

Nicht in diesem Beitrag enthalten sind die Speicherschaltkreise der Serie K 100/K 500, ebenso wurde ein Widerstandsnetzwerk (K 500 HP 400) nicht erwähnt, da es keinen integrierten Schaltkreis im engeren Sinne des Begriffs darstellt.

Zusammengefaßt: In diesem Beitrag wurde ein Überblick über die Vertreter der modernen ECL-Serie K 100/K 500 aus der UdSSR gegeben. Das scheint um so notwendiger, als diese Serie nicht nur von Vertretern des VEB *Applikationszentrum Elektronik* Berlin propagiert wurde [7], sondern auch – das geht aus zahlreichen Leserschriften hervor – IS dieser Serie vom Amateurbedarfshandel an Interessenten verkauft wurden und werden. Leider wurde diese meist ohne Unterlagen verkauft, die über die Art und die pin-Belegung Auskunft geben. Es kann nicht Sinn dieses Beitrags sein, Applikationsschaltungen der behandelten IS zu vermitteln, das wäre zu umfangreich. Aber eine Orientierungshilfe über die meist wenig bekannte IS-Art ECL soll dieser Beitrag sein.

Literatur

- [1] K. K. Streng, Die sowjetische CMOS-Serie K 176, Elektronisches Jahrbuch 1986, Seite 93 bis 104, Berlin 1985.
- [2] K. K. Streng, Neue Schaltkreise aus dem RGW-Bereich, Elektronisches Jahrbuch 1985, Seite 88 bis 98, Berlin.
- [3] Н. Н. ГОРЮНОВ, СІРОВОЧНИК ПО ПОЛИЛУДОВОДНИКОВЫМ ДИОДАМ, ТРАНЗИСТОРАМ И ИНТЕГРАЛЬНЫМ СХЕМАМ, Москва 1977.
- [4] ...: Katalogheft radio Fernsehen elektronik, Berlin 25 (1976) 19/20.
- [5] E. Kühn, Handbuch TTL- und CMOS-Schaltkreise, Berlin 1985.
- [6] ...: Integrated Microcircuits, Part 1, Integrated Digital Microcircuits, Elong, Moskau.
- [7] W. Löffler, Neue elektronische Bauelemente aus der UdSSR, Referat, gehalten auf dem 10. Halbleiterbauelementesymposium 1983 in Frankfurt/O., Band 2, Seite 259 bis 272.

Dipl.-Ing. Frank Roscher

Auswahl und Anwendung von Selenkleinst- gleichrichtern

Obwohl heute moderne Si-Gleichrichter zur Verfügung stehen, hat sich der Selenleichrichter noch einige Anwendungsbereiche bewahrt. Erwähnt sei besonders die Anwendung in Batterieladegeräten und in Netzgleichrichterschaltungen für Spannungen unter 60 V. Durch die Verfügbarkeit kleiner hochbelastbarer Platten wird eine Modulbauweise bei kleinen Gehäuseabmessungen möglich. Das gestattet ohne weiteres eine gute Anpassung an die moderne Mikroelektronik. Da Elektronikamateure allgemein über wenig Industrieliteraturen verfügen, wurde nachfolgend alles Wissenswerte für die praktische Arbeit zusammengestellt.

Vor- und Nachteile von Selenleichrichtern

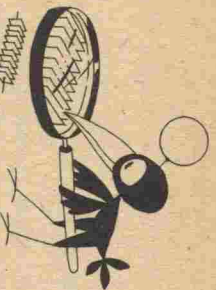
Gesichtspunkte für die Gleichrichterwahl sind schlechthin Fragen zur Überlastbarkeit, Konstanz der Kennwerte, zulässige Umgebungstemperaturen, Platzbedarf u. a. Es gilt also, die Vor- und Nachteile abzuwägen.

Vorteile

- hohe Stromüberlastbarkeit und Wechselastbeständigkeit;
- mechanisch sehr robust;
- relativ unempfindlich gegen Schaltspannungsspitzen;
- Selbstheileffekt bei Überspannungsdurchschlägen;
- Parallel- und Serienschaltung ohne große Probleme möglich;
- geringe Durchlaßverluste bei Nennspannungen unter 30 V;
- hohe Betriebszuverlässigkeit bei richtiger Bemessung.

