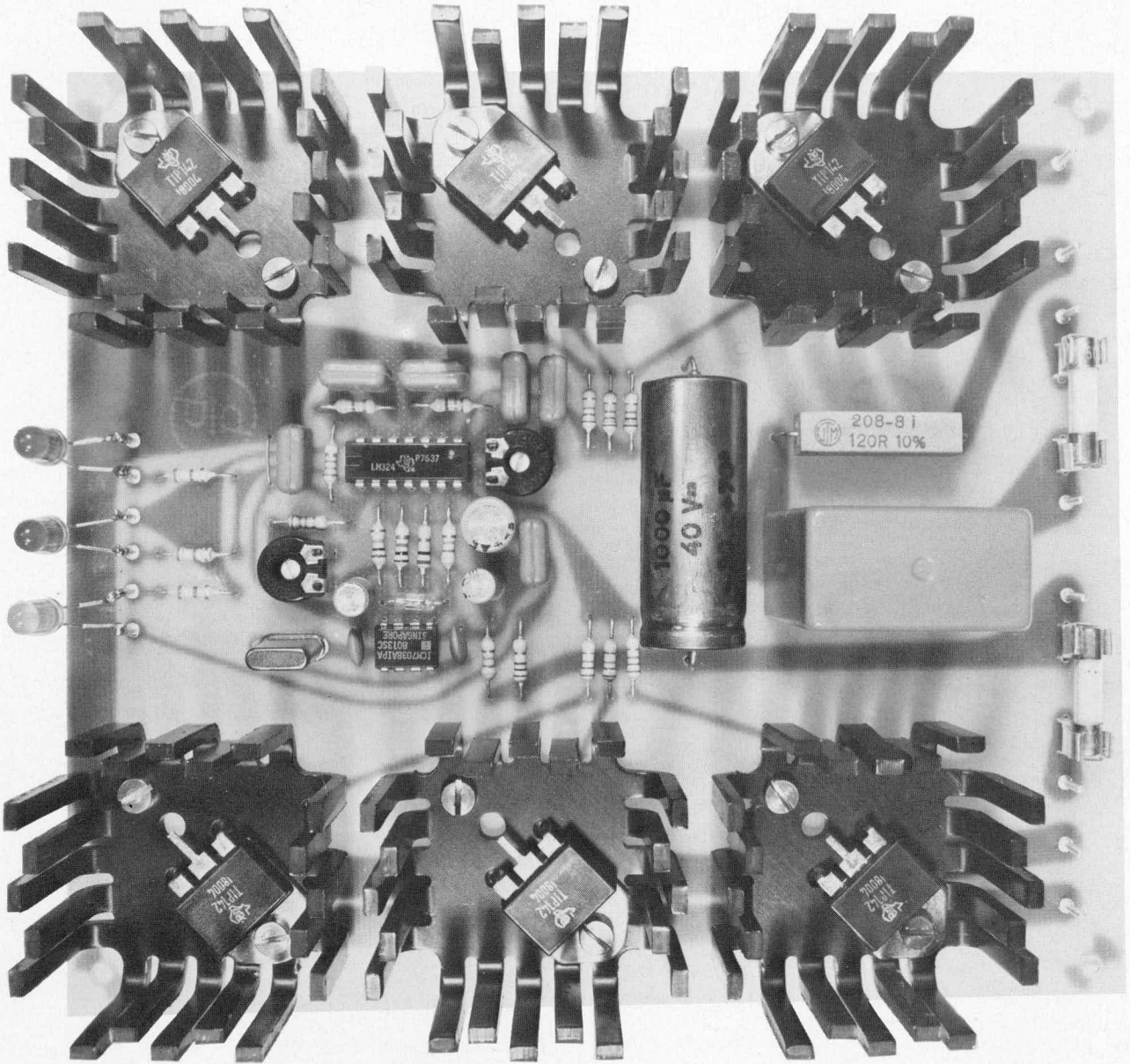


Bild 2



Ansicht der fertig bestückten Platine des quarzstabilisierten Wechselrichters

Anhand der in Bild 2 eingezeichneten Sinuskurve läßt sich leicht erkennen, daß der Spannungsverlauf durch die Tastlückensteuerung dem Sinusverlauf erheblich näherkommt als die reine Rechteckschwingung, ganz davon abgesehen, daß die Tastlückensteuerung eine bessere Trafoausnutzung durch geringeren Oberwellengehalt sowie einen deutlich gesenkten Ruhestrom ermöglicht, was bei Batteriebetrieb besonders vorteilhaft ist.

