



# 500 VA- Wechselrichter 12 V =/230 V~

**230 V-Wechselspannung aus einer 12 V-Gleichspannungsquelle bei einer Spitzenleistung von 800 VA erzeugt dieser neue ELV-Wechselrichter.**

## Allgemeines

Eine quarzstabile 50 Hz, amplitudenge-regelte Ausgangsspannung mit einer Dauerausgangsleistung von 500 VA ist selbst für größere, im Privatbereich vorkommende Verbraucher üblicherweise mehr als ausreichend.

Bei einem Gesamtgewicht von rund 8 kg und den Gehäuseabmessungen 114 x 212 x 280 mm kann man von klein und leicht, wie beim 200 VA-Wechselrichter aus ELV 2/93, nicht mehr sprechen. Dafür steht aber auch eine Spitzenleistung von 800 VA zur Verfügung, wodurch dieser neue ELV-Wechselrichter mit der Typenbezeichnung W 500 über die üblichen Anwendungen während der Campingzeit hinaus auch für den Betrieb entsprechend leistungsfähiger 230 V-Elektrogeräte einsetzbar ist.

So können nahezu alle Computer, Fernsehgeräte, Videorecorder und auch Schalt-netz-teile betrieben werden. Ebenso sind selbstverständlich Bohrmaschinen, Glühlampen und Leuchtstofflampen anschließbar, wobei der ohmsche Lastanteil größer als der induktive Anteil sein muß.

Durch die Verwendung eines qualitativ hochwertigen Ringkerntransformators, in Verbindung mit einer überaus leistungsfähigen Power-MOS-Endstufe, wird zudem ein ausgezeichneter Wirkungsgrad von ca. 90 % (!) erreicht.

Tabelle 1 zeigt in übersichtlicher Form die technischen Daten des W 500.

Dem Sicherheitsaspekt wurde bei der Entwicklung besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Zahlreiche Schutzfunktionen sowohl für den Wechselrichter selbst als auch für die zu speisende 12 V-Quelle machen so den Umgang weitgehend unproblematisch, abgesehen von den hohen

### Technische Daten 500 VA-Wechselrichter

Eingangsspannung: .....	10-15 V
Ausgangsspannung: .....	230V <sub>eff</sub> ± 10 %
Dauerausgangsleistung: .....	500 VA
Spitzenleistung: .....	800 VA
Stromaufnahme: ..bei 500 VA:	60 A
	Leerlauf: 1,5 A
	Standby: 25 mA
Funktionssicherung:	
-Unterspannungssignal (<10V)	
-Unterspannungsabschaltung (<9V)	
-Überspannungsabschaltung (>15V)	
-Übertemperatursicherung für Trafo	
-Übertemperatursicherung für Endstufe	
Sonstiges: .....	
Fernbedienung möglich	
Abmessungen	
(HxBxT): .....	114 x 212 x 280 mm
Gewicht: .....	8,1 kg

Eingangsströmen, die natürlich eine entsprechend kurze und starke Zuleitung erfordern.

### Bedienung und Funktion

Sämtliche Anschluß-, Bedien- und Anzeigeelemente des 500 VA-Wechselrichters W 500 sind auf der übersichtlich gestalteten Frontplatte angeordnet. Auf der rechten Frontplattenseite sind die 2 großen Eingangspolklammern zu finden. Hier wird die DC-Eingangsspannung, die im Bereich zwischen 10 V und 15 V liegen darf, angelegt. Aufgrund der sehr hohen Eingangsströme, die impulsartig bis auf über 90 A ansteigen können, sind Zuleitungen mit einem Querschnitt von mindestens 16 mm<sup>2</sup> erforderlich, wobei es sich empfiehlt, die Leitungslänge so kurz wie möglich zu wählen. Ein 2 m großer Abstand zum Akku entspricht bereits einem Spannungsabfall von rund 0,5 V (2 m Hinleitung und 2 m Rückleitung bei 16 mm<sup>2</sup> und 100 A).

Besondere Aufmerksamkeit sollte in diesem Zusammenhang auch den Leitungsverdrahtungen sowohl auf der Wechselrichterseite als auch auf der Seite der DC-Quelle (üblicherweise ein 12 V-Bleiakku) gewidmet werden. Nur sehr massiv ausgeführte Anschlußelemente wie Ring-Kabelschuhe o. ä., die zudem noch fest zu verschrauben sind, gewährleisten kleine Übergangswiderstände und verhindern so unnötige Spannungsabfälle mit der daraus resultierenden Wärmeentwicklung.