Nachteile

- begrenzter Temperaturbereich (im Normalfall 0 bis +40 °C);
 - geringfügige Veränderung der Kennwerte während des Betriebs.
- Es seien noch einige Vergleiche zum Si-Gleichrichter gestattet. Bei Anschlußspannungen über 60 V ist der Si-Gleichrichter zu bevorzugen. Problematisch ist bei ihm die Gefährdung durch energiereiche Überspannungs-



spitzen, die durch Schaltvorgänge sowohl auf der Wechsel- als auch Gleichspannungsseite entstehen. Bei Überlastungen und gleichstromseitigen Kurzschlüssen kann die Temperatur des Si-Kristalls sehr rasch über die zulässige Grenze ansteigen, die Folgen sind Beschädigung oder gar völlige Zerstörung. Demgemäß sind Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen, Überstrom und Trägerstaueneffekt notwendig. In dieser Hinsicht ist der Selengleichrichter im Vorteil.

Allgemein nachteilig wirkt sich bei Si-Gleichrichtern ihre geringe Überlastreserve aus. Diese Anfälligkeit ist bedingt durch die ausgeprägte Sperrcharakteristik. Beim Überschreiten der maximal zulässigen periodischen Spitzenspannung steigt der Sperrstrom lawinenartig an, der Si-Gleichrichter wird zerstört. Erwähnenswert beim Si-Ventil ist noch die Problematik der Parallelschaltung (Selektieren der Dioden, Selektivschutz), die beim Selengleichrichter kaum Schwierigkeiten hervorbringt.

Obwohl der Si-Gleichrichter hohe zulässige Umgebungstemperaturen, kaum Veränderung der Kennwerte im Betrieb und guten Wirkungsgrad bei Anschlußspannung über 30 V als Vorteile aufzuweisen hat, ergeben sich aus dieser Gegenüberstellung folgende vorteilhafte Einsatzfälle für Selengleichrichter wenn:

- große Überlastreserve gefordert ist;
 - das Abschalten vorgeschalteter oder parallelliegender Induktivitäten einzukalkulieren ist;
 - keine genau definierten bzw. konstanten Lastverhältnisse vorliegen;
 - die Anschlußspannung unter 60 V liegt.
- Man sieht, daß beide Gleichrichterarten durchaus ihre Daseinsberechtigung haben. Deshalb sind noch heute die Hauptanwendungsgebiete des Selengleichrichters: die Batterie Ladegeräte, die Funk- und Fernsehtechnik sowie die Galvanotechnik.

Einige Begriffe und Kennwerte

Aktive Fläche - Kontaktfläche zwischen Deckelektrode und Selen-schicht

Durchlaßspannung U_F - an der Gleichrichterplatte anliegende Spannung, um das Fließen des Durchlaßstroms zu ermöglichen

Nennanschlusspannung U_{AN} - Effektivwert der sinusförmigen 50-Hz-Anschlußspannung. Danach wird der Gleichrichter benannt

Nennleichstrom I_{GN} - arithmetischer Mittelwert des Durchlaßstroms

Spezifischer Durchlaßstrom i_F - Durchlaßstrom, der auf die aktive Fläche der Gleichrichterplatte bezogen wird

Nennbelastung - Belastung des Gleichrichters mit Nennspannung U_{GN} und Nennleichstrom I_{GN}

Plattengrenztemperatur - Wert gibt die maximal dauernd zulässige Platten-temperatur an

Die Typenbezeichnung setzt sich in folgender Weise (Beispiel) zusammen:

Schaltungsart _____ B 20 C 25

E - Einwegschaltung

M - Mittelpunktschaltung

B - Brückenschaltung

V - Verdopplerschaltung

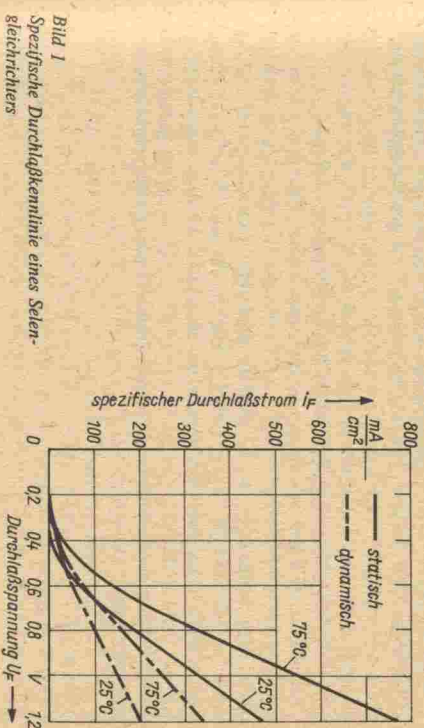
Nennanschlusspannung in V _____

C-Last _____

Nennleichstrom in mA _____

Kennlinien - ein kurzer Überblick

Die Durchlaß- und Sperrkennlinien werden je Quadratzentimeter wirksamer Plattenfläche dargestellt. Bild 1 zeigt die Durchlaßkennlinie eines Selengleichrichters. Es gilt der Zusammenhang zwischen der anliegenden Spannung und dem durch die Platte fließenden Strom. Die Kennlinien wur-



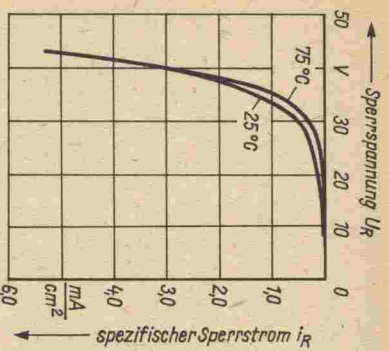


Bild 2
Spezifische Sperrkennlinie von Selengleichrichtern

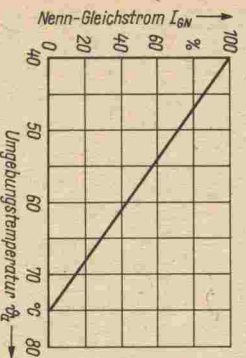


Bild 3
Zulässiger Nenngleichstrom bei verschiedenen Umgebungstemperaturen und Eigenkühlung (nur für Selenkleinleistungsrührer gültig)

den sowohl mit Gleich- als auch mit Wechselspannung für 2 unterschiedliche Plattentemperaturen aufgenommen. Als Bezugswert gilt 1 cm² wirksame Plattenfläche. Die typische Durchlassspannung U_F eines Selengleichrichters liegt bei etwa 1,1 V. Bild 2 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Sperrspannung und spezifischem Sperrstrom. Auch diese Kennlinien wurden für 2 Plattentemperaturen bei Halbwellenspannung ermittelt.

Alle Kennwerte der Selengleichrichter sind – abweichend von monokristallinen Halbleitern – auf +40 °C Umgebungstemperatur bezogen. Anders gesagt: Bei $\theta_a = +40$ °C wird die zulässige Plattentemperatur gerade noch nicht überschritten. Da Selengleichrichter thermisch recht stabil sind, können diese ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit – bei Reduzierung der Strombelastung – auch bei höheren Umgebungstemperaturen als +40 °C betrieben werden. In solchen Fällen ist der Nenngleichstrom entsprechend Bild 3 zu reduzieren.

Betriebsbedingungen und Einbauhinweise

Ein Überschreiten der Nennanschlussspannung um 10 % infolge Netzspannungsschwankungen ist kurzzeitig zulässig. Nicht periodisch auftretende Spannungsspitzen dürfen den Scheitelwert der Nennanschlussspannung um nicht mehr als 20 % überschreiten.