Durch die vorstehend beschriebene besondere Schaltungstechnik des hier vorgestellten Wechselrichters sowie durch großzügige Auslegung des verwendeten Transformators, konnte die Ruhestromaufnahme, die normalerweise über 5 A liegt, je nach Bauteilsteuerung auf typisch ca. 1 A (!) gesenkt werden.

3. Durch die den Operationsverstärkern (OP 1 und OP 2) nachgeschaltete Endstufe (T 1 bis T 3 sowie T 4 bis T 6) sowie dem hiervon angesteuerten, großzügig ausgelegten Trafo, liefert die Schaltung souverän eine Dauerleistung von über 120 VA, wobei sämtliche Bauelemente reichlich überdimensioniert sind, so daß eine Abgabe von 150 VA und mehr über einen etwas kürzeren Zeitraum durchaus erreicht wird (kurzzeitig bis zu 1 A Ausgangsstrom).

Bei einer Vielzahl von Verbrauchern (Glühlampen, Motoren usw.) sind die Einschaltströme deutlich höher als die Betriebsdauerströme.

Hier kommt nun der Vorteil der großzügigen Schaltungsdimensionierung erneut zum Tragen, da der ELV-Wechselrichter für impulsar-

tige Belastungen (Einschaltmomente von Verbrauchern) eine große Leistungsreserve bereitzustellen in der Lage ist, ohne daß er Schaden nimmt.

4. Durch die pro Wicklungshälfte zur Verfügung stehenden drei Eingangsspannungsabgriffe ist es außerdem möglich, die Schaltung optimal an die zur Verfügung stehende Batterie sowie an die Belastung anzupassen.

Normalerweise wird man die Trafoabgriffe b 1 und b 2 an die Schaltung anschließen.

Bei „ganz voller“ Batterie und kleiner Belastung wählt man die Spannungsabgriffe a 1 und a 2, während bei stärkerer Belastung und schon etwas schwächerer Batterie die Abgriffe c 1 und c 2 vorteilhaft sein werden.

5. Ein weiterer Vorteil dieser Schaltung liegt in der Eingangsspannungs-Zustandsanzeige mittels drei Leuchtdioden. Die gelbe LED macht auf zu niedrige Spannung aufmerksam, während die rote LED Überspannung anzeigt.

Bei Aufleuchten der grünen LED weist die Eingangsspannung die richtigen Werte auf.

Durch die schon erwähnte großzügige Schaltungsdimensionierung, ist eine Überlastreserve gegeben, sowohl in bezug auf die Eingangsspannung als auch auf die Belastung am Ausgang.

Man sollte jedoch trotzdem zu hohe Eingangsspannungen vermeiden, um nicht die angeschlossenen Verbraucher zu gefährden.

Die Über-/Unterspannungsanzeige wird mit den Operationsverstärkern OP 3 und OP 4 realisiert, deren invertierende (-) Eingänge auf einem fest eingestellten Bezugspotential (über die Widerstände R 5 bis R 8) liegen und deren nicht invertierende (+) Eingänge über den Spannungsteiler R 14 und R 15 die zu testende Eingangsspannung abfragen.

Mit R 5 wird nun die Schaltschwelle so eingestellt, daß der Grün-Bereich von ca. 10,0 bis 14,5 V Batteriespannung reicht.

### **Zum Nachbau**

Bis auf den Trafo befinden sich sämtliche Bauelemente auf der Platine, so daß abgesehen vom Trafoanschluß und den beiden Zuleitungen von der Batterie zur Platine keinerlei Verdrahtung erforderlich ist.

Beim Bestücken der Platine 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. Emittoren der Endstufentransistoren T 1 bis T 6 führen, sollte man zweckmäßigerweise einen möglichst dicken Kupferdraht (ca. 1—2 mm<sup>2</sup> Querschnitt) auflöten, um die Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten.