Auf der linken Seite der Frontplatte befindet sich die Ausgangssteckdose. Hieran werden die 230 V-Verbraucher mit einer Leistungsaufnahme bis zu 800 VA (Spitzenleistung) angeschlossen.

Mit dem Schalter „Power/Standby“ wird der Leistungssteil des Wechselrichters ein- bzw. ausgeschaltet. Ist keine Fernbedienung (3,5 mm-Klinkenstecker mit 2adriger Leitung und Schalter) an der Remote-Buchse angeschlossen, so ist der 500 VA-Wechselrichter in der Schalterstellung „Standby“ abgeschaltet. Lediglich die Steuerelektronik bleibt aktiviert, nimmt jedoch nur einen Strom von ca. 25 mA auf.

In der Stellung „Power“ ist das Gerät aktiv, was auch durch die grüne Leuchtdiode „ON“ angezeigt wird.

Durch den Anschluß einer „Kabelfernbedienung“ besteht die Möglichkeit einer Fernschaltung des Wechselrichters. Der Power-Standby-Schalter muß sich hierzu in der Stellung „Standby“ befinden.

Die Fernschaltung hat den Vorteil, daß der Wechselrichter direkt dort platzierbar

ist, wo sich die Stromquelle befindet, da diese Zuleitungen, wie bereits erwähnt, möglichst kurz sein sollten, während die 230 V-Leitungen ohne weiteres mehr als 10 m Länge aufweisen dürfen. Gleiches gilt auch für die Länge des Fernschaltungsanschlusses. Bei der Verlegung der ausgangsseitigen 230 V-Leitung ist gleiche Vorsicht und Sorgfalt geboten wie auch bei der Verlegung „normaler“ Netzleitungen. Die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

Befindet sich z. B. der Wechselrichter im Motorwagen eines Camping-Gespan-

treiber in jedem Fall über eine unzulässige Abweichung der Eingangsspannung informiert wird.

Endstufe und Leistungstransformator sind ebenfalls wirksam vor Überlastung geschützt. Tritt in Folge einer dauerhaften Überlastung eine zu starke Erwärmung der Power-MOS-Endstufe oder des Leistungstransformators auf, so erfolgt automatisch eine Abschaltung, sobald die kritische Temperatur erreicht ist. Auch für diesen Betriebszustand befindet sich eine Anzeige auf der Frontplatte des W 500. Die LED „Temp.“ signalisiert, wenn eine Abschaltung aufgrund einer Überhitzung erfolgt ist. Sobald Endstufe oder Transformator sich wie-

der auf vertretbare Betriebstemperaturen abgekühlt haben, schaltet sich der Wechselrichter W 500 in diesem Fall selbsttätig wieder ein.

### Schaltung

Zur guten Übersicht ist die Schaltung des Wechselrichters W 500 in 3 Schaltbildern unterteilt. Wir beginnen die Beschreibung mit dem Teilschaltbild 1, in dem die Leistungsstufe dargestellt ist.

### Leistungsstufe: Bild 1

Kernstück der Leistungsstufe ist der großzügig dimensionierte Ringkerntransformator TR 101. Mit diesem hochwertigen Transformator findet die eigentliche Leistungstransformation von der in der rechten Hälfte des Schaltbildes dargestellten Niederspannungsseite auf die 230 V-Ausgangsseite der linken Schaltbildhälfte statt. Die Primärwicklung des Transformators (Niederspannungsseite) ist mit Mittelanzapfung ausgeführt, welcher direkt mit dem Pluspol der Eingangsspannung (ca. +12 V) verbunden ist. Die äußeren Wicklungsanschlüsse 1 und 3 werden nun wechselseitig durch die parallelgeschalteten Leistungstransistoren T 100 bis T 104 für den Anschluß 1 und T 105 bis T 109 für den Anschluß 3 auf Masse (entspricht dem Minuspol der DC-Quelle) geschaltet. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Rechteckansteuerung im Gegentaktbetrieb.

