

SIEMENS

**Technische Mitteilung
aus dem Bereich Bauelemente**



**Schaltnetzteile 5
Auswahl- und Einsatzkriterien
getakteter Gleichspannungswandler**

Technische Mitteilungen aus dem Bereich Bauelemente

Redaktion: W. Ackermann

Für die Schaltungen wird keine Gewähr bezüglich Patentfreiheit übernommen.
Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.

Nachdruck mit genauer Quellenangabe ist bei Einsendung von zwei Beleg-
exemplaren gestattet.

Zuschriften zu den Technischen Mitteilungen sind zu richten an die nächstliegende
Siemens-Geschäftsstelle oder an

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Bereich Bauelemente Vertrieb, Technisches Schrifttum
Balanstraße 73, 8000 München 80

Schaltnetzteile 5

Auswahl- und Einsatzkriterien getakteter Gleichspannungswandler

Ludwig Wanninger

Ing. (grad.) Ludwig Wanninger
Siemens Aktiengesellschaft
Bereich Bauelemente München
Technische Entwicklung Baugruppen

1. Einleitung	2
2. Bewertungssystem	2
2.1 Bewertungsfaktor	2
2.2 Erläuterung der Beanspruchungskriterien	2
2.3 Erläuterung der Auswahlkriterien	3
2.4 Anwendungsbeispiele	4
3. Sekundärseitige Gleichrichtung	5
4. Siebung am Ausgang	5
5. Wandlerbeispiele	5
5.1 Eintaktflußwandler, Längswandler mit Speicherdrossel	5
5.2 Eintaktsperrwandler	6
5.3 Schwingkreiswandler	6
5.4 Gegentaktwandler	6
5.5 Mehrphasige Systeme	6
5.6 Kombination verschiedener Systeme	6
Bildteil	
Bild 1 bis 17	7-21
Tabellenteil	
Tabelle 1 bis 4	22-24

1. Einleitung

Die Konzipierung getakteter Stromversorgungen und Netzteile beginnt für den Entwickler mit der Aufgabe, für das gestellte Problem aus der Vielfalt von Wandlerarten und Schaltungsvarianten eine möglichst optimale Lösung zu finden. Als Hilfsmittel für dieses Ziel sind in der vorliegenden Technischen Mitteilung die Auswahl- und Einsatzkriterien der gebräuchlichsten Wandlerarten, Gleichrichter- und Filterschaltungen in Tabellen zusammengestellt. Nach einem Bewertungssystem kann man für einen Leistungsbereich von einigen VA bis 2 kVA das jeweils günstigste Konzept ermitteln. Zur Ergänzung sind noch praktische Beispiele aufgeführt.

2. Bewertungssystem

Das Bewertungssystem geht aus **Tabelle 1** hervor. Die Horizontale ist wie folgt eingeteilt:

- Thyristorschaltungen
- Transistorschaltungen
- Transistor-/Thyristorschaltungen in Kombination
- mehrphasige Systeme

Jede dieser vier Gruppen ist in die möglichen bzw. vom Aufwand her noch sinnvollen Wandlerarten unterteilt. Die zugehörigen Prinzipschaltungen sind in **Bild 1** bis **4** dargestellt.

In der Vertikalen der **Tabelle 1** sind im oberen Teil die wichtigsten schaltungstypischen Beanspruchungskriterien und im unteren Teil die daraus abgeleiteten Auswahlkriterien aufgeführt.

Beide Kategorien sind entsprechend ihren Eigenschaften mit Punkten von 1 bis 5 eingestuft.

In dieser Punktskala bedeutet:

- 5 sehr gut bzw. sehr hoch
- 4 gut bzw. hoch
- 3 ausreichend bzw. mittel
- 2 schlecht bzw. klein
- 1 sehr schlecht bzw. sehr klein

2.1 Bewertungsfaktor

Dieser Faktor gibt dem Entwicklungsingenieur die Möglichkeit, die Auswahlkriterien in der Wertigkeit an seine Zielvorstellung in nachstehenden Stufen anzupassen:

- 4 sehr wichtig
- 3 wichtig
- 2 weniger wichtig
- 1 unwichtig

Beispiele: Wirkungsgrad und Regelbarkeit werden in einer batteriebetriebenen mobilen Stromversorgung von höherer Bedeutung sein als z. B. der Realisierungsaufwand (Preis) oder die Schaltfrequenz. Mit dem Bewertungsfaktor läßt sich durch Multiplikation mit der Punktezahl der einzelnen Auswahlkriterien eine Graduierung erreichen. Der Faktor für „sehr wichtig“ sollte nicht zu häufig angewandt werden, um Verzerrungen in der Aussage und beim Vergleich der verschiedenen Konzepte zu vermeiden. Die Gesamtpunktezahl eines Systems ergibt sich aus der Summe der mit dem Bewertungsfaktor multiplizierten Punkte der Auswahlkriterien.

2.2 Erläuterung der Beanspruchungskriterien

- Schaltspitzenbelastung (Strom, Spannung)
Maximale dynamische Belastung der Halbleiterschalter beim Ein- und Ausschalten.
- Durchlaßverluste
Verlustleistung im Halbleiterschalter während der Einschaltzeit.
- Spannungsbeanspruchung
Maximalwert der am Halbleiterschalter auftretenden Spannung im Vergleich zur Versorgungsspannung
- Strombeanspruchung
Maximalwert des Stromes am Halbleiterschalter im Vergleich zum mittleren Versorgungsstrom
- Tastgrad
Verhältnis von Einschaltzeit zur Periodendauer.

- **Schalteranzahl**
Anzahl der Halbleiter-Leistungsschalter.
- **Transformatorausnutzung**
Trafowirkungsgrad, Wickelraumausnutzung, Volumen.
- **Ansteuerkomplexität**
Ansteuer Aufwand für die Halbleiterschalter.
- **Leerlauffestigkeit**
Funktionsfähigkeit des Wandlers bei Betrieb ohne Last
- **Kurzschlußfestigkeit**
Ausfallwahrscheinlichkeit nach einem Kurzschluß bzw. Aufwand für eine elektronische Sicherung und Wiederanlaufschaltung.

2.3 Erläuterung der Auswahlkriterien

- **Resonanzabstimmung**

Die Resonanz wird durch Reihenschaltung eines Kondensators auf der Primär- oder Sekundärseite des Leistungsübertragers bewirkt. Dieser Kondensator bildet infolge des Rechteckbetriebes des Transformators nur mit den restlichen Induktivitäten, d. h. den Zuleitungs- und Streuinduktivitäten einen Serienresonanzkreis. Dabei wird folgendes vorausgesetzt:

Versorgungsnetz mit kleinem Innenwiderstand.

Am Ausgang des Inverters polaritätssymmetrische Gleichrichterschaltung mit Ladekondensator.

Unter diesen Bedingungen haben Strom und Spannung an den Halbleiterschaltern den in **Bild 5** gezeigten Verlauf.

Vorteile der Stromresonanzschaltung:

An den Halbleiterschaltern treten auch bei sehr hohen Arbeitsfrequenzen nur geringe Schaltverluste auf. Keine Belastung der Halbleiterschalter durch Reversbetrieb.

Kleinere Erwärmung der Halbleiterschalter, dadurch erhöhte Zuverlässigkeit.

Gleichmäßige Strombelastung von parallelen Halbleiterschaltern. Die Anforderung an die Schaltgeschwindigkeit kann reduziert werden.

Die Induktivitäten im Stromkreis bewirken kein Überschwingen der Spannung am Halbleiterschalter. Dies hat speziell bei Hochspannungswicklungen besondere Bedeutung, da wegen der notwendigen Isolierabstände die Streuinduktivität groß ist.

Geringe Stromoberwellen, dadurch kleine elektromagnetische Störfelder und kleine Oberwellenverluste im Transformator.

Nachteile der Stromresonanzschaltung:

Bei hohem Innenwiderstand des Versorgungsnetzes ist eine große Speicherkapazität erforderlich.

Der Scheitelwert des Stromes durch die Halbleiterschalter erhöht sich gegenüber dem Gleichstrommittelwert um den Faktor 1,57.

Für die Resonanzkapazität ist ein Kondensator im μF -Bereich mit sehr guten Mittelfrequenzeigenschaften und hoher Strombelastbarkeit (MP- oder MKV-Kondensator) notwendig.

- **Zuverlässigkeit:**

Wahrscheinlichkeit des Ausfalls der Schaltung auf Grund von Änderungen der elektrischen Daten der Bauteile.

- **Gewicht/Volumen:**

Gewichts- und/oder Volumensunterschiede der Schaltung z. B. durch mehrere Transformatoren bei mehrphasigen Systemen.

- **Wirkungsgrad:**

Verhältnis von abgegebener zu aufgenommener Leistung.

- **Elektromagnetische Störungen:**

Störung benachbarter Geräte durch elektromagnetische Felder

- **Schaltfrequenz:**

Die durch die Halbleiterschalter und deren Beschaltung bedingte oberste Betriebsfrequenz. Allgemein gilt: Je höher die Betriebsfrequenz, desto kleiner sind Leistungsübertrager und Siebaufwand.

- **Ausnutzung der Grenzdaten:**

Beanspruchung der Bauelemente, bezogen auf ihre Grenzdaten sowie auf Gewicht bzw. Volumen.

- **Filteraufwand:**

Schaltungsaufwand für geringe Stromwelligkeit am Eingang der Stromversorgung, am Ausgang für die geforderte Spannungswelligkeit.

● Regelbarkeit:

Möglichkeit der Ausgangsspannungsregelung, bzw. der benötigte Aufwand an Regelungselektronik.

Eine Regelung der Ausgangsdaten hat bei allen Wandlerarten eine Verschlechterung des Wirkungsgrades, eine Erhöhung der elektromagnetischen Einflüsse, eine stärkere Ausnutzung der Grenzdaten sowie mehr Filteraufwand und damit eine Verschlechterung der Zuverlässigkeit zur Folge. In der **Tabelle 1** ist der Einfluß der Regelung auf die Auswahlkriterien berücksichtigt. Bei Eintaktssystemen ist eine Regelung grundsätzlich leichter realisierbar.

2.4 Anwendungsbeispiele

In **Tabelle 1** sind zwei Beispiele zur Anwendung des Bewertungssystems aufgeführt.

Beispiel 1

Stromversorgung für die Wanderfeldröhre eines Nachrichtensatelliten.

Eingang: Shuntgeregelter Spannung aus einem Solargenerator ($R_i < 0,1 \Omega$) 100 V

Ausgang: U_A bis 10 kV
 P_A max. 2 kVA

Aus der Gruppe der Transistorschaltungen sind drei Systeme geeignet. Gewählt wurde ein Gegentaktwandler in Brückenschaltung in Verbindung mit einer Stromresonanzabstimmung (η ca. 90 %). Der Wandler mit 2 Versorgungsspannungen ist im vorliegenden Fall nicht realisierbar, da der Solargenerator nur eine Spannung liefert. Beim Wandler mit Komplementär-Transistoren ist die Beschaffung geeigneter PNP-Transistoren schwierig.

Beispiel 2

Schaltnetzteil für ein Farbfernsehgerät

Eingang: 220 V/50 Hz

Ausgang: Verschiedene Spannungen bis max. 250 V
 P_A 150 W

Da bei diesem Netzteil Regelbarkeit und Realisierungsaufwand sehr wesentlich sind, scheiden Gegentaktwandler aus. Kurzschlußfestigkeit und Preis sind Hauptargumente für den gewählten Eintaktsperrwandler mit hochsperrendem Schalttransistor.

3. Sekundärseitige Gleichrichtung

Die Grundsaltungen für die sekundärseitige Gleichrichtung sind in **Tabelle 2** zusammengestellt. Die Auswahlkriterien sind nach dem Punkteschema 1 bis 5 von Seite 2 bewertet. Die Schaltungen zeigt **Bild 6**.

Zu beachten ist, daß nicht jede Gleichrichterschaltung für jede Wandlerart geeignet ist. Die Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Gleichrichterschaltungen mit den Wandlerarten gehen aus **Tabelle 3** hervor.

4. Siebung am Ausgang

Der Filteraufwand am Ausgang hängt vom Anwendungsfall und den gestellten Anforderungen ab. Die gebräuchlichsten Filterschaltungen sind in **Bild 7** aufgeführt.

Die Kombinationsmöglichkeiten von Wandler- und Filterkonzepten sind der **Tabelle 4** zu entnehmen. Dabei ist die für den jeweiligen Wandlertyp optimale Gleichrichtergrundschaltung zugrunde gelegt.

5. Wandlerbeispiele

Die nachfolgenden Schaltbeispiele **Bild 10, 11** und **17** sind in der gezeigten Form in der Serienfertigung erprobt und optimiert. Bei den Beispielen **Bild 8, 9, 12, 13, 14, 15** und **16** handelt es sich um Laborstudien.

5.1 Eintaktflußwandler, Längswandler mit Speicherdrossel

Bei diesen Wandlern läßt sich mit relativ wenig Aufwand eine sekundärseitige Regelbarkeit erreichen. Die Halbleiterschalter werden mit konstanter oder variabler Taktfrequenz betrieben und mit veränderbarem Tastgrad gesteuert. Der Längswandler hat den Vorteil eines Tastgradbereichs von 0 bis 1. Der Eintaktflußwandler kann dagegen wegen der notwendigen Entmagnetisierung und der zulässigen Spannungsüberhöhung am Halbleiterschalter während dessen Sperrphase mit einem Tastgrad von nur 0,6 bis 0,8 betrieben werden.

$$U_{\text{Sperr}} = U_1 \left(1 + \frac{t_1}{t_2}\right); \quad t_1 = \text{Einschaltzeit}, \\ t_2 = \text{Sperrzeit}.$$

Die **Bilder 8, 9** und **10** zeigen Schaltbeispiele von Eintaktflußwandlern und Längswandler mit Speicherdrossel.

- Bild 1** Wandler-Prinzipschaltungen mit Thyristoren
- a Gegentakt-Parallelschwingkreiswandler
 - b Eintakt-Sperrwandler
 - c Eintakt-Flußwandler
 - d Gegentaktwandler, Trafo mit Mittelanzapfung
 - e Gegentaktwandler in Brückenschaltung
 - f Gegentaktwandler mit zwei Versorgungsspannungen

5.2 Eintaktsperrwandler

Hier erfolgt die Regelung durch Änderung des Tastgrads bei konstanter oder variabler Frequenz. Die Ausgangsleistung wird durch die Stromflußzeit des Halbleiterschalters auf der Primärseite bestimmt. Während der Sperrphase des Halbleiterschalters wird die im Übertrager gespeicherte magnetische Energie sekundärseitig abgegeben. Der Halbleiterschalter kann erst nach vollständiger Entladung des Wandlerübertragers erneut eingeschaltet werden. Dadurch ergibt sich für den Wandler ein lastabhängiger Tastgrad.

Werden in einem Gerät oder System mehrere Sperrwandler mit variabler Frequenz betrieben, so können Störungen durch Mischprodukte dieser Frequenzen auftreten.

Bild 11 zeigt die Schaltung eines Transistor-Sperrwandlers.

5.3 Schwingkreiswandler

Für Regelzwecke weniger geeignet sind Sinuswandler und Wandler mit Thyristoren als Halbleiterschalter wegen der damit gegebenen Zwangskommütierung (L_K/C_K).

Bild 12 und **13** sind Schaltbeispiele eines Parallel- und eines Serienschwingkreiswandlers. Bei letzterem kann bei konstanter Frequenz die Ausgangsleistung um ca. 40 % abgesenkt werden. Bei noch stärkerem Absenken werden die Thyristoren nicht mehr gelöscht. Leerlauf ist bei einer Taktfrequenz von 1 kHz möglich.