Nach einer längeren Lagerzeit (über ein halbes Jahr) kann gelegentlich ein geringes Nachlassen der Sperrfähigkeit auftreten. Beim Anlegen der vollen Nennspannung fließt daher zunächst ein größerer Sperrstrom, der jedoch in kurzer Zeit auf den normalen Wert abklingt. Günstig ist diesbezüglich folgender Herstellerhinweis: 30 s Inbetriebnahme im Leerlauf, dann Abschaltung für etwa 5 min. Danach Belastung über 2 min und erneut 5 min abschalten. Dann sollte man den Gleichrichter in Betrieb nehmen.

Der Einbau der Gleichrichter muß den Bedingungen der technischen Daten genügen. Vor allem ist darauf zu achten, daß die Toleranzen der Umgebungstemperatur eingehalten werden. Dazu folgende Hinweise:

- Die Gleichrichter dürfen nicht in unmittelbarer Nähe stark wärmeabgebender Bauelemente montiert werden.
- Die Anordnung muß man möglichst so vornehmen, daß alle Gleichrichterseiten frei sind.
- Von einer Stapelung mehrerer Gleichrichter ist Abstand zu nehmen, andernfalls muß man den Nenngleichstrom um etwa 25 bis 50 % reduzieren.

Selenkleinleistungsrührer sind für gedruckte Schaltungen vorgesehen. Daher werden die Anschlußflähen bzw. -drähte im Rastergrundmaß von 2,5 mm ausgeführt. Die Rasterbilder nach TGL 24927 (Rastergrundmaßmessung 2,5 mm) und die Bauformen der Gleichrichter sind aus dem Tabellenanhang zu ersehen.

Sollte sich ein Abwinkeln der Anschlußflähen nicht umgehen lassen, so dürfen diese erst ab 3 mm vom Gehäuse entfernt abgebogen werden. Eine Biegebeanspruchung an der Gehäusedurchführung führt im allgemeinen zu Bauelementeschäden.

Daten- und Tabellensammlung

Die angeführten Tabellen (Tabelle 1 bis Tabelle 4 s. Tabellenanhang) enthalten die wichtigsten Kennwerte der vom VEB Gleichrichterwerk Großräthen produzierten Selenkleinleistungsrührer im Plasträgerbau. Dem Praktiker soll dadurch die Auswahl der jeweils in Betracht kommenden Typen erleichtert werden.

Im Zusammenhang damit bietet es sich an, die Gleichrichtergrundschaltungen zu erwähnen. Dafür wurde gleichfalls die Tabellenform gewählt, um ein grifffähigeres Arbeitsmittel ohne mathematische Methoden zur Verfügung zu haben. Die angegebenen Bemessungshinweise stellen Faustformeln dar, liefern aber für die Praxis hinreichend genaue Ergebnisse (Tabelle 5 und Tabelle 6 im Tabellenteil).

Zur Wahl der Gleichrichtergrundschaltung seien noch die nachstehenden Gesichtspunkte genannt:

Einwegschaltung

- Große Brummspannung, da nur eine Halbwelle der Netzwechselspannung ausgenutzt wird.
- Netztransformator muß groß bemessen werden, da der Gleichstromkreis durch den gesamten Gleichstrom belastet wird.
- Schlechter Wirkungsgrad der Schaltung.

Mittelpunktschaltung

- Anwendung, wenn bei niedrigen Spannungen höhere Gleichströme gefordert sind.
- Der Netztransformator wird mit dem vollen Gleichstrom belastet.
- Der Netztransformator muß 2 gleiche Sekundärwicklungen und eine Mittelanzapfung haben.
- Beide Wicklungshälften müssen jeweils für die Wechselspannung U_2 ausgelegt sein.
- Die Glättung der Welligkeit ist wegen der doppelten Netzfrequenz erleichtert.

Brückenschaltung

- Wirtschaftlichster Einphasengleichrichter für Spannungen ab 10 V.
 - Nur eine Transformatorausnutzung.
 - Sehr gute Transformatorausnutzung.
- Tabelle 5 (s. Tabellenanhang) zeigt auch Beispiele, wie aus einem Selengleichrichter-Grundtyp andere Gleichrichterschaltungen abgeleitet werden können.