Bei den Leistungstransistoren T 100 bis T 109 vom Typ STVHD90 des Herstellers SGS-Thomson handelt es sich um sogenannte N-Channel-Enhancement-Mode-Power-MOS-Transistoren mit einem besonders kleinen Restwiderstand ( $R_{DS(ON)}$ ) von nur 23 m $\Omega$  (!). Durch den Einsatz des verlustarmen Ringkerntransformators TR 101 in Verbindung mit diesen moder-

## Wechselrichter W 500: 230 V / 50 Hz / 500 W - Wechselspannung aus dem 12 V-Gleichspannungsnetz

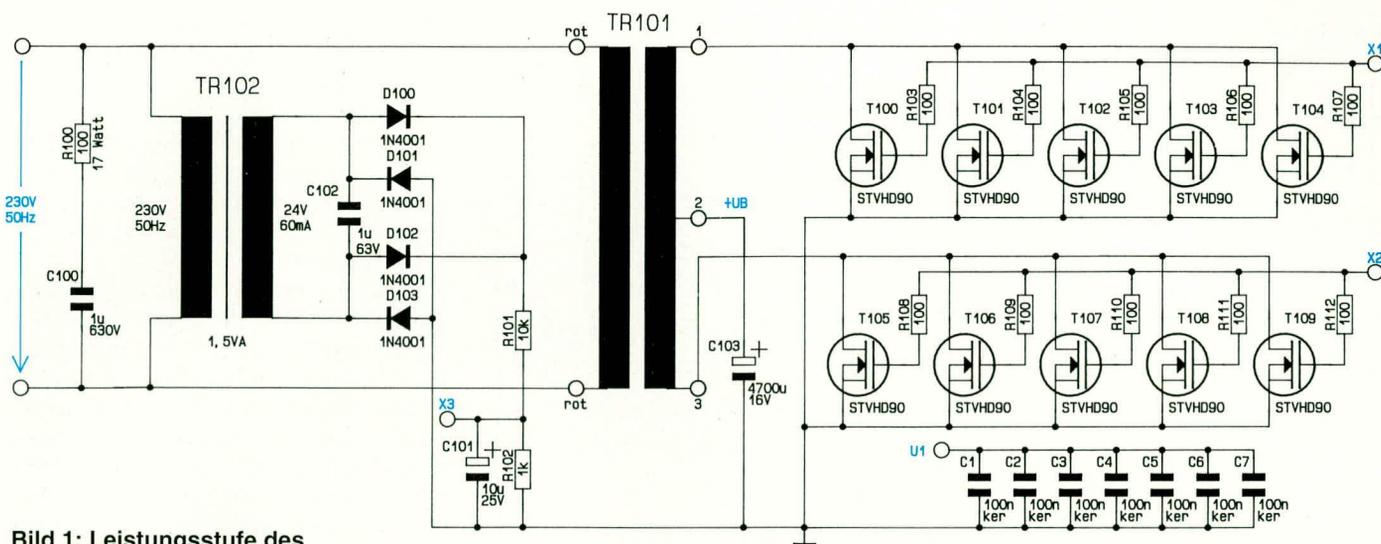
nes, so kann abends ohne weiteres über die Fernschaltung (Schalter wird geschlossen) der Wechselrichter in den Ruhezustand versetzt werden, mit einer Reststromaufnahme von ca. 25 mA.

Die links neben der grünen „ON“ LED befindliche gelbe LED zeigt an, daß die DC-Eingangsspannung unter 10 V abgesunken ist und die Regelelektronik die Endstufe bereits voll angesteuert hat. Sinkt die Eingangsspannung weiter ab, z. B. aufgrund eines erschöpften Blei-Akkus, so kann die Regelelektronik die Ausgangsspannung nicht weiter konstant halten, so daß nun mit Absinken der Eingangsspannung auch die Ausgangsspannung sich entsprechend reduziert, aber dennoch zum Betrieb eines angeschlossenen Verbrauchers ausreichen kann.

Sinkt die Eingangsspannung unter 9 V ab, so schaltet der Wechselrichter W 500 über eine entsprechende Überwachungselektronik die Endstufe ab. Signalisiert wird dieser Betriebszustand durch die linke, rote LED „<9V“. Hierdurch wird zum einen der Wechselrichter selbst geschützt, zum andern bewahrt sie den angeschlossenen Akku vor einer drohenden und äußerst schädlichen Tiefentladung.

Steigt hingegen die Eingangsspannung auf Werte >15 V an, so schaltet ebenfalls der Wechselrichter automatisch ab. Auch dieser Betriebszustand wird durch eine zugehörige Leuchtdiode („>15V“) signalisiert.