5.4 Gegentaktwandler

Bei diesen Wandlern ist der große erreichbare Tastgrad hervorzuheben. Die Stromamplitude in den Halbleiterschaltern liegt nur gering über dem Gleichstrommittelwert des übertragenden Stromes. Mit Gegentaktwandlern erreicht man allgemein höhere Wirkungsgrade als mit Eintaktwandlern.

Bild 14 zeigt einen Gegentaktwandler in Brückenschaltung mit Transistor als Halbleiterschalter.

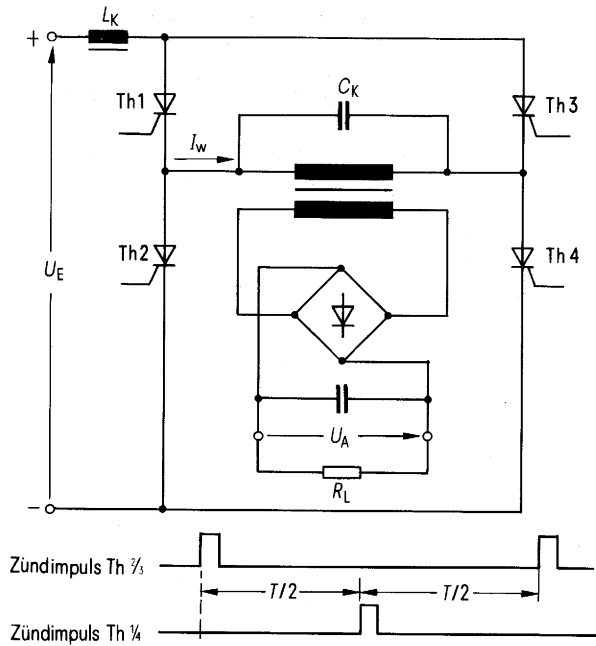
Die Übertragungsdaten von Gegentaktwandlern lassen sich durch eine Resonanzabstimmung (Kapazität in Serie zum primären Stromflußzweig) verbessern. Siehe Seite 2 Resonanzabstimmung. In **Bild 15** ist ein Gegentaktwandler in Brückenschaltung und Stromresonanzabstimmung dargestellt.

5.5 Mehrphasige Systeme

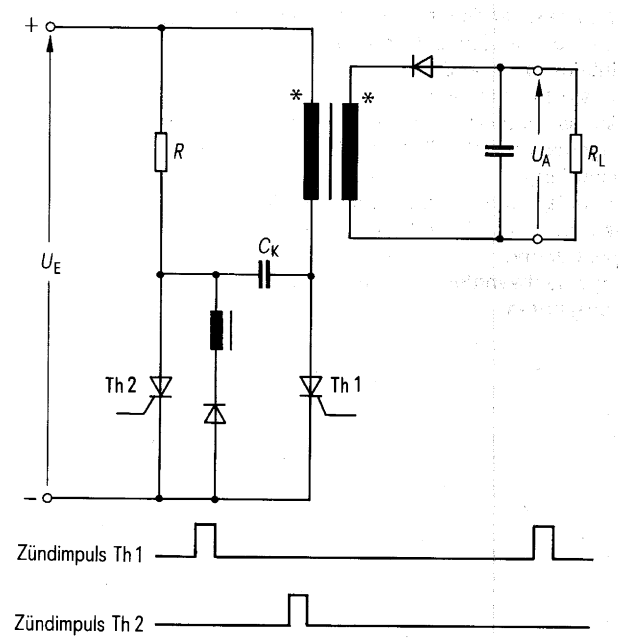
Eine Regelung ist durch Phasenänderung im Ansteuerteil möglich. **Bild 16** zeigt das Schaltbild und die Betriebsdaten eines solchen Systems bei Vollast, 25 % Last und Leerlauf.

5.6 Kombination verschiedener Systeme

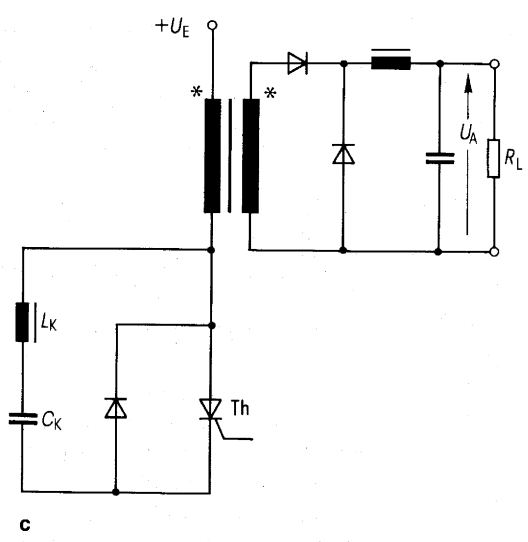
Vom Aufwand her gesehen ist es durchaus möglich, verschiedene Systeme miteinander zu verknüpfen (Vorregler-Prinzip). Die einzelnen Vorteile können beim Zusammenschalten Nachteile der Einzelsysteme eliminieren. Als Beispiel ist in **Bild 17** eine Schaltung aufgezeigt, bei der als Vorregler ein Längsschalter mit Speicherdrossel und als Hauptwechselrichter ein Gegentaktwandler zusammengeschaltet sind.



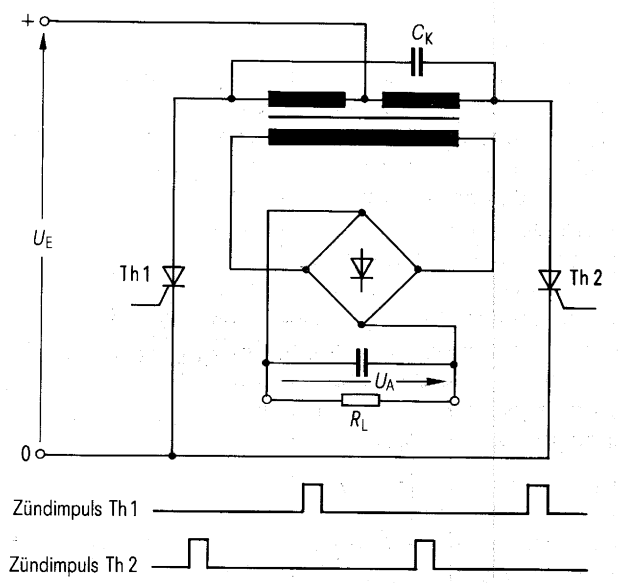
a



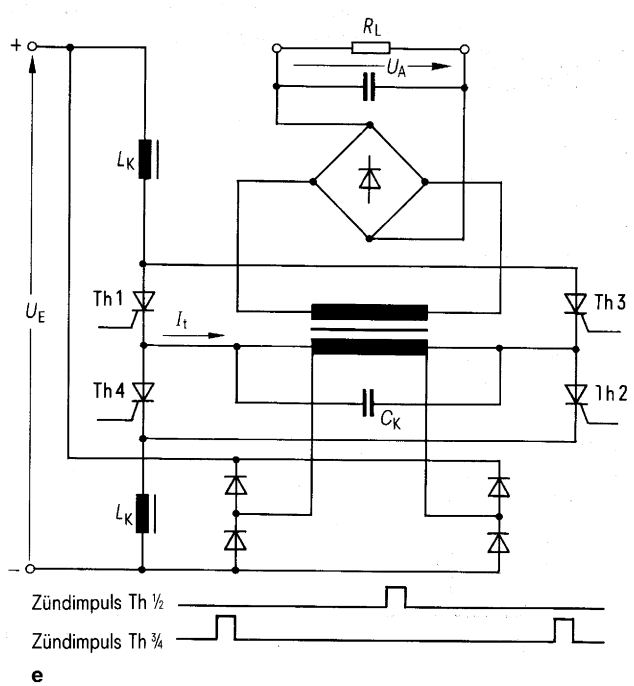
b



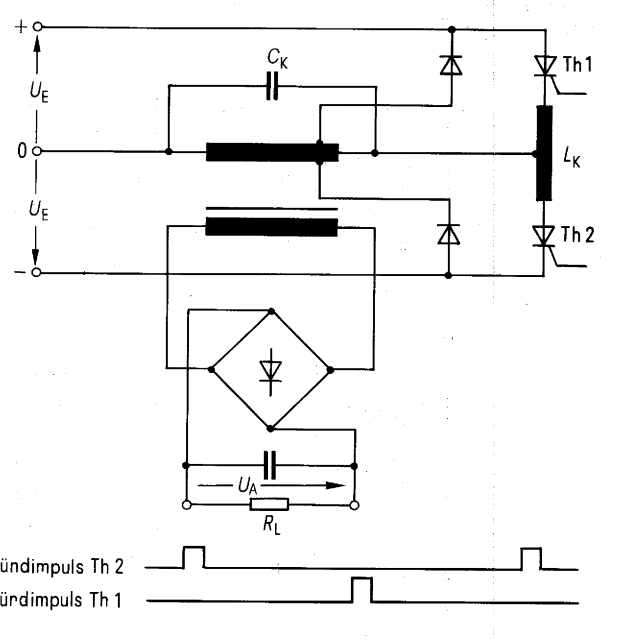
c



d



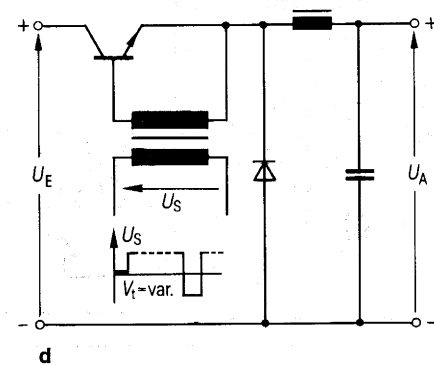
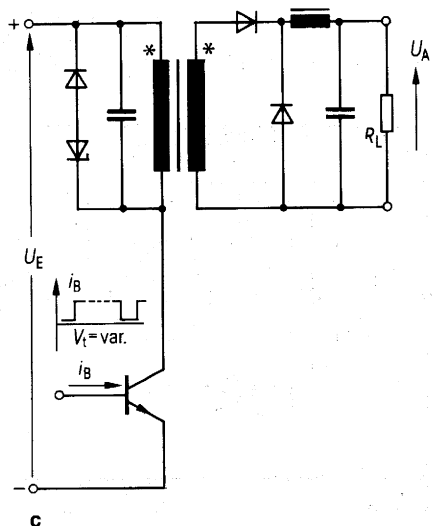
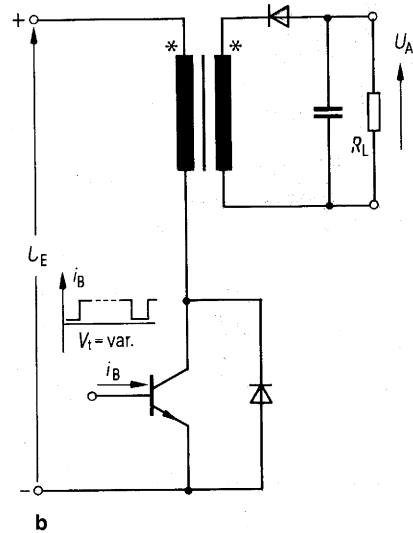
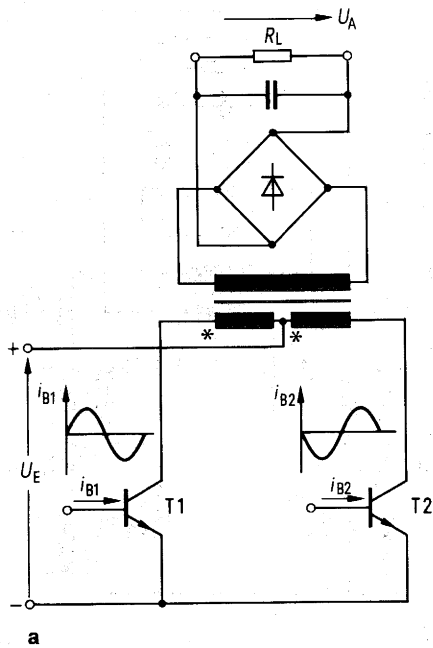
e

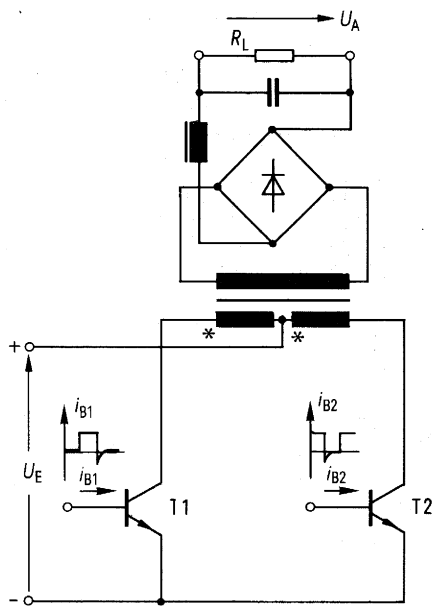


f

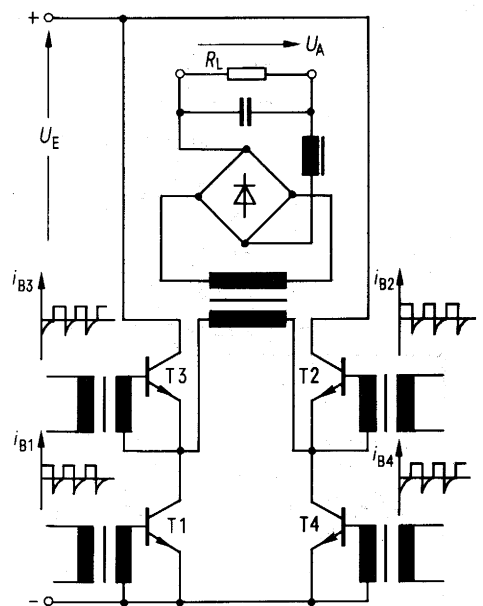
Bild 2 Wandler-Prinzipschaltungen mit Transistoren

- a Gegentaktwandler in Brückenschaltung und Stufe mit Sinusansteuerung
- b Eintakt-Sperrwandler
- c Eintakt-Flußwandler
- d Längsschalter mit Speicherdrossel
- e Gegentaktwandler, Trafo mit Mittelanzapfung
- f Gegentaktwandler in Brückenschaltung
- g Gegentaktwandler mit zwei Versorgungsspannungen
- h Gegentaktwandler mit Komplementär-Transistoren