### **Inbetriebnahme**

Nachdem die Platine bestückt und noch einmal kontrolliert wurde, wird noch bevor der Transformator angeschlossen wird, eine erste Teilinbetriebnahme vorgenommen, indem die Versor-

gungsspannung von ca. 12 V an die Punkte 1 (+ 12 V) und 3 (Masse) angelegt wird.

Hat man vorher die drei Leuchtdioden an die Punkte 9 bis 13 angelötet, so müßte jetzt, je nach angelegter Spannung und Stellung von R 5, eine der drei LED's aufleuchten.

Um diesen Teil der Schaltung abzugleichen, ist ein kleines regelbares Netzgerät erforderlich, das nur einen Strom von weniger als 100 mA zu liefern braucht, da der Trafo noch nicht angeschlossen ist.

Man stellt die Versorgungsspannung auf ca. 10 V ein und dreht R 5 in eine Stellung, bei der gerade ein Wechsel von der grünen auf die gelbe LED (Unterspannungsanzeige) erfolgt ist.

Wird die Versorgungsspannung nun auf ca. 14,5 V erhöht, müßte zunächst die grüne und bei Überschreiten von 14,5 V die rote LED (Überspannungsanzeige) aufleuchten.

Es reicht im allgemeinen, wenn die Einstellung auf 0,2—0,3 V genau erfolgt.

Kommen wir nun zum Abgleich des eigentlichen Wechselrichters. Es ergeben sich hier keine Probleme, da die Frequenz von 50 Hz durch einen Quarz sehr genau festgelegt ist und daher keine Einstellung erforderlich macht.

Mit R 3 ist lediglich die vorstehend bereits beschriebene Tastlückensteuerung einzustellen.

Befindet sich R 3 in Nullstellung (bis zum Anschlag entgegen dem Uhrzeigersinn drehen — von oben gesehen), so ist die Tastlückensteuerung ausgeschaltet und es werden „normale“ Rechteckimpulse erzeugt.

Der günstigste mit R 3 einzustellende Wert ist am besten mit einem Zweikanaloszillographen einstellbar, indem man den 1. Kanal an den Ausgang von OP 1 (Pin 7) und den 2. Kanal an den Ausgang von OP 2 (Pin 8) anschließt, sowie Punkt 3 (Masse) mit der Masse des Oszillographen verbindet und die Nullpositionen der beiden Strahlen direkt übereinander (sich deckend) legt.

R 3 wird nun so verändert, bis aufgrund der aufgezeigten Tastlücken die Impulse der Sinuskurve möglichst nahe kommen, wie dies auch in Bild 2 dargestellt wird.

Steht kein Oszillograph zur Verfügung, ist eine Einstellung auch nach Gehör (im wahrsten Sinne des Wortes) vornehmbar.

Hierzu ist aber zunächst nun der Trafo anzuschließen.

Mißt man die Stromaufnahme, so wird man einen starken Anstieg auf 2 A und mehr feststellen, sofern sich R 3 in Nullposition befindet.

Steht kein geeignetes Meßgerät zur Verfügung, so ist die erhöhte Stromaufnahme auch akustisch wahrzunehmen, da der Trafo bei reinem Rechteck, wie dies bei weniger komfortablen Wechselrichtern normalerweise üblich ist, sehr ungünstig belastet wird und daher erheblich stärker „brummt“.

Sobald man R 3 etwas zur Mitte hin verdreht, wird das Brummen sofort stark reduziert, die Stromaufnahme sinkt erheblich (je nach Trafo auf 1—1,5 A) und das Gerät arbeitet ruhig und „sauber“.

R 3 ist nun soweit aus der Nullposition herauszudrehen, bis das Brummen abrupt schwächer wird (ca. ¼ Drehung).

Wird zu weit gedreht, hört das Brummen ganz auf, da die Tastlücke länger als die Periodendauer geworden ist und somit keine Ansteuerung der Endstufe mehr erfolgt.

Zur Kontrolle ist, nachdem diese Einstellung erfolgte, eine Glühlampe anzuschließen, die bei richtiger Einstellung in der gewohnten Helligkeit leuchtet.