Eine Abschaltung der Endstufe aufgrund einer unerlaubten Eingangsspannung durch die vorstehend beschriebenen Schutzschaltungen wird vom Wechselrichter W 500 gespeichert, d. h. auch nach Beseitigung der Störung schaltet der Wechselrichter nicht selbsttätig wieder ein, sondern muß durch eine einmalige Betätigung des Schalters „Power-Standby“ wieder aktiviert werden. So ist sichergestellt, daß der Be-



**Bild 1: Leistungsstufe des Wechselrichters W 500**

nen Leistungshalbleitern wird ein hervorragender Wirkungsgrad von rund 90 % erreicht.

Die Ansteuerung der Leistungsstufe erfolgt über die Verbindungen X 1 und X 2 von der im Schaltbild 2 dargestellten Ansteuerschaltung, auf die wir im Verlauf der Schaltungsbeschreibung noch ausführlich eingehen.

Die sekundärseitige Ausgangsspannung wird durch einen zweiten Transformator TR 102 wieder heruntertransformiert und über die als Brückengleichrichter geschalteten Dioden D 100 bis D 103 gleichgerichtet. Mit Hilfe dieses Kleinsttransformators in Verbindung mit der sekundärseitigen Beschaltung wird der sogenannte Ist-Wert für die angeschlossene Regelschaltung generiert. Durch die Widerstände R 101 und R 102 sowie den Elko C 101 erfolgt eine Mittelwertbildung, die am Anschluß X 3 als Ist-Größe zur Verfügung steht.

### Ansteuerschaltung: Bild 2

Kommen wir als nächstes zu der im Schaltbild 2 gezeigten Ansteuerschaltung. Die Frequenz der Ausgangswechselspannung wird von einem Quarzoszillator, aufgebaut mit IC 202 und externer Beschaltung, abgeleitet und ist damit außerordentlich stabil. Es ist auch keinerlei Abgleich erforderlich.

Beim IC 202 des Typs CD 4060 handelt es sich um einen Binärzähler mit interner Oszillatorschaltung. Durch den Quarz Q 200 wird die Oszillatorfrequenz auf 3,2768 MHz festgelegt und direkt IC-intern auf 200 Hz am Ausgang Q 14 heruntergeteilt.

Das nachgeschaltete D-Flip-Flop IC 203 A bewirkt eine weitere Teilung durch 2, womit das erforderliche 100 Hz-Steuersignal für den Pulsweitenmodulator, aufgebaut mit IC 201 B und Zusatzbeschaltung, zur Verfügung steht.

Mit Hilfe des Integriergliedes, bestehend aus R 218/C 208, wird aus dem 100 Hz-Rechtecksignal ein dreieckförmiges Signal gebildet und IC 201 B an seinem nicht-invertierenden Eingang (Pin 5) zugeführt. Weiterhin wird das 100 Hz-Rechtecksignal des IC 203 A durch die zweite Flip-Flop-Stufe (IC 203 B) nochmals in der Frequenz geteilt. Die Ausgänge dieses Flip-Flops Q und  $\bar{Q}$  (Pin 12 und Pin 13) sind direkt mit den Eingängen (Pin 2 und Pin 6) der UND-Gatter IC 204 A, B verbunden. Der jeweils zweite Eingang dieses UND-Gatters wird von dem Pulsweitenmodulator IC 201 B angesteuert. Die Ausgänge der Gatter IC 204 A, B steuern nun über die Widerstände 221/222 sowie die Treiberstufen (T 202/T 203 und T 204/T 205) die Endstufen des Wechselrichters W 500 (siehe auch Schaltbild der Leistungsstufe) an. Durch diese Schaltungsauslegung wird eine besonders zuverlässige Ansteuerung der Endstufen gewährleistet, und ein gleichzeitiges Durchschalten beider Endstufenhälften ist ausgeschlossen.

Die Regelung der Ausgangsspannung übernimmt der mit IC 201 A und Zusatzbeschaltung aufgebaute Regler. Über den Anschluß X 3 und den Widerstand R 200 wird die Ist-Spannung (siehe auch Schaltbild 1) dem Operationsverstärker IC 201 A an seinem invertierenden Eingang (Pin 2) zugeführt.

Dem nicht-invertierenden Eingang dieses OPs wird über den Widerstandsteiler R 202 bis R 204 sowie R 206 die Soll-Spannung vorgegeben. Diese Soll-Spannung und damit auch die Ausgangsspannung wird mit dem Trimmer R 202 eingestellt. Der Kondensator C 203 in Verbindung mit der Diode D 200 und dem Widerstand R 201 sorgen für ein langsames Hochregeln der Ausgangsspannung nach dem Einschalten.