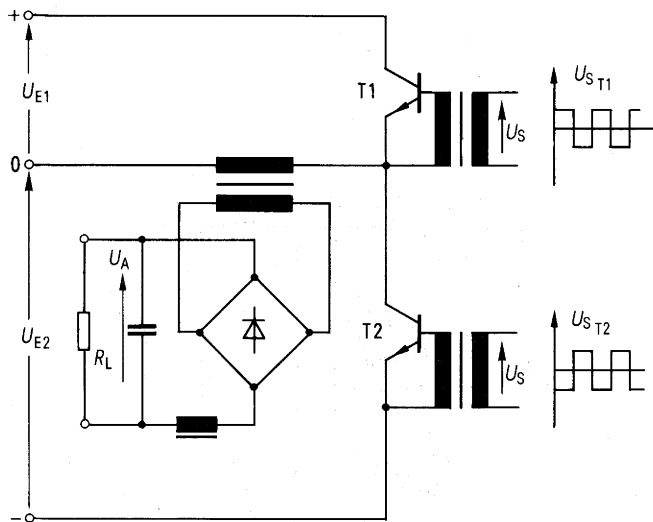




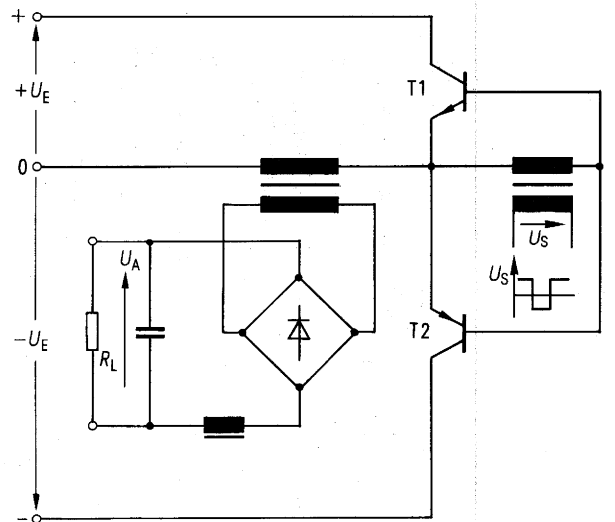
e



f



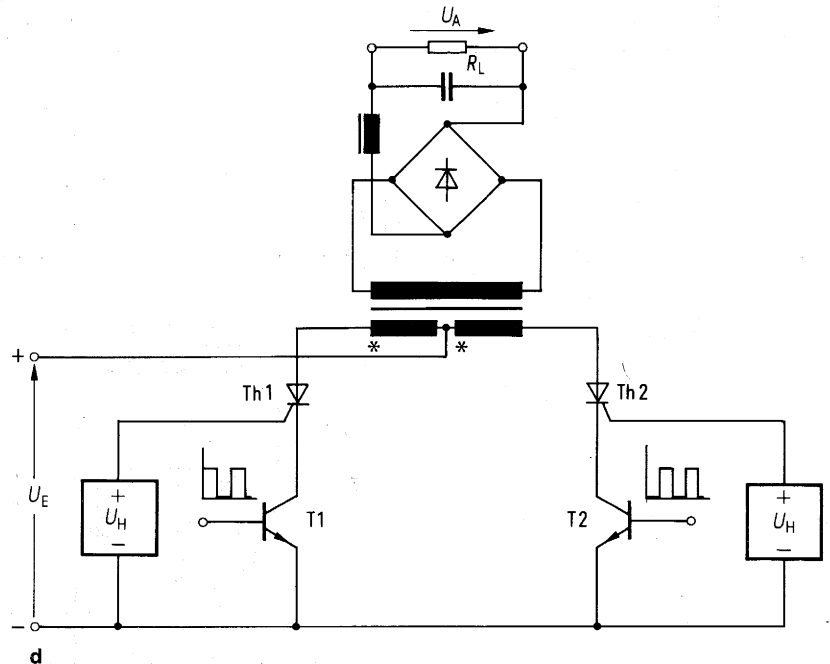
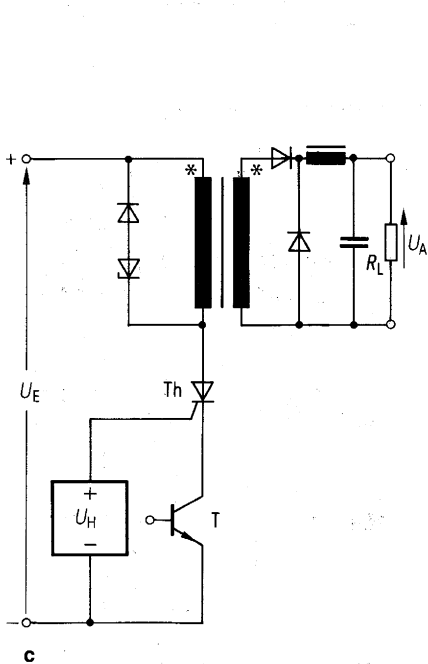
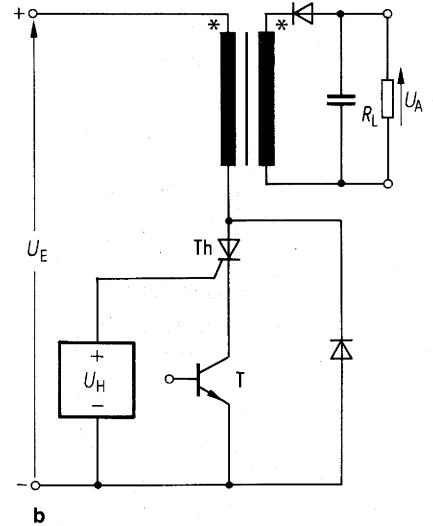
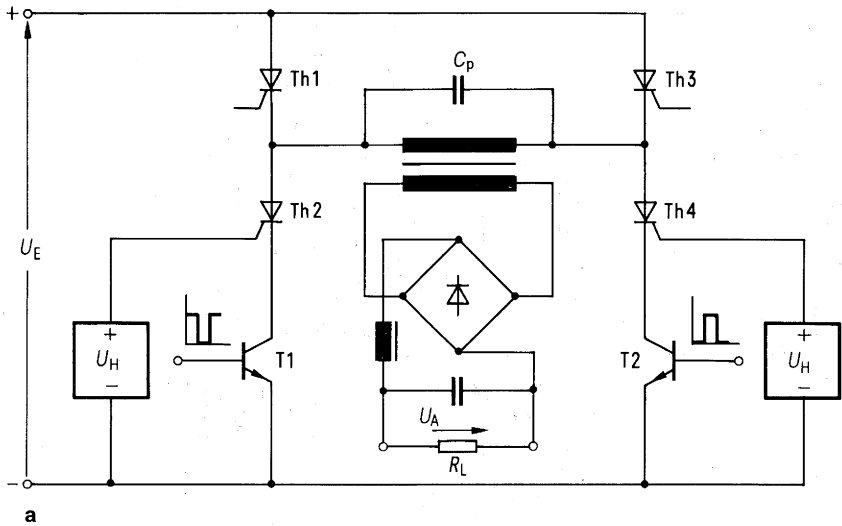
g



h

Bild 3 Wandler-Prinzipschaltungen mit Transistor-Thyristor-Kombinationen

- a Gegentakt-Parallelschwingkreiswandler
- b Eintakt-Sperrwandler
- c Eintakt-Flußwandler
- d Gegentaktwandler, Trafo mit Mittelanzapfung
- e Gegentaktwandler in Brückenschaltung
- f Gegentaktwandler mit zwei Versorgungsspannungen



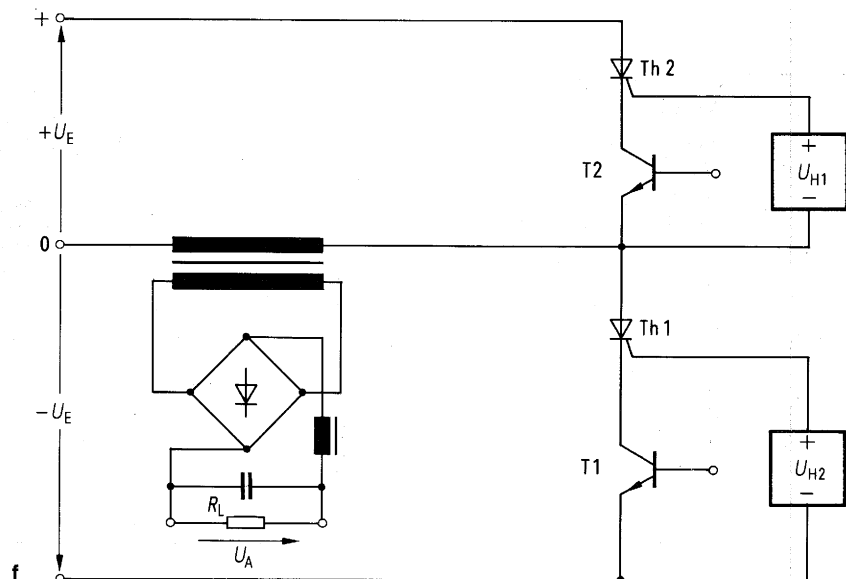
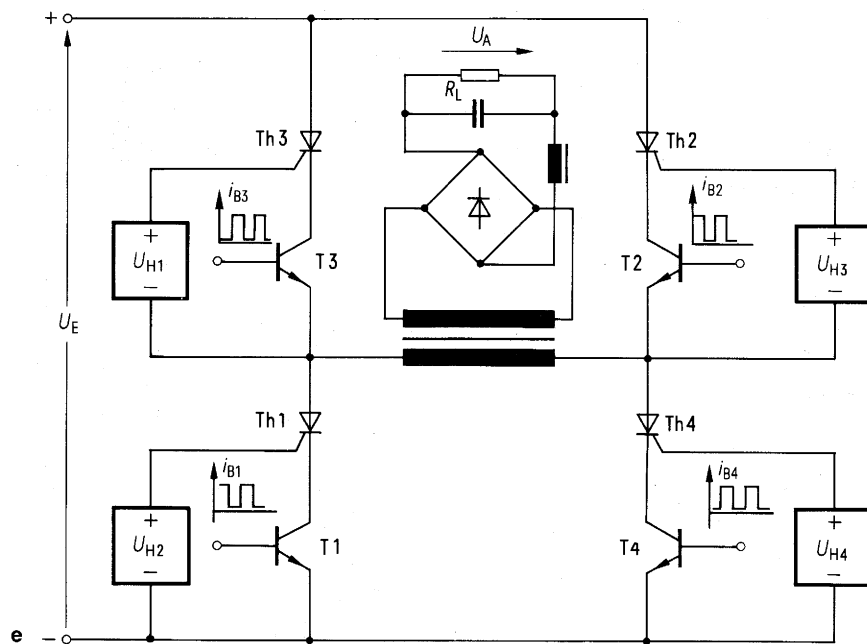
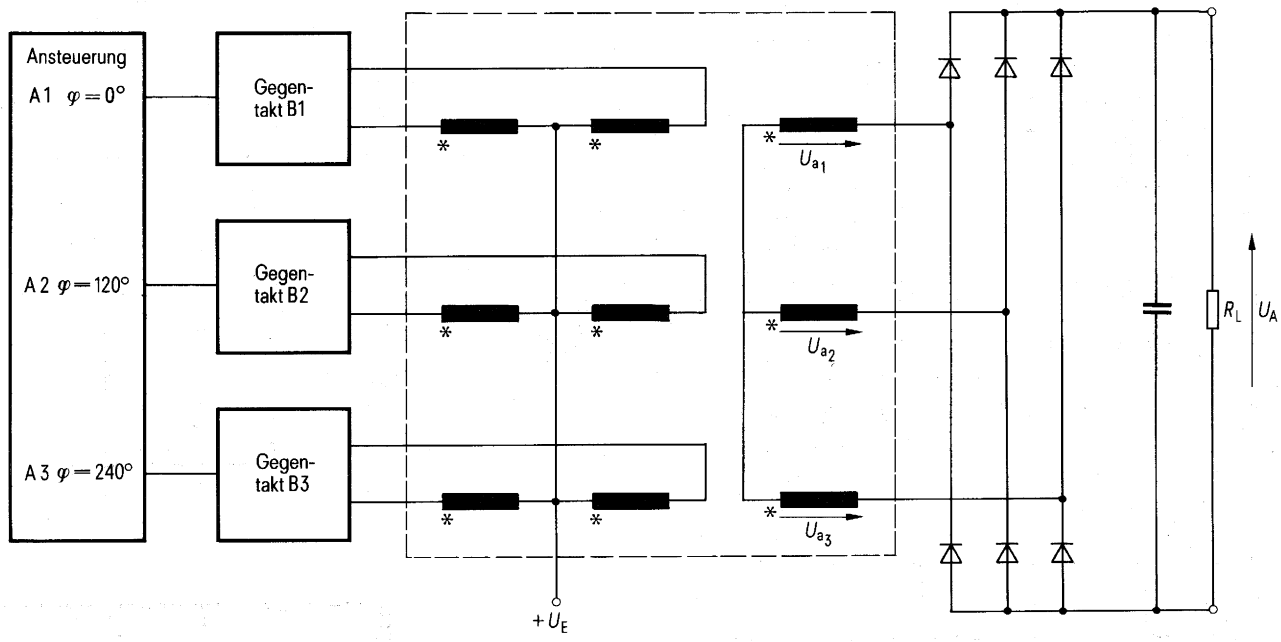
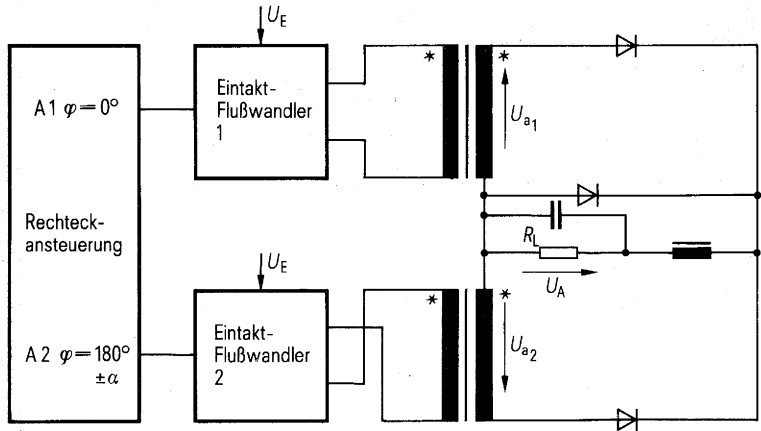


Bild 4 Wandler-Prinzipschaltungen von mehrphasigen Systemen

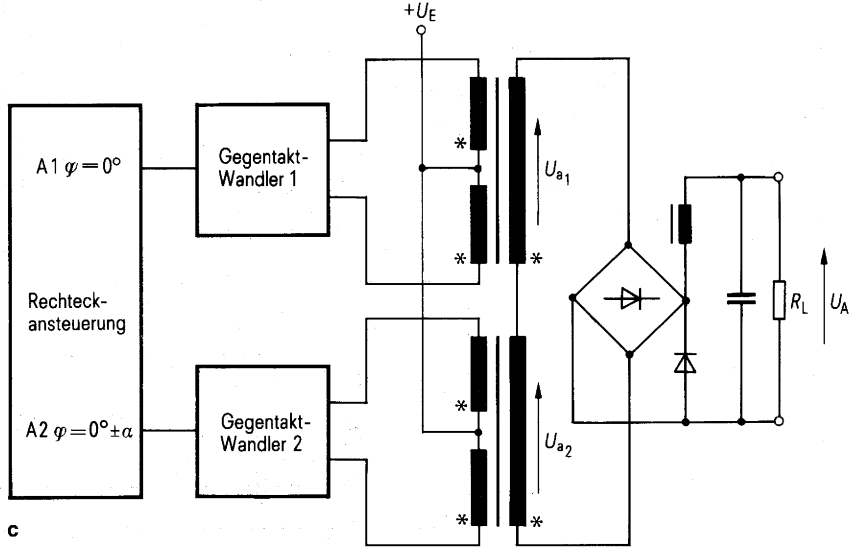
- a Drei Gegentaktwandler in Brückenschaltung mit Sinusansteuerung und Dreiphasen-Trafo
- b Eintakt-Flußwandler, zwei getrennte Trafos
- c Zwei Gegentaktwandler, zwei getrennte Trafos



a



b



c

Bild 5 Dynamische Belastung der Schalttransistoren in einem Gegentaktwandler mit Stromresonanzabstimmung

a Prinzipschaltung

b $U_{CE} = f(t)$; $T \approx 2\pi \sqrt{L_{\sigma} \cdot C_{res}}$; $I_C = f(t)$