Bei zu großer bzw. zu kleiner Tastlücke brennt die Lampe entweder zu dunkel bzw. zu hell.

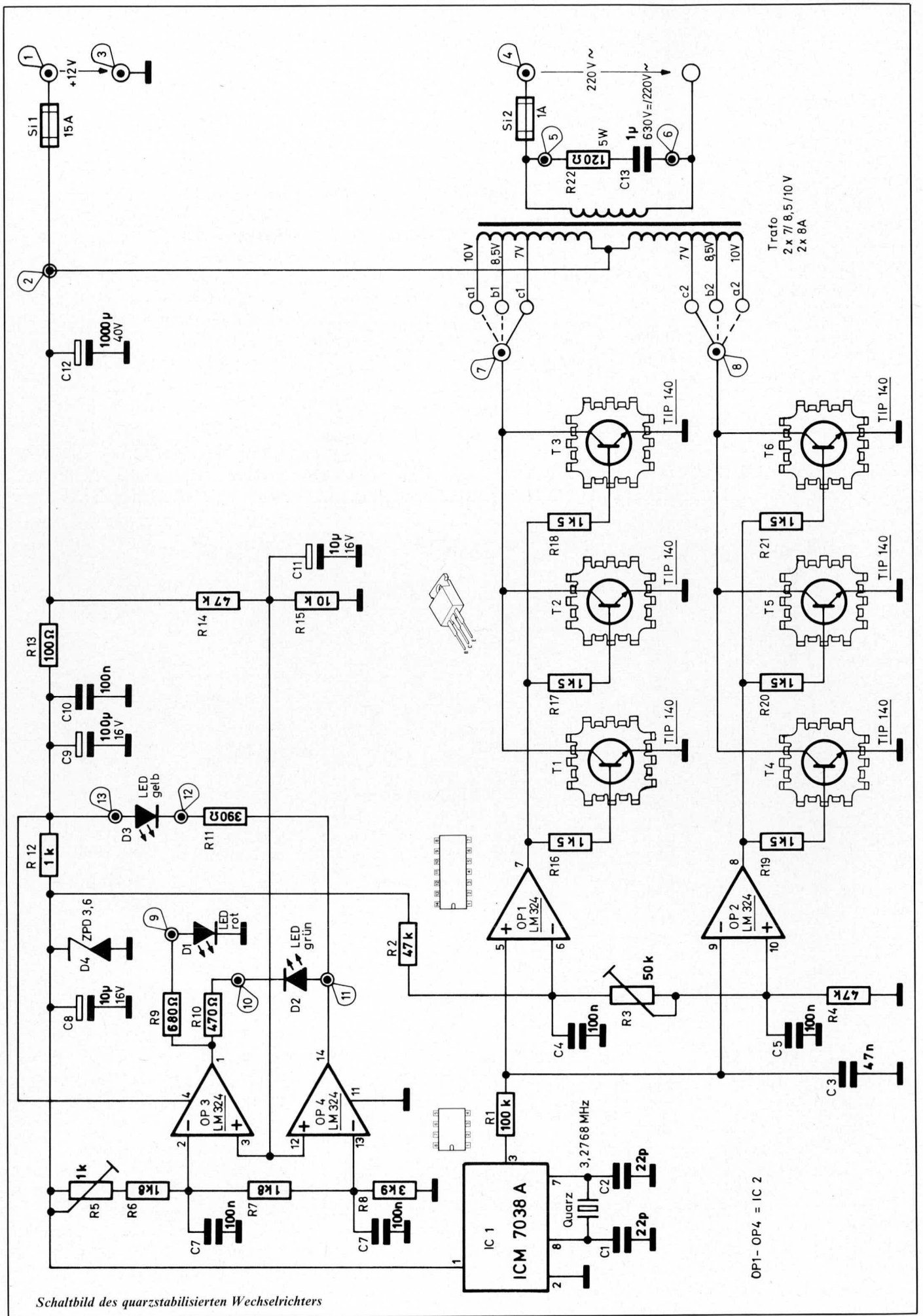
Im letzten Fall wäre dann die Ruhestromaufnahme auch zu groß (über 2 A) und der Trafo müßte im Leerlauf stark brummen.