Der oberhalb des Reglers befindliche Anschluß X 4 führt während des normalen

Betriebes High-Pegel. Wird nun dieser Anschluß durch die angeschlossenen Schutzschaltungen auf Low-Pegel gezogen, so ist der Regler gesperrt und die Endstufen sind abgeschaltet. Hierbei reicht es nicht aus, über die Diode D 201 lediglich die Soll-Spannung zu reduzieren, zusätzlich muß, um ein sicheres Sperren zu bewirken, der nicht-invertierende OP-Eingang auf High-Pegel gezogen werden. Diese Aufgabe übernimmt T 200 mit Zusatzbeschaltung. Die Stabilisierung des Regelkreises wird mit dem Kondensator C 204 in Verbindung mit R 200 erreicht.

Der Ausgang des Reglers (Pin 1 des IC 201 A) steuert über eine Inverterstufe, aufgebaut mit T 201 und den Widerständen R 209 bis R 211 sowie R 223, den bereits angesprochenen Pulsweitenmodulator IC 201 B an. Mit Hilfe von R 212, R 214 bis R 216 und den Dioden D 204, D 205 wird die Steuergröße begrenzt, wodurch sowohl eine minimale als auch eine maximale Pulsweite des Ansteuersignals eingehalten wird. Hierdurch werden definierte Zustände für den Überlastfall und für den Leerlauf erreicht.

Rechts unten im Schaltbild ist mit BU 201 die Remote-Buchse sowie mit S 200 der Schalter „Power-Standby“ eingezeichnet. Bei der Buchse BU 201 handelt es sich um eine 3,5 mm Klinkenbuchse in Stereo-Ausführung. Eine einfache Mono-Buchse kann hier nicht Einsatz finden, da hierdurch die galvanische Trennung zwischen Gehäuse und Schaltungsmasse aufgehoben würde.

Befindet sich kein Klinkenstecker in der Buchse, so sind entsprechend der äußeren Beschaltung der Buchse die Anschlußpins 1 und 2 miteinander verbunden. Wird nun der Schalter S 200 umgeschaltet, so wird dadurch der Anschlußpunkt X 4 auf Masse gezogen, womit über D 209 und R 220 die Eingänge der UND-Gatter IC 204 A, B Low-Pegel führen und die Endstufe abge-