Ein Bemessungsbeispiel

In Verbindung mit diesem Beispiel sei nochmals betont, daß alle Angaben Näherungsformeln sind. Die Praxis zeigt jedoch, daß auch Faustformeln meist ausreichende Werte liefern.

Beispiel

Ein Netzgleichrichter soll für eine Ausgangsgleichspannung von 25 V bemessen werden. Benötigt wird ein Ausgangsstrom von 0,3 A. Die Brummspannung soll maximal 5% von U_g betragen. Gewählt wird die Brückenschaltung in der Variante entsprechend Bild 4.

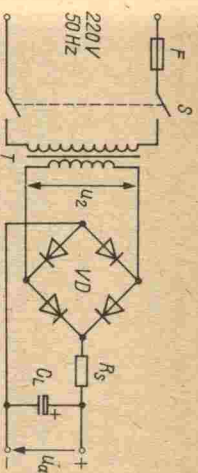


Bild 4
Die für das Bemessungsbeispiel zugrunde gelegte Schaltung eines Brückengleichrichters

Bemessung des Netztransformators

Die Transformatorausgangsspannung U_2 stellt die Eingangsspannung der Gleichrichterschaltung dar. Nach Tabelle 6 (s. Tabellenanhang) folgt:

$$U_2 \approx 0,77 (U_g + U_F + U_{RS}), \quad U_{RS} = I_g \cdot R_s.$$

Die gewünschte Gleichspannung U_g ist bekannt. U_F ist die Summe der Durchlassspannungen aller in Reihe geschalteten Ventile. Da man einen Selengleichrichter einsetzen will, beträgt U_F etwa 1,1 V. Beim Brückengleichrichter sind jeweils 2 Selenventile in Reihe geschaltet, also folgt:

$$U_F = 2 \cdot 1,1 \text{ V} = 2,2 \text{ V}.$$

Hinzu kommt nun noch der Spannungsabfall an R_s . Dieser Schutzwiderstand begrenzt den Einschaltstromstoß. Wird der Gleichrichter mit entladenen Kondensator C_g an Wechselspannung gelegt, so stellt er zunächst praktisch einen Kurzschluß dar. Der Einschaltstrom wird nur noch von den Innenwiderständen des Netztransformators und des Gleichrichters bestimmt. Um Schäden zu vermeiden, ist R_s vorgesehen. Da man einen zulässigen Stoßstromgrenzwert von maximal $10 \cdot I_g$ annehmen darf, folgt für den Schutzwiderstand:

$$R_s = \frac{U_g}{10 \cdot I_g} = \frac{25 \text{ V}}{3 \text{ A}},$$

$$R_s = 8,33 \Omega.$$

Er muß einer Belastung von

$$P_{RS} = I_g^2 \cdot R_s = (0,3 \text{ A})^2 \cdot 8,3 \Omega,$$

$$P_{RS} = 0,74 \text{ W},$$

$$U_{RS} = I_g \cdot R_s = 0,3 \text{ A} \cdot 8,3 \Omega = 2,5 \text{ V}$$

entsprechen. Gewählt wird ein Schichtwiderstand der Baureihe 25 mit 1 W Nennbelastung.

Jetzt wird die erforderliche Transformatorsekundärspannung bei Nennlast ermittelt:

$$U_{RS} = I_g \cdot R_s = 0,3 \text{ A} \cdot 8,3 \Omega = 2,5 \text{ V}, \quad U_g = 25 \text{ V}, \quad U_F = 2,2 \text{ V},$$

$$U_2 \approx 0,77 (25 \text{ V} + 2,2 \text{ V} + 2,5 \text{ V}),$$

$$U_2 \approx 22,9 \text{ V}.$$

Rechnet man mit etwa 10% Spannungsverlust im Transformator (1,1 · 22,9 V = 25,2 V), so folgt als höchste auftretende Leerlaufspannung:

$$U_{20} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \sqrt{2} \cdot 25,2 \text{ V}, \\ U_{20} = 35,5 \text{ V}.$$