Aus vorstehenden Erläuterungen ist ersichtlich, daß die Einstellung tatsächlich auch ohne größere Hilfsmittel praktisch nach Gehör leicht vorgenommen werden kann.

Zu beachten ist noch, daß beim Anschließen des Trafos unbedingt sofort auch die R-C-Kombination bestehend aus R 22 und C 13 mit angeschlossen werden muß, da sonst Impulsspitzen, hervorgerufen durch die Rechteckschwingung, die Endstufe zerstören könnten.

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

Wir wünschen Ihnen beim Nachbau und späteren Einsatz dieses interessanten Gerätes viel Erfolg.



Schaltbild des quarzstabilisierten Wechselrichters

OP1-OP4 = IC 2

## Stückliste quarzstabilisierter Wechselrichter 12 V= / 220 ~

### Halbleiter

IC1	ICM 7038 A
IC2	LM 324
T1-T6	TIP 140
D1	LED rot, 5 mm
D2	LED grün, 5 mm
D3	LED gelb, 5 mm
D4	ZPD 3,6

### Kondensatoren

C1, C2	22 pF
C2	22 pF
C3	47 nF
C4, C5, C6, C7	100 nF
C8	10 µF/16 V
C9	100 µF/16 V
C10	100 nF

C11	10 µF/16 V
C12	1000 µF/40 V
C13	1 µF-630 V=/220 V~

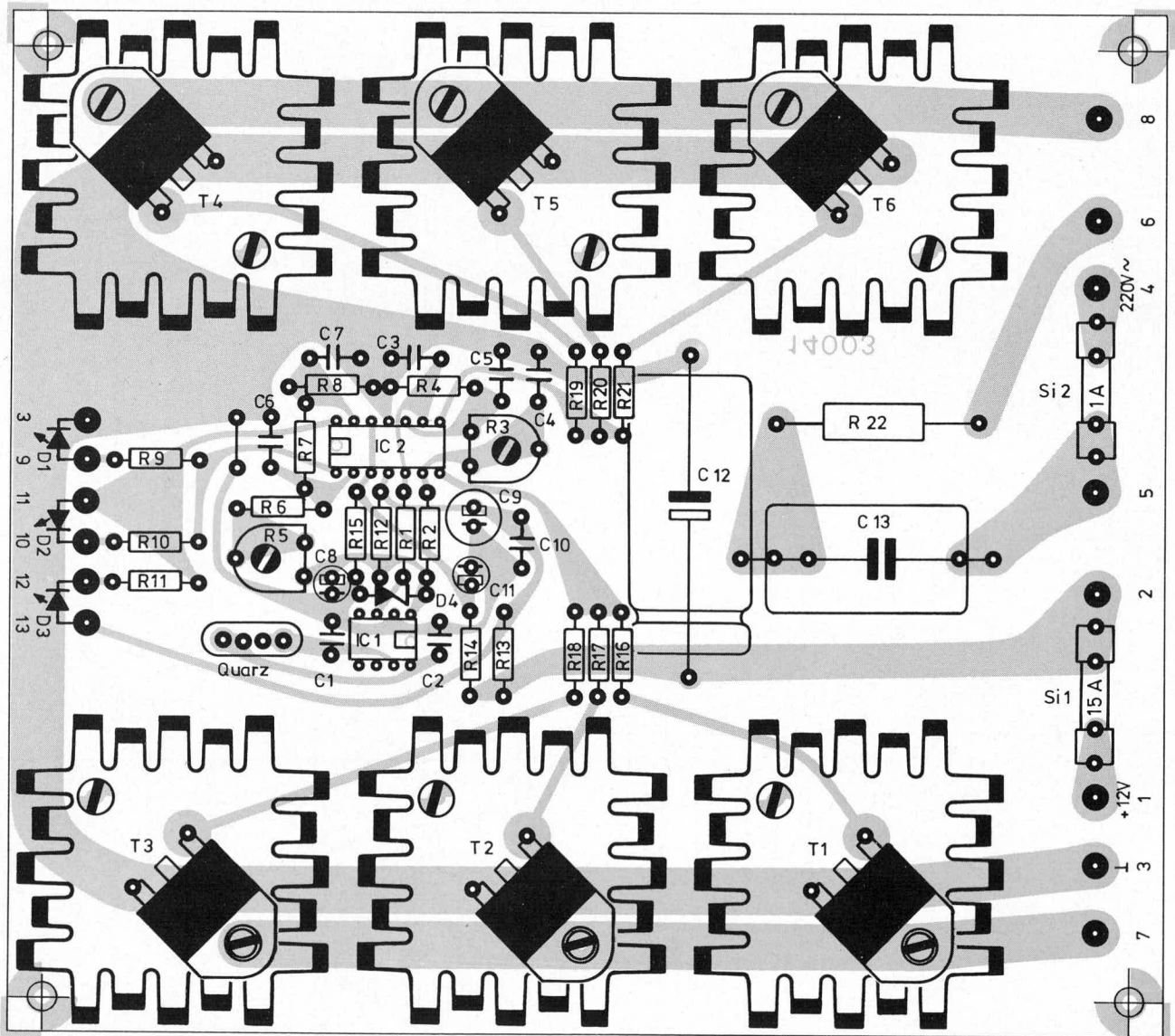
### Widerstände

R1	100 kΩ
R2	47 kΩ
R3	50 kΩ, Trimmer
R4	47 kΩ
R5	1 kΩ, Trimmer
R6, R7	1,8 kΩ
R8	3,9 kΩ
R9	680 Ω
R10	470 Ω
R11	390 Ω
R12	1 kΩ
R13	100 Ω

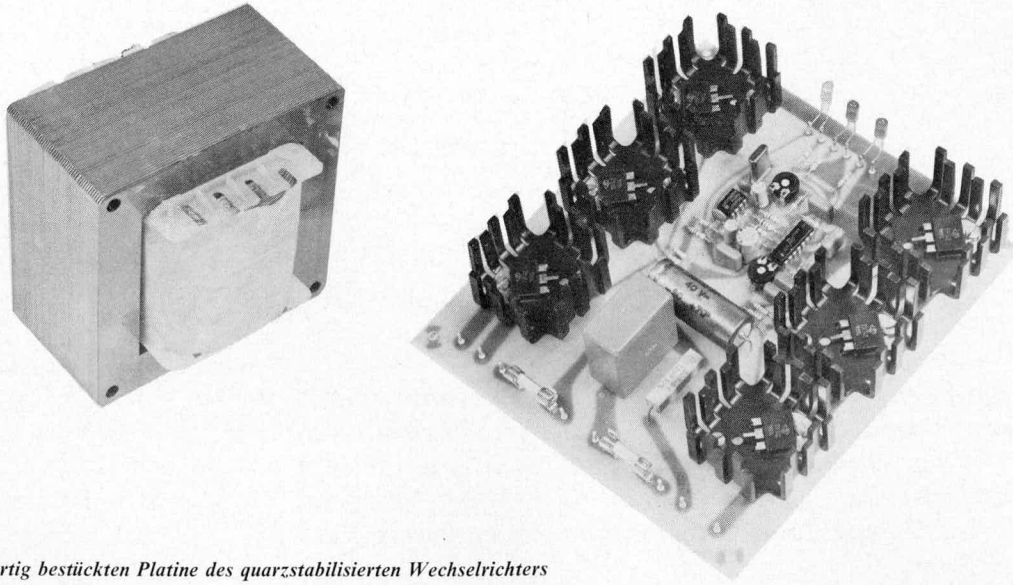
R14	47 kΩ
R15	10 kΩ
R16-R21	1,5 kΩ
R22	120 Ω/5 W