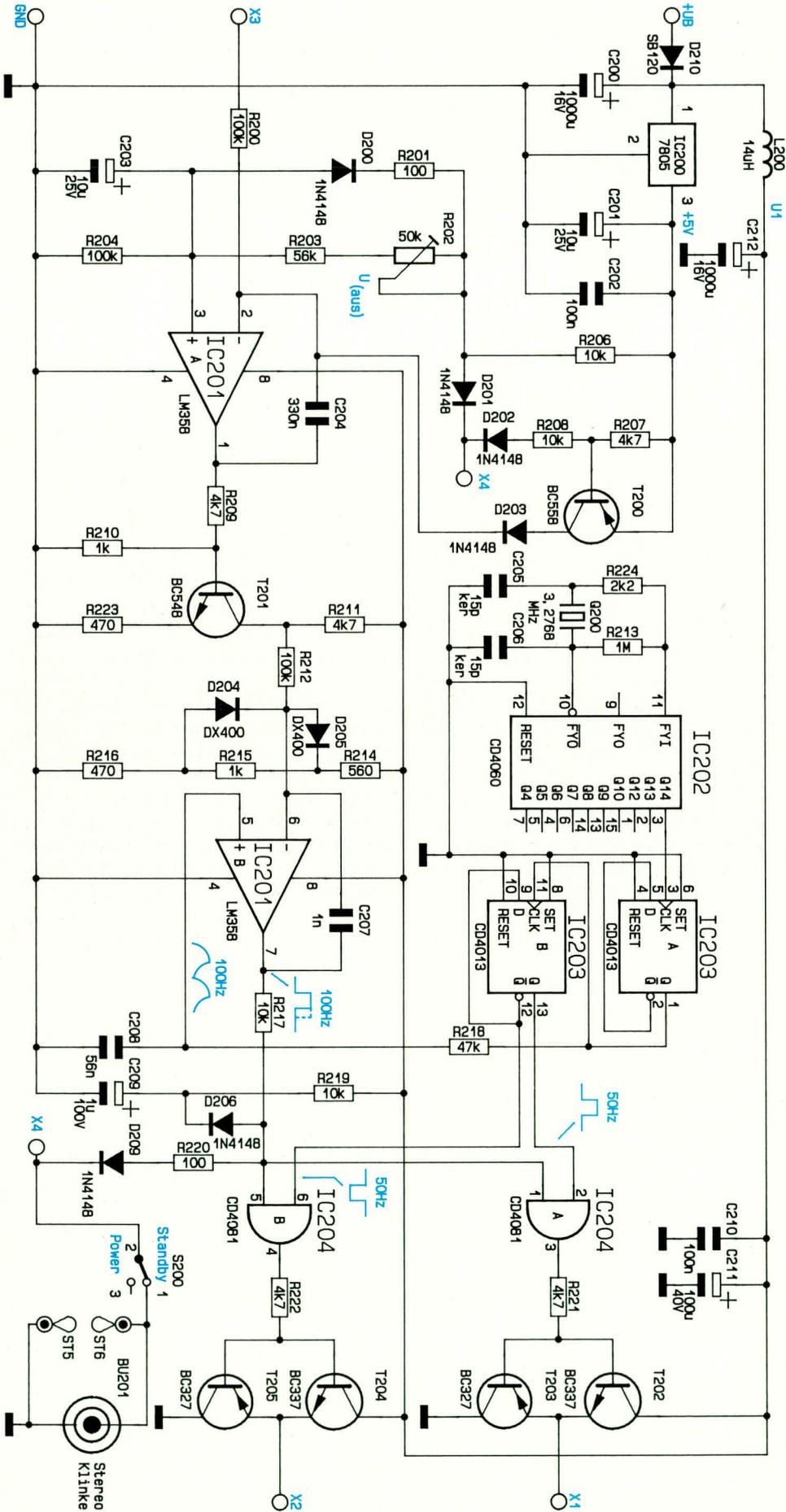


Bild 2: Ansteuerschaltung mit Pulsweitenmodulator

schaltet ist. Wird hingegen an die Buchse BU 201 eine Fernbedienung angeschlossen, so ist nun hierüber das Gerät ein- und ausschaltbar. Dadurch, daß beim Schalten des S 200 bzw. der „Fernbedienung“ gleichzeitig auch die Regelung gesperrt wird (siehe Verbindung X 4), ergibt sich beim erneuten Einschalten wieder ein definiertes Anlaufverhalten.

Sämtliche aktiven Schaltungskomponenten des Wechselrichters W 500 werden mit der über L 200 und C 212 geglätteten Eingangsspannung betrieben. Eine weitere Spannung von +5 V stellt der Regler IC 200 bereit. Diese Spannung wird als Referenzgröße für die Regelung und als Schwellenspannung für die in Abbildung 3 zu sehenden Komparatoren verwendet. C 201 und C 202 dienen in diesem Zusammenhang der allgemeinen Schwingneigungs- und Störunterdrückung.