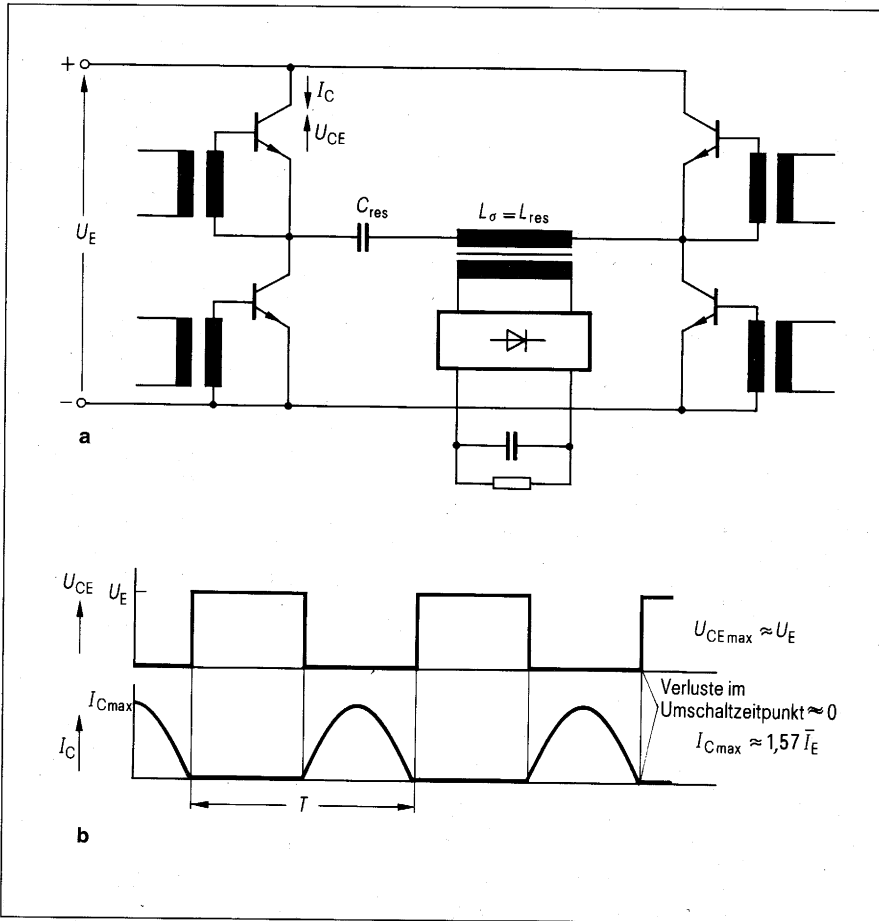


Bild 6 Gleichrichter-Grundsaltungen (siehe auch Tabelle 2 und 3)

a Einweggleichrichtung

b Brückengleichrichtung

c Zweiweggleichrichtung

d Delon-Verdopplerschaltung

e Verdreifacherschaltung im Gegentakt

f Vervielfacherschaltung (Kaskade)

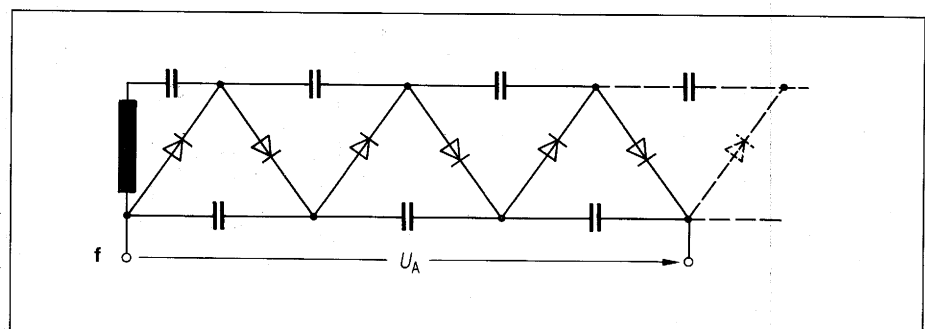
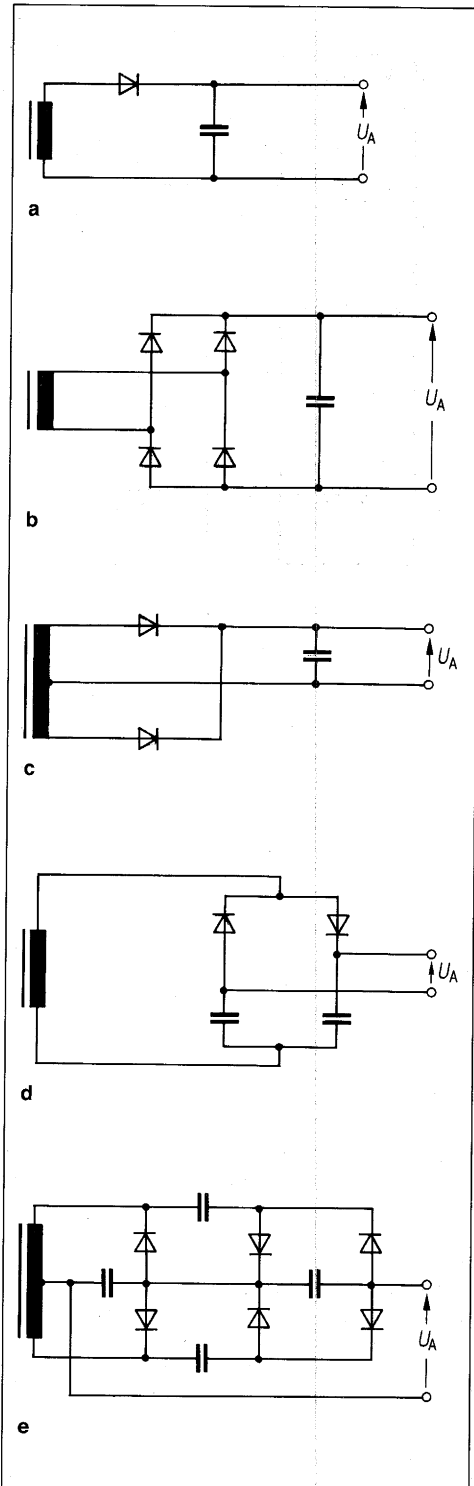


Bild 7 Filterschaltungen für die Sekundärseite

- a Kondensator
- b RC-Filter
- c LC-Filter
- d aktives Filter
- e Serienschwingkreis

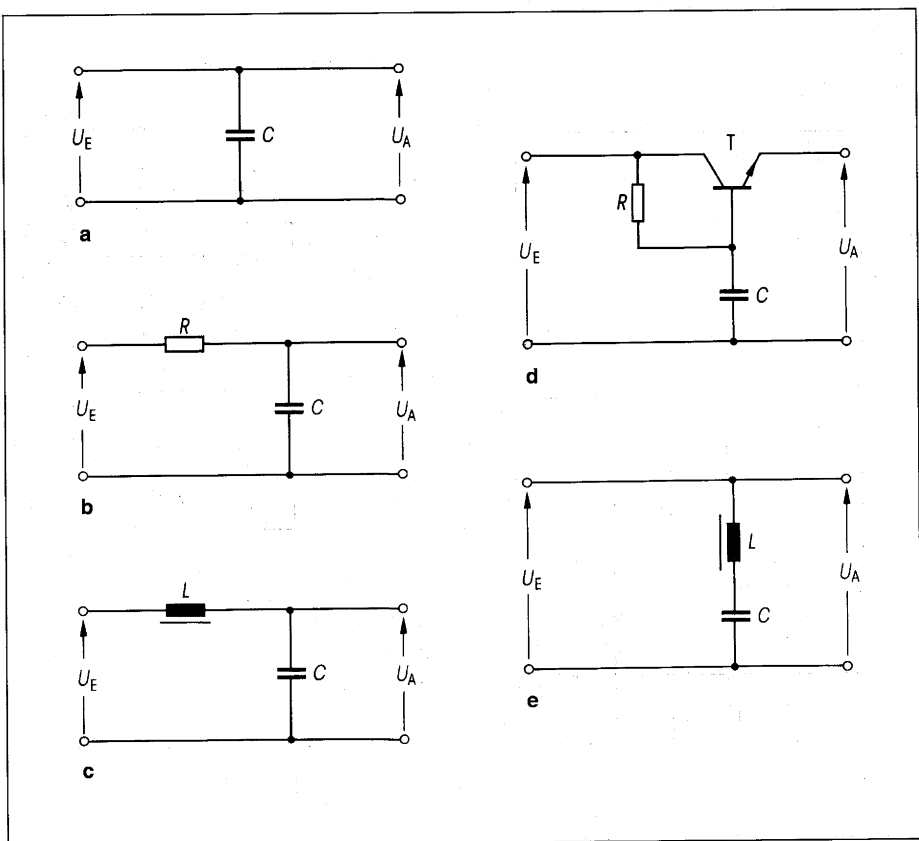


Bild 8 Eintaktflußwandler mit Thyristor

Betriebsdaten ohne Steuerung:

$U_E = 66 \text{ V}$; $I_E = 0,8 \text{ A}$; $\eta = 68 \%$

$U_A = 18 \text{ V}$; $I_A = 2 \text{ A}$

Wickeldaten:

TR Ringkern R58 aus Werkstoff N30 Bestell-

Nr. B64290-J0040-X830

n1 215 Windungen, 0,4 CuL

n2 82 Windungen, 0,8 CuL

L_k Schalenkern $\varnothing 47 \times 28$, Werkstoff N22,

AL 250

Bestell-Nr. B65631-J0250-A022

35 Windungen, 1,5 CuL

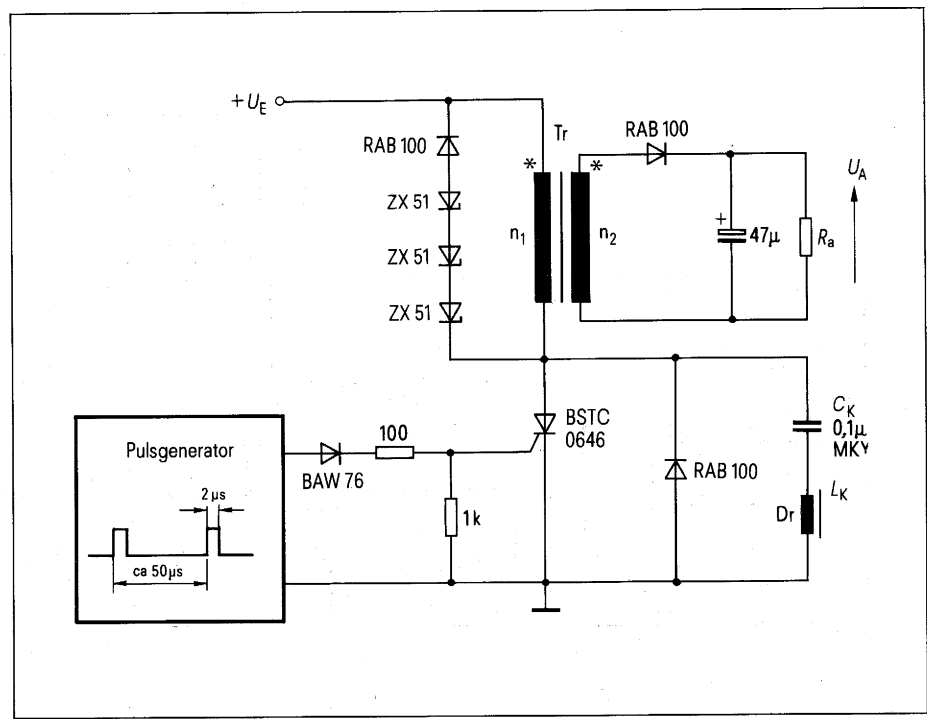


Bild 9 Eintaktflußwandler mit Darlingtontransistor

Betriebsdaten:
 $U_E = 100\text{ V}$; $I_E = 232\text{ mA}$
 $U_A = 34\text{ V}$; $I_A = 610\text{ mA}$
 Taktfrequenz $7,5\text{ kHz}$; $\eta = 89\%$

Wickeldaten:
TR Ringkern R58 aus Werkstoff N30
 Bestell-Nr. B64290-J0040-X830
 $n_1 = 215$ Windungen, $0,4\text{ CuL}$
 $n_2 = n_3 = 41$ Windungen, $0,8\text{ CuL}$

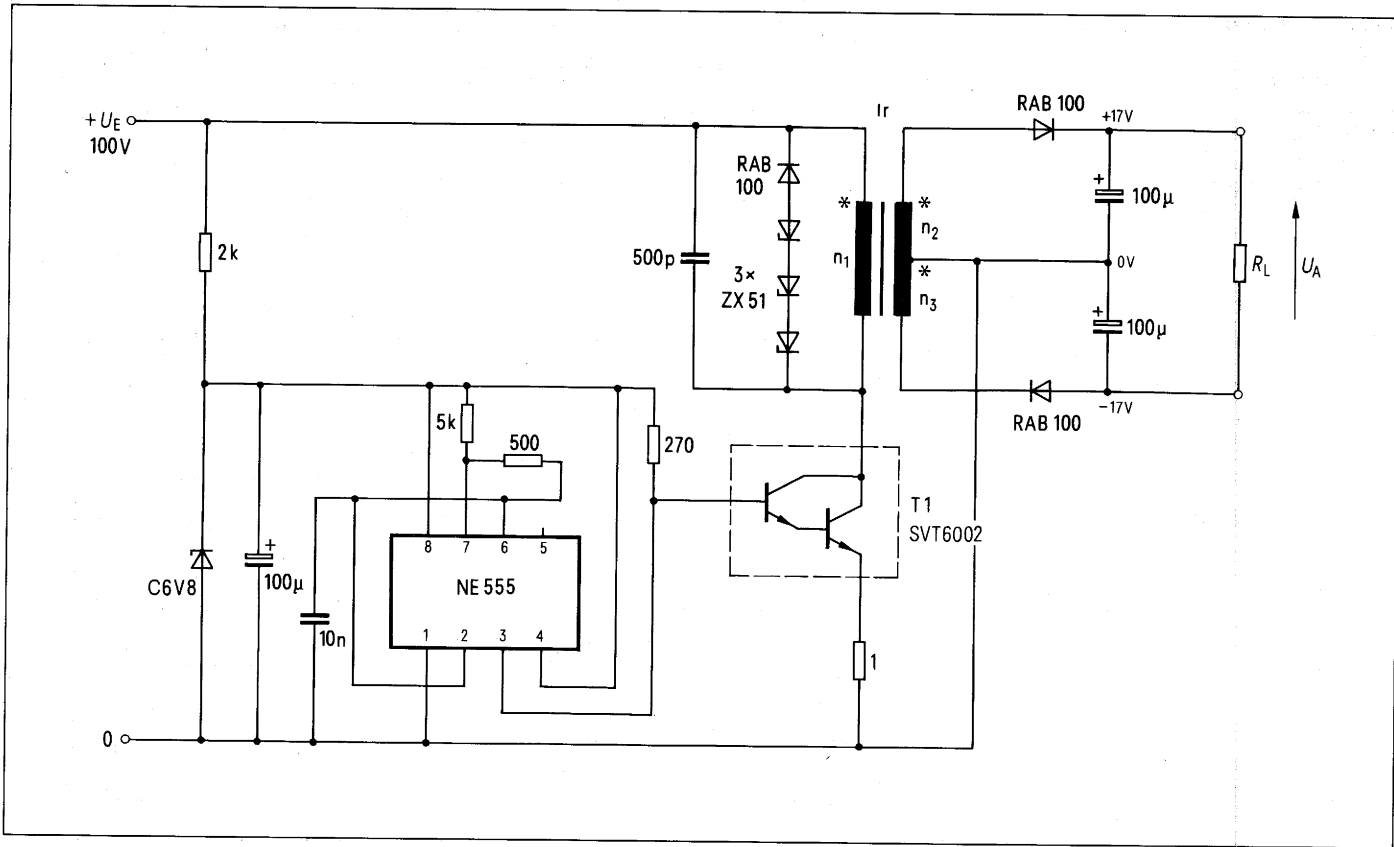


Bild 10 Längsschalter mit Speicherdrossel

Betriebsdaten:
 $U_E = 24\text{ V}$; $I_E = 1\text{ A}$;
 $U_A = 22\text{ V}$; $\eta = \text{ca. } 80\%$