### Diverses

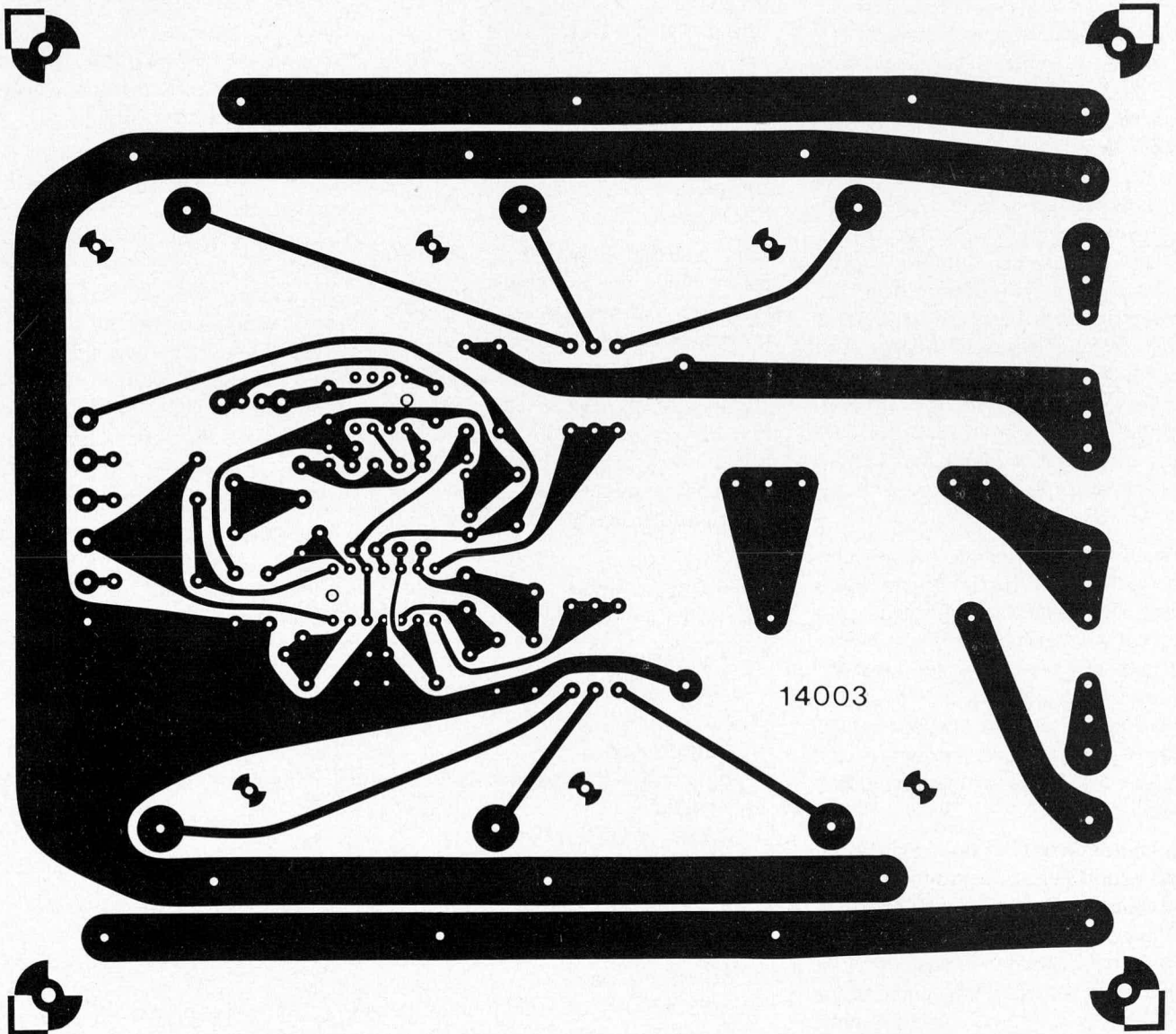
- 1 Trafo 2 x 7/8,5/10 V — 8 A
- 1 x 220 V/0,7 A
- 6 Fingerkühlkörper
- 12 Schrauben M 3 x 10
- 12 Muttern M 3
- 2 Platinensicherungshalter
- 1 Sicherung 50 mA
- 1 Sicherung 16 A
- 8 Lötstifte
- 1 Quarz 3,2768 MHz



Bestückungsseite der Platine des quarzstabilisierten Wechselrichters



*Ansicht der fertig bestückten Platine des quarzstabilisierten Wechselrichters*



*Leiterbahnseite der Platine des quarzstabilisierten Wechselrichters*