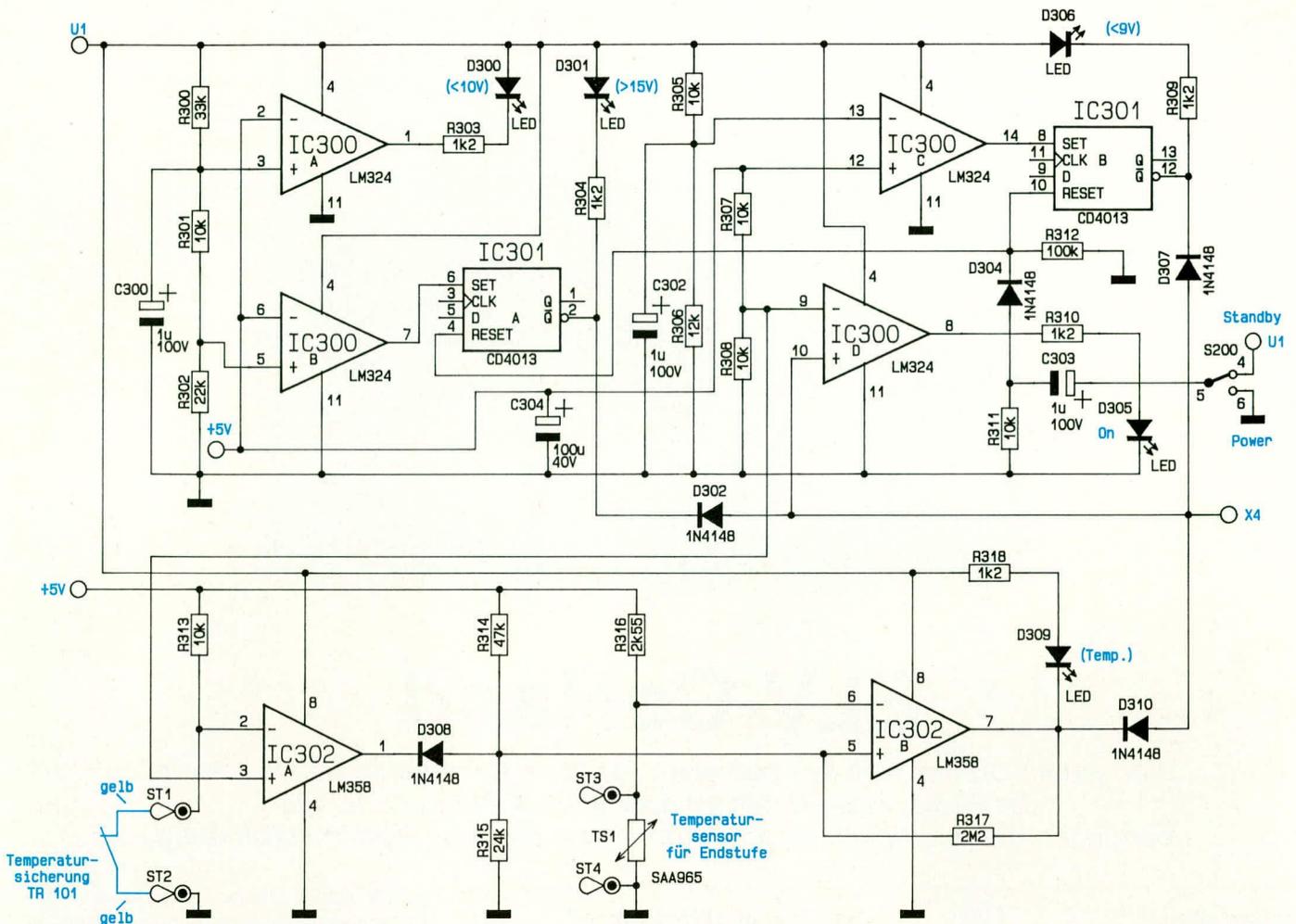
**Schutzschaltungen: Bild 3**

Kommen wir nun zum letzten Teilschaltbild der Abbildung 3, in dem die zahlreichen Schutzschaltungen dargestellt sind. Durch den 4fach-Operationsverstärker IC 300 des Typs LM 324 sind 4 einzelne Komparatoren aufgebaut, mit denen die Anzeige- bzw. Abschaltfunktionen „<9 V“, „>15 V“, „<10 V“ und „On“ realisiert sind.

Die Schaltschwelle der Komparatoren IC 300 A, B, C wird direkt durch die 5 V-Referenzspannung gebildet. Für den vierten Komparator (IC 300 D) wird die Schaltschwelle durch den Widerstandsteiler R 307, R 308 definiert und liegt bei 2,5 V.

Sinkt die DC-Eingangsspannung des Wechselrichters ab, so ist bei ca. 10 V, vorgegeben durch den Widerstandsteiler R 300 bis R 302, die Schaltschwelle für IC 300 A erreicht, und der Ausgang (Pin 1) wechselt von High- auf Low-Pegel, womit die LED D 300 aktiviert ist. Sinkt die Eingangsspannung noch weiter ab, so wird bei ca. 9 V die Schaltschwelle des IC 300 C erreicht, woraufhin hier der Ausgang (Pin 14) nun High-Pegel führt. Die Festlegung der 9 V-Schaltschwelle erfolgt durch die Widerstände R 305 und R 306. Der Kondensator C 302 verhindert, daß kurzzeitige Spannungseinbrüche zum Auslösen der Unterspannungssicherung führen. Durch den High-Pegel des IC 300 C wird das Flip-Flop IC 301 B gesetzt, was zur Folge hat, daß der Ausgang Q (Pin 12) nun Low-Pegel führt. Diesen Betriebszustand zeigt die LED D 306 an. Gleichzeitig wird über D 307 der Anschluß X 4 auf Masse gezogen, womit der Wechselrichter abgeschaltet ist (vergleiche auch Schaltbild Nr. 2).