Wickeldaten:
Dr E-Kern EF25 aus Werkstoff T26, $0,5\text{ mm}$
 Luftspalt
 Bestell-Nr. B66207-A0250-L026
 $n = 20$ Windungen, 1 CuL

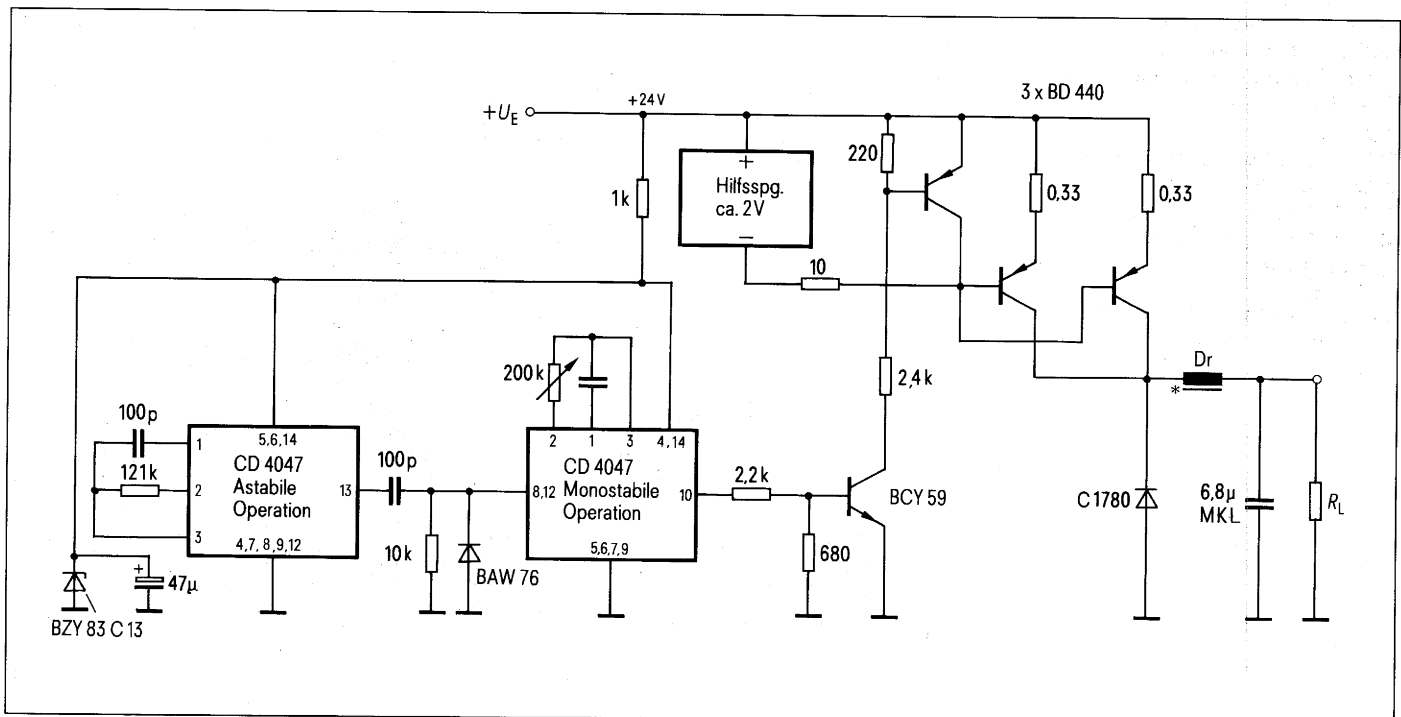


Bild 11 Sperrwandler mit Schalttransistor

Betriebsdaten:

$U_E = 2,5$ bis 5 V; $I_{E\max} = 0,8$ A

$U_A = 13,6$ V; $I_A = 240$ mA;

η bei Vollast ca. 80 %

Wickeldaten:

TR Schalenkern $\varnothing 18 \times 11$ aus Werkstoff N28, AL 250

Bestell-Nr. B65651-N0250-A028

n1 20 Windungen, 0,6 CuL

n2 15 Windungen, 0,3 CuL

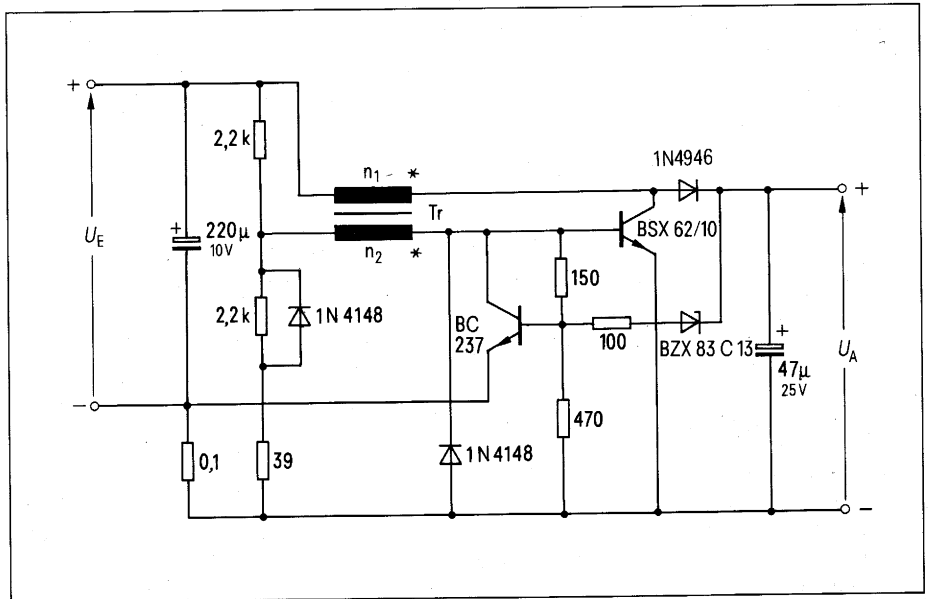


Bild 12 Gegentakt-Parallelschwingkreiswandler

Betriebsdaten ohne Steuerung:

$U_E = 50$ V; $I_E = 1$ A

$U_A = 430$ V; $I_A = 150$ mA

Taktfrequenz 4,5 kHz; $\eta = 78$ %

Wickeldaten:

TR1 bis 4 Zündübertrager

ZKB 404/079-03-PF

TR5 PM-Kern $\varnothing 87 \times 70$ aus Werkstoff N27

Bestell-Nr. B65713-A0000-R027

n1 52 Windungen, 1,4 CuL

n2 467 Windungen, 0,4 CuL

Dr Luftspule 35 Windungen, 1,5 CuL

$L = 22,5$ µH; Windungsdurchmesser 28 mm

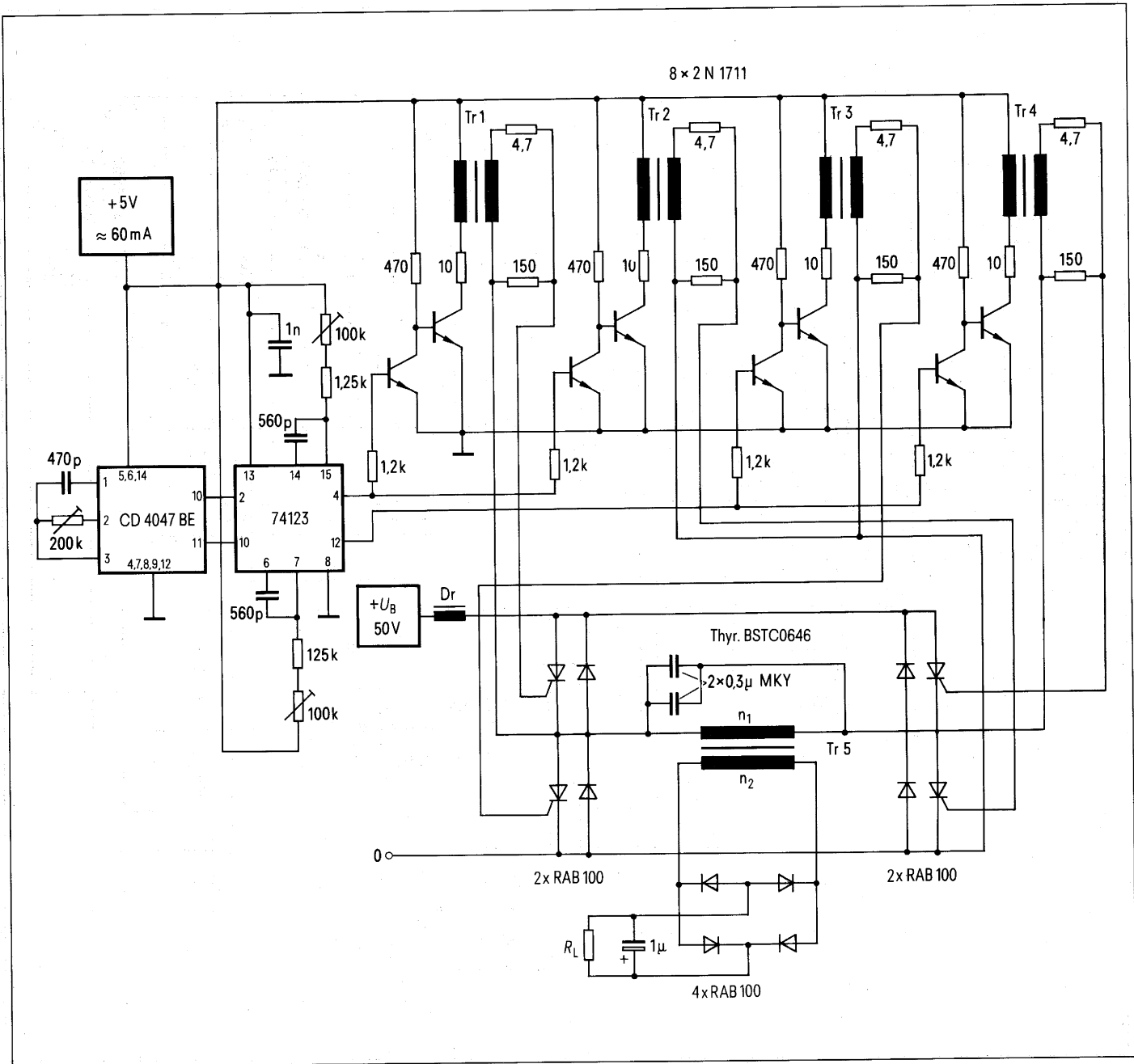


Bild 13 Gegentakt-Serienschwingkreiswandler

Betriebsdaten ohne Steuerung:

$U_E = 62 \text{ V}; I_E = 1 \text{ A}$

$U_A = 520 \text{ V}; I_A = 130 \text{ mA}$

Taktfrequenz 6 kHz; $\eta = 91,7 \%$

Wickeldaten:

TR1 bis 4 Zündübertrager

ZKB 404/079-03-PF

TR5 PM-Kern $\varnothing 87 \times 70$ aus Werkstoff N27

Bestell-Nr. B65713-A0000-R027

n1 52 Windungen, 1,4 CuL

n2 467 Windungen, 0,4 CuL

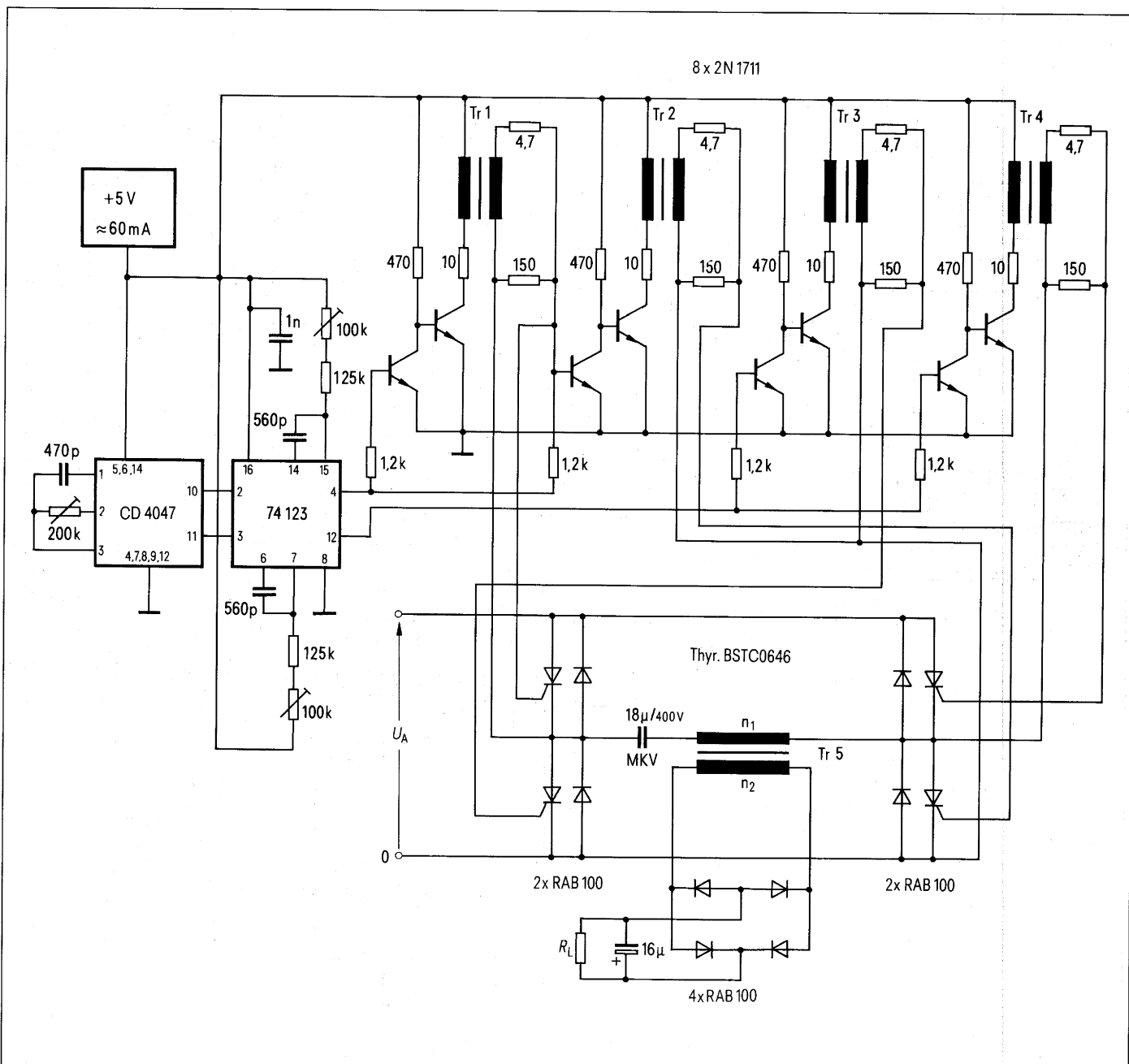


Bild 14 Gegentaktwandler in Brückenschaltung

Betriebsdaten:

$U_{E1} = 100 \text{ V}; I_{E1} = 470 \text{ mA}$
 $U_{E2} = 5 \text{ V}; I_{E2} = 400 \text{ mA}$
 $U_A = 34 \text{ V}; I_A = 1,25 \text{ A}$
 Taktfrequenz 12 kHz; $\eta = 87 \%$

Wickeldaten:

TR1, TR2 Schalenkern $\varnothing 30 \times 19$ aus Werkstoff T26, AL 2000
 Bestell-Nr. B65701-L2000-K026
 $n_1 = n_1'$ 15,5 Windungen, 0,7 CuL
 $n_2 = n_2' = n_3 = n_3'$ 8,5 Windungen, 0,7 CuL
TR5 Ringkern R58 aus Werkstoff N30
 Bestell-Nr. B64290-J0040-X830
 n_1 215 Windungen, 0,4 CuL
 n_2 52 Windungen, 0,8 CuL

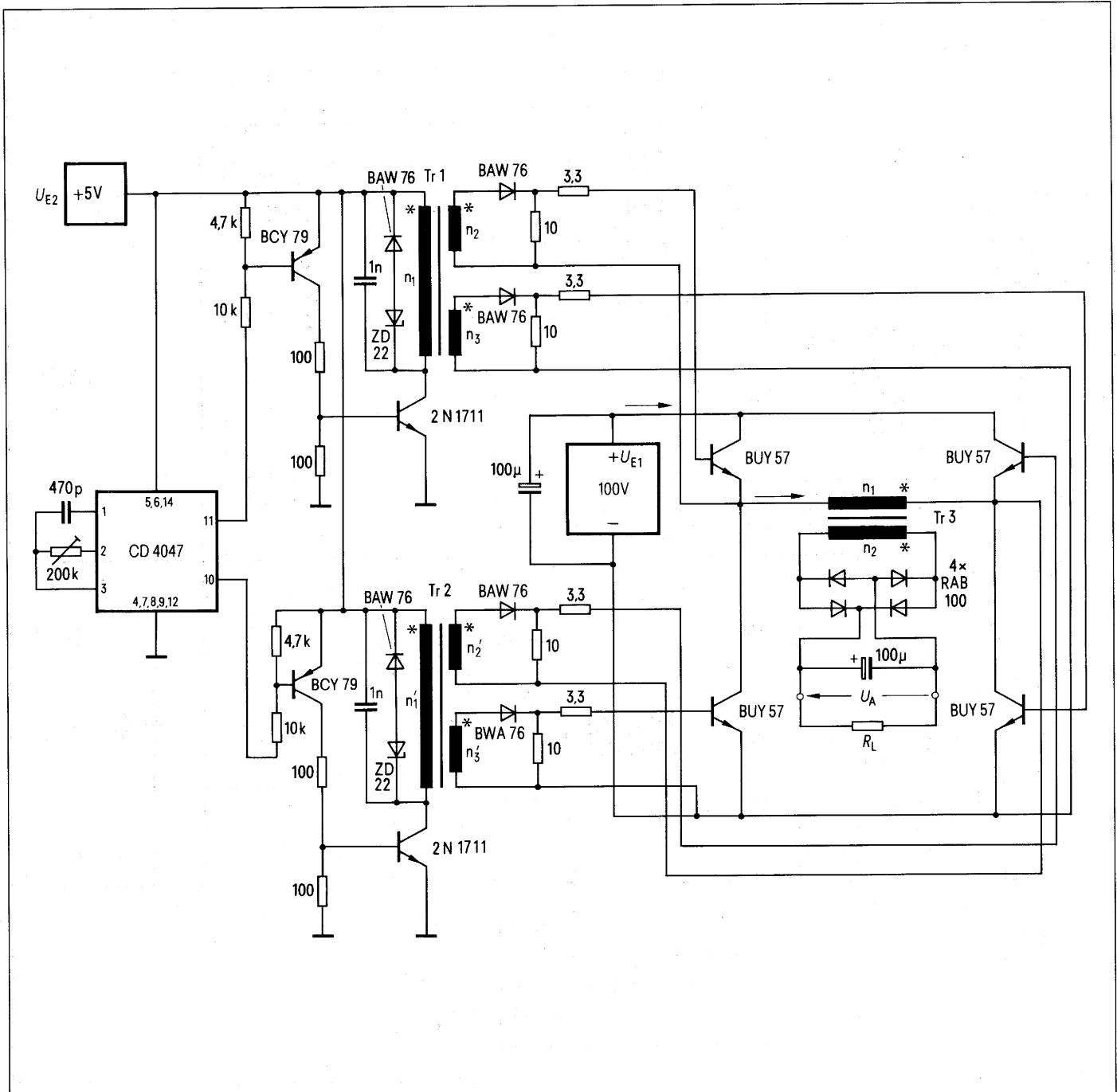


Bild 15 Gegentaktwandler in Brückenschaltung mit Stromresonanzabstimmung

Betriebsdaten Vollast:

$$U_{E1} = 95 \text{ V}; I_{E1} = 4,8 \text{ A}$$

$$U_{E2} = 20 \text{ V}; I_{E2} = 320 \text{ mA}$$

$$U_A = 1005 \text{ V}; I_A = 448 \text{ mA}$$

$$P_E = 462 \text{ W}; P_A = 450 \text{ W}$$

Taktfrequenz 5 kHz; $\eta = 97,3 \%$

Leerlauf:

$$U_E = 63 \text{ V}; I_E = 150 \text{ mA}$$

$$U_A = 1005 \text{ V};$$

Um U_A konstant zu halten, muß U_E auf 63 V abgesenkt werden.

Wickeldaten:

TR1, TR2 Schalenkern $\varnothing 30 \times 19$ aus Werkstoff T26, AL 2000

Bestell-Nr. B65701-L2000-K026

$n_1 = n_1'$ 15,5 Windungen, 0,7 CuL

$n_2 = n_2' = n_3 = n_3'$ 8,5 Windungen, 0,7 CuL

TR3 PM-Kern $\varnothing 114 \times 93$ aus Werkstoff N27

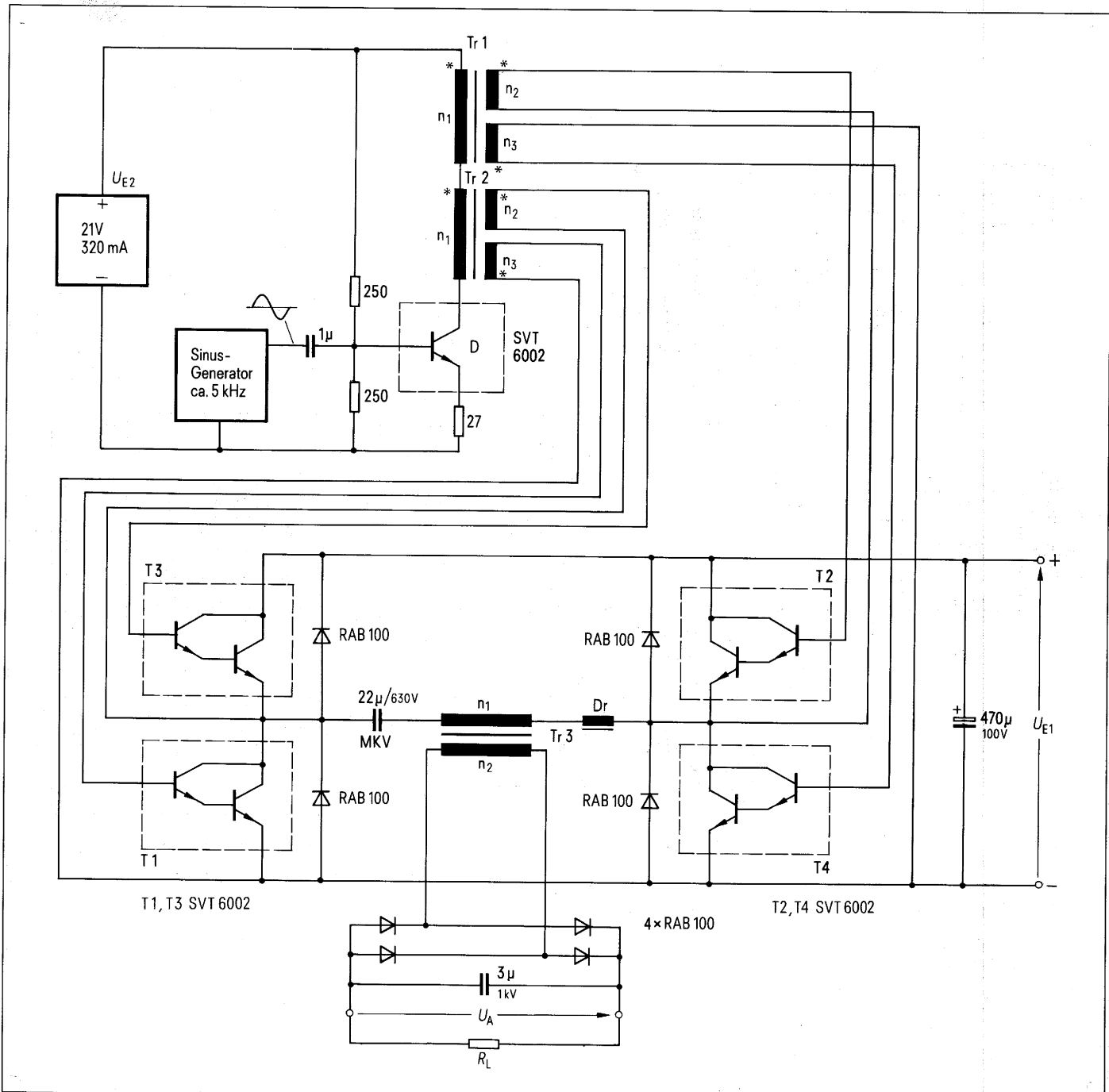
Bestell-Nr. B65733-A0000-R027

n_1 16 Windungen, 3 CuL

n_2 171 Windungen, 1,6 CuL

D Luftspule 35 Windungen, 1,5 CuL

$L = 22,5 \mu\text{H}$; Windungsdurchmesser 28 mm



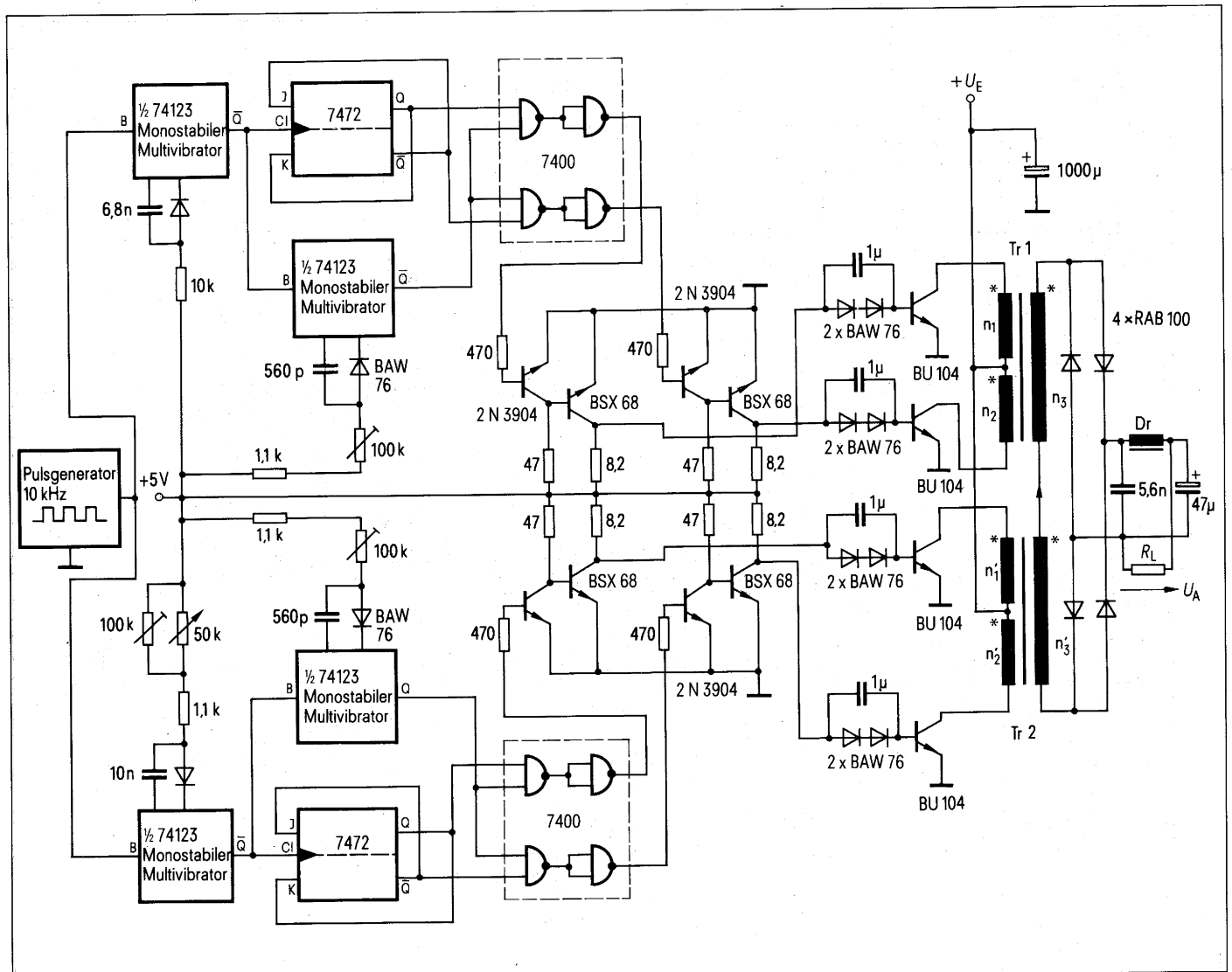
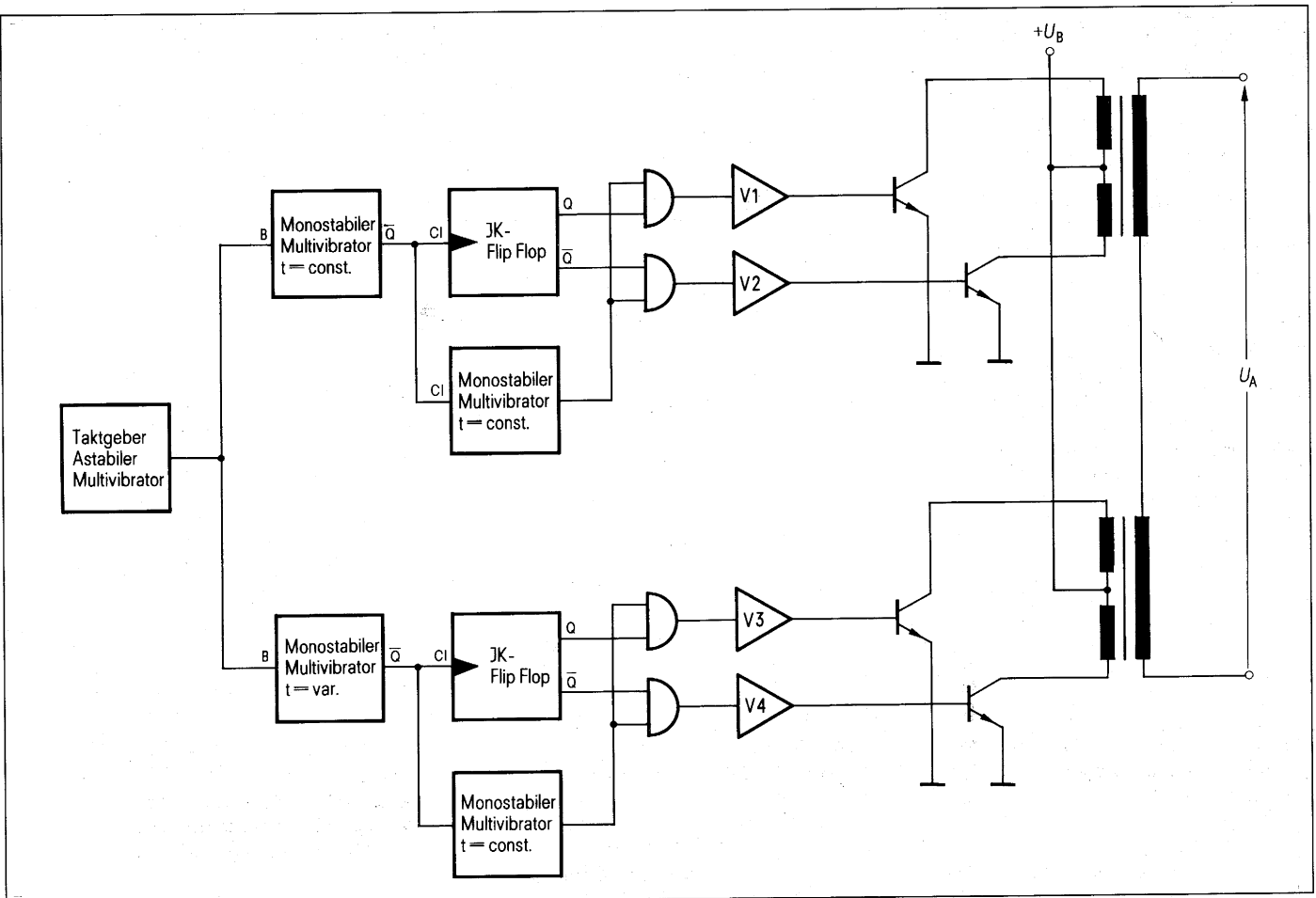