Durch den Komparator IC 300 B in Verbindung mit dem zweiten Flip-Flop IC 301 A ist die Überspannungs-Schutzschaltung realisiert. Die Auslösung dieser



**Bild 3: Schaltbild der umfangreichen Schutzschaltungen des W 500**

Schutzschaltung erfolgt bei ca. 15 V Eingangsspannung, welche durch den Widerstandsteiler R 300 bis R 302 bestimmt wird. Der Kondensator C 300 verhindert auch hier, daß kurzzeitige Störimpulse zu einem Auslösen der Schutzschaltung führen.

Infolge einer zu hohen Eingangsspannung wird das Flip-Flop IC 301 A gesetzt, wodurch der Ausgang  $\bar{Q}$  (Pin 2) Low-Pegel führt. Hierdurch schaltet die Endstufe des Wechselrichters über D 302 ab. Diesen Zustand signalisiert die LED D 301. Ein Reset für die beiden Flip-Flops IC 301 A, B erfolgt nicht automatisch nach der Beseitigung der Störung, sondern muß durch Betätigen des Schalters „Standby-Power“ erfolgen. Hierzu wird der zweite Umschalter des 2poligen Schalters S 200 herangezogen.

Über den Kondensator C 303 sowie den Widerstand R 311 wird bei der Umschaltung auf „Standby“ ein positiver Impuls erzeugt, der über die Diode D 304 die angeschlossenen Flip-Flops IC 301 A, B zurücksetzt. Die Anzeige „On“ durch die LED 305 wird mit dem Komparator IC 300 D angesteuert. Ist die Spannung am Anschluß X 4 größer als 2,5 V, was als sicheres Zeichen für den korrekten Betrieb des Wechselrichters gewertet werden kann, führt der Ausgang (Pin 8 des IC 300 D)

High-Pegel, und die LED D 305 leuchtet auf.

Mit Hilfe des Doppel-Operationsverstärkers IC 302 und Zusatzbeschaltung ist die Temperaturüberwachung der Endstufe und des Transformators realisiert. Die Temperatur der Endstufe wird mit IC 302 B überwacht. Der im linken Brückenweig befindliche Temperatursensor TS 1 der Widerstandsbrücke, bestehend aus R 314 bis R 316 sowie dem Sensor selbst, ist in der Nähe der Endstufentransistoren montiert, wodurch eine ausreichende thermische Kopplung gewährleistet ist. Übersteigt die Temperatur der Endstufentransistoren den kritischen Wert von 100°C, so führt der invertierende Eingang des IC 302 B positives Potential gegenüber dem nicht-invertierenden Eingang (Pin 5), wodurch der als Komparator arbeitende Operationsverstärker an seinem Ausgang auf Low-Pegel wechselt.

Zum Schutz der Endstufentransistoren wird über D 310 der Anschluß X 4 auf Masse gezogen, und der Wechselrichter ist abgeschaltet. Auf der Frontplatte wird dieser Betriebszustand durch die LED D 309 angezeigt.

Die Temperaturüberwachung des Transformators erfolgt nicht über einen externen Temperatursensor, sondern es wird ein im Trafo werkseitig eingebauter und über entsprechende Zuleitungen nach außen geführter Temperaturschalter ausgewertet. Der Operationsverstärker IC 302 A mit Zusatzbeschaltung übernimmt die Aufgabe der Trafotemperaturauswertung. Die Schaltschwelle dieser ebenfalls als Komparator arbeitenden Stufe wird auch mit 2,5 V durch R 307 und R 308 festgelegt.

Beim Erreichen der kritischen Trafotemperatur von 125°C öffnet die reversibel arbeitende Temperatursicherung, und der Komparatorausgang (IC 302 A, Pin 1) zieht über die Diode D 308 die Mittelspannung des linken Brückenweiges (R 314, R 315) auf ca. 0,7 V herunter, woraufhin IC 302 B Übertemperatur erkennt und sogleich, wie vorstehend beschrieben, den Wechselrichter abschaltet.

Sobald nun die Trafo-Temperatur oder auch die Temperatur der Endstufe sich wieder auf einen vertretbaren Wert verringert haben, schaltet der Wechselrichter W 500 automatisch wieder ein.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen. Im zweiten Teil dieses Artikels wenden wir uns ausführlich dem Nachbau und der Inbetriebnahme dieses leistungsfähigen Power-Converters zu. **ELV**