Bild 16 Zwei Gegentaktwandler mit zwei Transformatoren

Betriebsdaten ohne Steuerung:

Vollast:

$$U_E = 20 \text{ V}; I_E = 810 \text{ mA}; P_E = 16,2 \text{ W}$$

25 % Last, $\Delta 90^\circ$ Phasenverschiebung

$\Delta 90^\circ$ Phasenverschiebung

$$U_E = 20 \text{ V}; I_E = 227 \text{ mA}; P_E = 4,55 \text{ W}$$

$$U_A = 42,75 \text{ V}; I_A = 88 \text{ mA}; P_A = 3,8 \text{ W}$$

Leerlauf $\Delta 180^\circ$ Phasenverschiebung

$$U_E = 20 \text{ V}; I_E = 10,6 \text{ mA}; P_E = 0,2 \text{ W}$$

$$U_A = 0$$

Wickeldaten:

TR1, TR2 Ringkern R58 aus Werkstoff N30

Bestell-Nr. B64290-J0040-X830

$n_1 = n_1' = n_2 = n_2'$ 40 Windungen, 1 CuL

$n_3 = n_3'$ 93 Windungen, 0,7 CuL

D PM-Kern $\varnothing 87 \times 70$ aus Werkstoff N27

Bestell-Nr. B65713-A0000-R027

104 Windungen, 0,7 CuL

Bild 17 Kombination eines Längswandlers mit einem Gegentaktwandler

Betriebsdaten:

$$U_E = 24 \text{ V}; I_E = 1 \text{ A}$$

$$U_A = 2000 \text{ V}; I_A = 9 \text{ mA}; \eta = 75 \%$$

Taktfrequenz Längswandler 34 kHz

Taktfrequenz Gegentaktwandler 17 kHz

Wickeldaten:

TR1 E-Kern EF25 aus Werkstoff T26,

0,5 mm Luftspalt

Bestell-Nr. B66207-A0250-L026

$n_1 = n_2$ 20 Windungen, 1 CuL

TR2 RM14-Kern aus Werkstoff N27,

ohne Luftspalt

Bestell-Nr. B65887-A0000-R027

$n_1 = n_2$ 15 Windungen, 0,5 CuL

n_3 1100 Windungen, 0,01 CuL

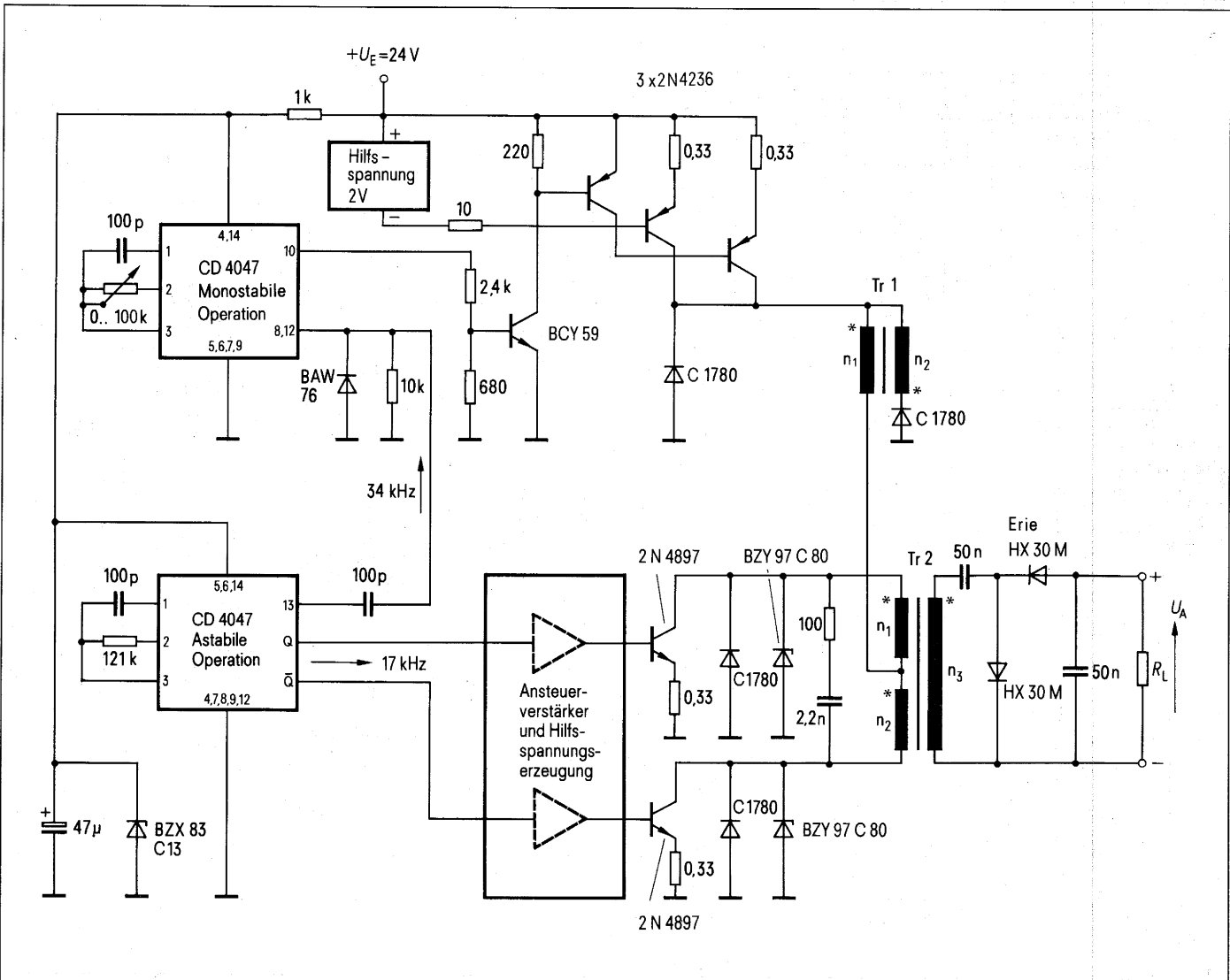


Tabelle 1

Getaktete Gleichspannungswandler:
Bewertung der Wandlerarten und Schaltungsvarianten anhand der Beanspruchungs- und Auswahlkriterien

	Thyristorschaltungen						Transistorschaltungen							
	Gegentakt-Parallelschwingkreiswandler	Eintakt-Sperrwandler	Eintakt-Flußwandler	Gegentaktwandler, Trafo mit Mittelanzapfung	Gegentaktwandler in Brückenschaltung	Gegentaktwandler mit zwei Versorgungsspannungen	Gegentaktwandler in Brückenschaltung und Stufe mit Sinusansteuerung	Eintakt-Sperrwandler	Eintakt-Flußwandler	Längsschalter mit Speicherdrossel	Gegentaktwandler, Trafo mit Mittelanzapfung	Gegentaktwandler in Brückenschaltung	Gegentaktwandler mit zwei Versorgungsspannungen	Gegentaktwandler mit Komplementär-Transistoren
Prinzipschaltung Bild	1a	1b	1c	1d	1e	1f	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h
Beanspruchungskriterien														
Schaltspitzenbelastung	5	1	3	4	4	4	5	1	3	4	3	4	4	4
Durchlaßverluste	3	1	2	4	4	4	3	2	3	4	5	5	5	5
Spannungsbeanspruchung	3	1	1	3	5	3	3	1	1	3	2	5	3	5
Strombeanspruchung	2	1	2	4	4	4	3	1	2	4	5	5	5	5
Tastgrad	4	1	1	4	4	4	5	2	2	3	5	5	5	5
Schalteanzahl	4	5	5	4	3	4	4	5	5	5	4	3	4	3
Trafoausnutzung	4	2	2	3	5	5	4	2	2	3	3	5	5	5
Ansteuerkomplexität	1	4	5	4	2	3	3	4	5	5	4	3	4	3
Leerlaufestigkeit	1	1	1	1	1	1	5	1	3	3	5	5	5	5
Kurzschlußfestigkeit	1	5	1	2	2	2	1	5	3	5	3	3	3	3
Auswahlkriterien														
Resonanzabstimmung	1	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	5	5	5
Zuverlässigkeit	4	3	4	4	5	5	2	3	3	3	3	4	4	4
Gewicht/Volumen	3	2	2	3	4	4	3	3	3	3	4	5	5	5
Wirkungsgrad	3	2	3	3	3	4	1	2	2	4	4	5	5	5
Elektromagnetische Einflüsse	4	1	2	3	3	3	5	1	2	2	3	4	4	4
Schaltfrequenz	2	2	2	2	2	2	5	4	4	5	5	5	5	5
Ausnutzung der Grenzfrequenzen	3	2	2	3	4	4	3	2	2	2	4	5	4	4
Filteraufwand	4	1	1	3	4	4	5	2	2	2	5	5	5	5
Regelbarkeit	1	4	4	4	4	4	1	5	5	5	4	4	4	4
Realisierungsaufwand	2	5	4	3	2	2	2	5	5	5	4	3	3	3
Bewertung Beispiel 1	73	53	62	85	96	100	67	63	65	75	102	121	118	118
Bewertung Beispiel 2	72	70	74	86	92	95	73	83	86	94	107	118	115	115

Tabelle 2

Vergleich und Bewertung der sekundärseitigen Gleichrichter-Grundsaltungen

- a) Einweggleichrichtung
- b) Brückengleichrichtung
- c) Zweiweggleichrichtung mit Mittelanzapfung
- d) Delon-Verdopplerschaltung
- e) Verdreifacherschaltung im Gegentakt
- f) Vervielfacherschaltung (Kaskade)

Transistor-Thyristor-Kombinationen (Thyristor abschaltbar)						mehrphasige Systeme			Beispiele	
Gegentakt-Parallelschwingkreiswandler	Eintakt-Sperrwandler	Eintakt-Flußwandler	Gegentaktwandler, Trafo mit Mittelanzapfung	Gegentaktwandler in Brückenschaltung	Gegentaktwandler mit zwei Versorgungsspannungen	3 x Gegentaktwandler in Brückenschaltung mit Sinusansteuerung und Dreiphasen-Trafo	Eintakt-Flußwandler, zwei getrennte Trafos	Eintakt-Flußwandler, zwei getrennte Trafos	Bewertungsfaktor für	
3a	3b	3c	3d	3e	3f	4a	4b	4c	Beispiel 1	Beispiel 2
5	1	3	4	4	4	5	3	3		
2	1	2	3	3	3	3	2	4		
5	2	2	3	5	3	3	1	4		
3	1	2	4	4	4	3	4	5		
4	1	1	4	4	4	4	3	4		
2	4	4	3	1	4	1	4	3		
4	2	2	4	5	5	4	2	4		
2	3	3	2	1	3	1	3	2		
3	1	1	5	5	5	5	2	2		
1	5	2	2	2	2	1	2	2		
1	1	1	4	5	5	1	1	4	4	1
3	4	3	3	3	4	2	3	4	4	2
4	2	2	3	4	4	1	3	3	3	3
1	2	2	3	4	4	1	3	5	4	3
4	1	2	3	4	4	5	2	4	2	3
3	3	3	4	4	4	5	3	4	2	2
4	2	2	4	5	5	3	3	4	3	3
4	1	1	4	4	4	4	3	3	2	2
1	5	5	3	3	3	1	4	4	1	4
1	4	4	2	2	2	1	2	2	1	4
68	59	57	88	104	108	58	68	101		
68	74	75	85	98	100	52	76	98		

	a	b	c	d	e	f
Stromflußwinkel	1	5	5	5	5	5
Übertragerausnutzung	1	5	3	5	5	5
Übertragerverluste	1	5	3	5	4	4
Siebaufwand	1	5	5	2	1	1
Diodenaufwand	5	2	4	4	1	2
Innenwiderstand	1	5	4	2	1	1
Gesamtpunkte	10	27	24	23	17	18

Tabelle 3

Kombinationsmöglichkeiten der Gleichrichter-Grundsaltungen mit den Wandlerarten

Gleichrichter-Grundsaltungen nach Tabelle 2 bzw. Bild 6	Wandlergrundsaltungen nach Tabelle 1																						
	1a	1b	1c	1d	1e	1f	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	3a	3b	3c	3d	3e	3f	4a	4b	4c
Einweggleichrichtung (Bild 6a)	-	x	x	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
Brückengleichrichtung (Bild 6b)	x	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	-	x
Zweiweggleichrichtung mit Mittelanzapfung (Bild 6c)	x	-	-	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	x	-
Delon-Verdopplerschaltung (Bild 6d)	o	-	-	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	o	-	-	x	o	o	-	-	-
Verdreifacherschaltung im Gegentakt (Bild 6e)	o	-	-	x	o	o	x	-	-	-	o	x	x	x	o	-	-	x	o	o	-	-	-
Vervielfacherschaltung (Kaskade) (Bild 6f)	o	-	-	-	o	o	x	-	-	-	-	x	x	x	o	-	-	-	o	o	-	-	-

- x geeignet
- o bedingt geeignet
- nicht geeignet

Tabelle 4

Kombinationsmöglichkeiten von Wandler- und Filterkonzepten

Filterschaltung nach Bild 7	Wandlergrundsaltungen nach Tabelle 1																						
	1a	1b	1c	1d	1e	1f	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	3a	3b	3c	3d	3e	3f	4a	4b	4c
Kondensator (Bild 7a)	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-
RC-Filter (Bild 7b)	-	o	x	x	x	x	x	-	x	o	x	x	x	x	-	o	x	x	x	x	x	x	x
LC-Filter (Bild 7c)	o	o	x	x	x	x	o	-	x	-	x	x	x	x	o	o	x	x	x	x	-	x	x
aktives Filter (Bild 7d)	o	o	-	o	o	o	o	o	-	-	o	o	o	o	o	o	-	o	o	o	o	-	-
Serienschwingkreis (Bild 7e ¹⁾)	o	o	-	o	o	o	o	o	-	x	o	o	o	o	o	o	-	o	o	o	o	-	-

- x geeignet
- o nur in Verbindung mit vorgeschaltetem Kondensator (Filterschaltung Bild 7a)
- nicht geeignet

¹⁾ Hohe Stabilitätsanforderungen an Wandler- und Filterfrequenz

Unsere Geschäftsstellen

Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)

Siemens AG
Salzhofer 6-8
Postfach 11 05 60
1000 Berlin 11
☎ (030) 39 39-1, ☐ 1 83 766

Siemens AG
Contrescarpe 72
Postfach 10 78 27
2800 Bremen 1
☎ (0421) 3 64-1, ☐ 2 45 451

Siemens AG
Lahnweg 10
Postfach 11 15
4000 Düsseldorf 1
☎ (0211) 30 30-1, ☐ 8 581 301

Siemens AG
Gutleutstraße 31
Postfach 41 83
6000 Frankfurt 1
☎ (0691) 2 62-1, ☐ 4 14 131

Siemens AG
Lindenplatz 2
Postfach 10 56 09
2000 Hamburg 1
☎ (040) 2 82-1, ☐ 2 162 721

Siemens AG
Am Maschpark 1
Postfach 53 23
3000 Hannover 1
☎ (0511) 1 99-1, ☐ 9 22 333

Siemens AG
N 7, 18 (Siemenshaus)
Postfach 20 24
6800 Mannheim 1
☎ (0621) 2 86-1, ☐ 4 62 261

Siemens AG
Richard-Strauss-Straße 76
Postfach 20 21 09
8000 München 2
☎ (089) 92 21-1, ☐ 5 29 421

Siemens AG
Von-der-Tann-Straße 30
Postfach 48 44
8500 Nürnberg 1
☎ (0911) 6 54-1, ☐ 6 22 251

Siemens AG
Martin-Luther-Straße 25
Postfach 3 59
6600 Saarbrücken 3
☎ (0681) 30 08-1, ☐ 4 421 431

Siemens AG
Geschwister-Scholl-Straße 24
Postfach 1 20
7000 Stuttgart 1
☎ (0711) 20 76-1, ☐ 7 23 941

Siemens Bauteile Service
Gründlacher Straße 260
Postfach 146
8510 Fürth-Bislohe
☎ (0911) 30 01-1, ☐ 623 818

Europa

Belgien

Siemens S.A.
chaussée de Charleroi 116
B-1060 Bruxelles
☎ (02) 5 37 31 00, ☐ 21 347

Bulgarien

RUEN,
Technisches Beratungsbüro
der Siemens Aktiengesellschaft
uliza Nikolai Gogol 5,
agal Boulevard Lenin
BG-1504 Sofia
☎ 45 70 82, ☐ 22 763

Dänemark

Siemens A/S
Borupvang 3
DK-2750 Ballerup
☎ (02) 65 65 65, ☐ 35 313

Finnland

Siemens Osakeyhtiö
Mikonkatu 8
Fack 8
SF-00101 Helsinki 10
☎ (90) 16 26-1, ☐ 12 465

Frankreich

Siemens Société Anonyme
39-47, boulevard Ornano
B.P. 109
F-93203 Saint-Denis CEDEX 1
☎ (16-1) 8 20 61 20, ☐ 620 853

Griechenland

Siemens Hellas E.A.E.
Voulas 7
P.O.B. 601
Athen 125
☎ (021) 32 93-1, ☐ 2 16 291

Großbritannien

Siemens Limited
Siemens House
Windmill Road
Sunbury-on-Thames
Middlesex TW 16 7HS
☎ (09327) 85 691, ☐ 89 51 091

Irland

Siemens Limited
8, Raglan Road
Dublin 4
☎ (01) 68 47 27, ☐ 5341

Island

Smith & Norland H/F
Nóatún 4
P.O.B. 519
Reykjavik
☎ 2 83 22, ☐ 2055

Italien

Siemens Elettra S.p.A.
Via Fabio Filzi, 25/A
Casella Postale 41 83
I-20124 Milano
☎ (02) 62 48, ☐ 36 261

Jugoslawien

Generalexport
Masarikova 5/XV
Postanski fah 223
YU-11001 Beograd
☎ (011) 68 48 66, ☐ 11 287

Luxemburg

Siemens Société Anonyme
17, rue Glesener
B.P. 1701
Luxembourg
☎ 4 97 11-1, ☐ 3430

Niederlande

Siemens Nederland N.V.
Wilhelmina van Pruisenweg 26
Postbus 16068
Den Haag 2500
☎ (070) 78 27 82, ☐ 31 373

Norwegen

Siemens A/S
Østre Aker vei 90
Postboks 10, Veitvet
N-0505 Oslo 5
☎ (02) 15 30 90, ☐ 18 477

Österreich

Siemens Aktiengesellschaft
Österreich
Apostelgasse 12
Postfach 326
A-1031 Wien
☎ (0222) 72 93-0, ☐ 11 866

Polen

PHZ Transactor S.A.
ul. Stawki 2
P.O.B. 276
PL-00-950 Warszawa
☎ 39 89 10, ☐ 81 32 288

Portugal

Siemens S.A.R.L.
Avenida Almirante Reis, 65
Apartado 1380
Lisboa 1
☎ (019) 53 88 05, ☐ 12 563

Rumänien

Siemens birou
de consultatii tehnice
Strada Edgar-Quinet 1
R-7 Bucuresti 1
☎ 15 18 25, ☐ 11 473

Schweden

Siemens Aktiebolag
Avd. elektronikkomponenter
Norra Stationsgatan 69
Stockholm
(Fack, S-104 35 Stockholm)
☎ (08) 24 17 00, ☐ 11 67 2

Schweiz

Siemens-Albis AG
Freilagerstraße 28
Postfach
CH-8047 Zürich
☎ (01) 2 47 31 11, ☐ 52 131

Spanien

Siemens S.A.
Sede Central
Ornosa, 2
Apartado 155
Madrid 20
☎ (91) 4 55 25 00, ☐ 27 769

Tschechoslowakei

EFKTIM,
Technisches Büro Siemens AG
Anglická ulice 22
P.O.B. 1087
CS-120000 Praha 2
☎ 25 84 17, ☐ 122 389

Türkei

Elektrik Tesiat ve Mühendislik A.Ş.
Mecidiyeköy Mebusan Caddesi,
55/35, Fındıklı
P.K. 64, Tophane
Istanbul
☎ 45 20 90, ☐ 22 290

Ungarn

Intercooperation AG,
Siemens Kooperationsbüro
Böszörményi út 9-11
P.O.B. 1525
H-1126 Budapest
☎ (01) 15 49 70, ☐ 224 133

Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken

Vertretung der Siemens AG
Kursowoj Pereulok, Dom 1/1,
Kwartira 4,
Wschod Sojmonowskij Projekt
Postf. 77, Internationales Postamt
SU-Moskau G 34
☎ 2 02 77 11, ☐ 7413

Afrika

Ägypten

Siemens Resident Engineers
6, Salah El Din Street, Zamalek
P.O.B. 775
Cairo
☎ 81 72 28, ☐ 321

Algerien

Siemens Algérie S.A.R.L.
3, Viaduc du Duc des Cars
B.P. 224, Alger-Gare
Alger
☎ 63 95 47/51, ☐ 52 817

Äthiopien

Siemens Ethiopia Ltd.
Ras Bitwoded Makonen Building
P.O.B. 5505
Addis Ababa
☎ 15 15 99, ☐ 21 052

Libyen

Assem Azzabi
17, 1st September Street,
Tariq Building
P.O.B. 2583
Tripoli
☎ 4 15 34, ☐ 20 029

Marokko

SETEL S.A.
km 1, Route de Rabat
Casablanca-Ain Sebâa
☎ 35 10 25, ☐ 21 914

Nigeria

Siemens Nigeria Limited
Industrial Estate 3 f,
Block A
P.O.B. 304
Lagos (Oshodi)
☎ 4 19 20, ☐ 21 357

Südafrika

Siemens Limited
Siemens House,
Corner Wolmarans and
Bicard Streets, Braamfontein
P.O.B. 45 83
Johannesburg 2000
☎ (011) 7 15 91 11, ☐ 58-7721

Sudan

National Electrical
& Commercial Company
Murad Sons Building,
Bariaman Street
P.O.B. 12 02
Khartoum
☎ 8 08 18, ☐ 642

Tunesien

Sitelec S.A.,
Société d'Importation
et de Travaux d'Electricité
26, Avenue Farhat Hached
Tunis
☎ 24 28 60, ☐ 12 326

Zaire

Siemens Zaire S.P.R.L.
1222, Avenue Tombalbaye
B.P. 98 97
Kinshasa 1
☎ 2 26 08, ☐ 21 377

Amerika

Argentinien

Siemens Sociedad Anónima
Avenida Pte. Julio A. Roca 516
Casilla Correo Central 12 32
RA-1067 Buenos Aires
☎ 30 04 11, ☐ 121 812

Bolivien

Sociedad Comercial e Industrial
Hansa Limitada
Calle Mercado esquina Yanacocho
Cajon Postal 14 02
La Paz
☎ 5 44 25, ☐ 5261

Brasilien

ICOTRON S.A., Indústria de
Componentes Eletrônicos
Avenida Mutinga, 3716
Caixa Postal 1375
BR-05110 São Paulo 1
☎ (011) 2 61 02 11
☐ 11-23 633, 11-23 641

Chile

Gildemeister S.A.C.,
Area Siemens
Amanategui 178
Casilla 99-D
Santiago de Chile
☎ 8 25 23,
☐ TRA SGO 392, TDE 40 588

Ecuador

Siemens S.A.
Avenida América y
Hernández Girón s/n.,
Sector 28
Casilla 35 80
Quito
☎ 24 53 63, ☐ 22 190

Kanada

Siemens Electric Limited
Montreal Office
7300 Trans-Canada Highway
P.O.B. 7300
Pointe Claire, Québec H9R 4R6
☎ (514) 6 95 73 00,
☐ 05-822 778

Kolumbien

Siemens S.A.
Carrera 65, No. 11-83
Apartado Aéreo 8 01 50
Bogotá 6
☎ 61 04 77, ☐ 44 750

Mexico

Siemens S.A.
Poniente 116, No. 590
Apartado Postal 1 50 64
México 15, D.F.
☎ 5 67 07 22, ☐ 1772 700

Uruguay

Conatel S.A.
Ejido 1690
Casilla de Correo 13 71
Montevideo
☎ 91 73 31, ☐ 934

Venezuela

Siemens S.A.
Avenida Principal,
Urbanización Los Ruices
Apartado 36 16
Caracas 101
☎ (02) 34 85 31, ☐ 25 131

Vereinigte Staaten von Amerika

Siemens Corporation
186 Wood Avenue South
Iselin, New Jersey 08 830
☎ (201) 4 94-1000
☐ WU 844 491
TWX WU 710 998 0588

Asien

Afghanistan

Afghan Electrical Engineering
and Equipment Limited
Alaudin, Karte 3
P.O.B. 7
Kabul 1
☎ 4 04 46, ☐ 35

Bangladesch

Siemens Bangladesh Ltd.
74, Dilkusha Commercial Area
P.O.B. 33
Dacca 2
☎ 24 43 81, ☐ 824

Hongkong

Jebson & Co., Ltd.
Prince's Building, 23rd floor
P.O.B. 97
Hong Kong
☎ 5 22 51 11, ☐ 73 221

Indien

Siemens India Ltd.
134A, Dr. Annie Besant Road, Worli
P.O.B. 65 97
Bombay 400018
☎ 37 99 06, ☐ 112 373

Indonesien

P.T. Siemens Indonesia
Kebon Sirih 4
P.O.B. 24 69
Jakarta
☎ 5 10 51, ☐ 46 222

Irak

Samhiry Bros. Co. (W.L.L.)
Abu Nawas Street
P.O.B. 300
Baghdad
☎ 9 00 21, ☐ 2255

Iran

Siemens Sherkate S. (K.)
Khiabane Takhte Djamshid 32,
Siemenshaus
Teheran 15
☎ (021) 6 14-1, ☐ 212 351

Japan

Nippon Siemens K.K.
Furukawa Sogo Building,
6-1, Marunouchi 2-chome,
Chiyoda-ku
Central P.O.B. 1619
Tokyo 100-91
☎ 00 81 32 84-01 73, ☐ 27 441

Jemen (Arab. Republik)

Tihama Tractors
& Engineering Co. Ltd.
P.O.B. 49
Sanaa
☎ 24 62, ☐ 217

Korea (Republik)

Siemens Electrical
Engineering Co., Ltd.
Daehan Building, 8th floor,
75, Susomun-dong, Chung-ku
C.P.O.B. 30 01
Seoul
☎ 7 77 75 58, ☐ 23 229

Kuwait

Abdul Aziz M. T. Alghanim Co.
& Partners
Abdulla Fahad Al-Mishan Building
Al-Sour Street
P.O.B. 32 04
Kuwait, Arabia
☎ 42 33 36, ☐ 21 31

Libanon

Ets. F. A. Kettaneh S.A.
(Kettaneh Frères)
Rue du Port, Immeuble Fattal
P.B. 11 02 42
Beirut
☎ 22 11 80, ☐ 20 614

Malaysia

Guthrie Engineering (Malaysia)
Sdn. Bhd.,
Electrical &
Communications Division
17, Jalan Semangat
P.O.B. 30
Petaling Jaya
☎ 77 33 44, ☐ 37 573

Pakistan

Siemens Pakistan Engineering
Co. Ltd.
Ilaço House, Abdullah Haroon Road
P.O.B. 71 58
Karachi 3
☎ 51 60 61, ☐ 2820

Philippinen

Engineering Equipment, Inc.
Machinery Division
Siemens Department
E. Rodriguez Avenue
Murphy, Quezon City
Philippines
P.O. Box 7160
Airmail Exchange Office
Manila International Airport
Philippines 3120
☎ 77 30 11
☐ RCA 722 2382, EEC 3695
Telegramme: Engcomach Manila

Saudi-Arabien

E. A. Juffali & Bros.
Head Office
King Abdul-Aziz-Street
P.O.B. 10 49
Jeddah
☎ 2 22 22, ☐ 40 130

Singapur

Siemens Components Pte. Ltd.
Promotion Office
19B - 45B, Jalan Tenteram
Singapore 12
☎ 55 08 11, ☐ 21 000

Syrien

Syrian Import Export & Distribution
Co., S.A.S, SIEDCO
Port Said Street
P.O.B. 363
Damas
☎ 134 31, ☐ 11 267

Taiwan

Delta Engineering Ltd.
42, Hsu Chang Street, 8th floor
P.O.B. 5 84 97
Taipei
☎ 3 11 47 31, ☐ 21 826

Thailand

B. Grimm & Co., R.O.P.
1643/4, Petchburi Road (Extension)
P.O.B. 66
Bangkok 10
☎ 2 52 40 81, ☐ 26 14

Australien

Australien

Siemens Industries Limited
Melbourne Office
544 Church Street
Richmond, Vic. 3121
☎ (03) 4 29 7111, ☐ 30 425