Dieser Scheitelwert der Transformatorspannung ist nach Tabelle 6 (s. Tabellenanhang) ebenso der zulässige Wert der Sperrspannung je Ventil. Bei der Festlegung von U_{Rmax} sollte er sicherheitshalber 10% über diesem Wert liegen. Der erforderliche Transformatorstrom folgt nach Tabelle 6 (s. Tabellenanhang) zu:

$$I_2 \approx 1,9 \cdot I_g = 1,9 \cdot 0,3 \text{ A}, \\ I_2 \approx 0,57 \text{ A}.$$

Entsprechend Tabelle 6 (s. Tabellenanhang) gilt bei einem Stromfluwinkel von 90 bis 60° ein Bereich des Faktors von 1,57 bis 1,93. Man wählt meist den höheren Wert. Die Auswahl und die Auslegung des Netztransformators seien aus Platzgründen weggelassen. Der Leser sei u. a. auf die Veröffentlichung [3] verwiesen.

Bemessung des Gleichrichters

Die Sperrbeanspruchung je Gleichrichterventil legt man mit einem Sicherheitszuschlag wie folgt fest:

$$U_{\text{Rmax}} \approx 1,1 \cdot U_{20} = 1,1 \cdot 35,5 \text{ V}, \\ U_{\text{Rmax}} \approx 39 \text{ V}.$$

Die einzelnen Gleichrichter werden bei Einwegschaltung mindestens für den vollen, bei Zwewegschaltungen für den halben Nenngleichstrom I_g ausgelegt. Nach Tabelle 6 (s. Tabellenanhang) läßt sich folgender mittlerer Gleichrichterdurchlaßstrom ermitteln:

$$I_{\text{FN}} \approx 0,5 \cdot I_g = 0,5 \cdot 0,3 \text{ A}, \\ I_{\text{FN}} \approx 0,15 \text{ A}.$$

Die maximale Nennanschlusspannung entspricht der Nennsperrspannung. In Sperrrichtung wird jeder der 4 Gleichrichterzweige mit der vollen Transformatorspannung beansprucht. Somit fällt nach Tabelle 3 (s. Tabellenanhang) die Wahl auf einen Selenkleinstgleichrichter in Brückenschaltung des Typs B 40 C 250.

Bemessung des Ladekondensators

Die Brummspannung U_{Br} soll laut Aufgabenstellung maximal 5% von U_g betragen. Es folgt somit ($U_{\text{Br}} = 0,05 \cdot U_g$):

$$C_L \approx \frac{2,2 \cdot I_g}{U_{\text{Br}}} = \frac{2,2 \cdot 300 \text{ mA}}{0,05 \cdot 25 \text{ V}}, \\ C_L \approx 528 \mu\text{F}.$$

Die Normreihe bietet 470 und 1000 μF . Man wählt den höheren Kapazitätswert, also $C_L = 1000 \mu\text{F}$.

Der Ladekondensator wird mit folgender Spannung beansprucht:

$$U_C \approx 1,41 \cdot U_{20}, \\ U_C \approx 1,41 \cdot 35,5 \text{ V}, \\ U_C \approx 49,7 \text{ V}.$$

Entsprechend den Normreihen wird C_L festgelegt zu 1000 $\mu\text{F}/63 \text{ V}$.

Die Spannung der Gleichrichterschaltung beträgt also im Leerlauf etwa 35 V. Sie sinkt bei Nennlast von 0,3 A auf etwa 25 V ab.

Literatur

- [1] K.-H. Schubert, Wissenswertes über Selengleichrichter, Elektronisches Jahrbuch 1979, Seite 98 bis 114, Berlin 1978.
- [2] Selen-Kleingleichrichter, Herstellerinformation 44-80, VEB Gleichrichterwerk Großrätschen.
- [3] Schuchardt/Sterzel, Dimensionierung von Netzgleichrichterschaltungen, PUNK-AMATEUR 19 (1970), Heft 7, Seite XXV bis XXVIII (Beilage).

Tabellenteil zum Beitrag «Auswahl und Anwendung von Selenkleinstgleichrichtern» (s. Seite 97 bis 105)

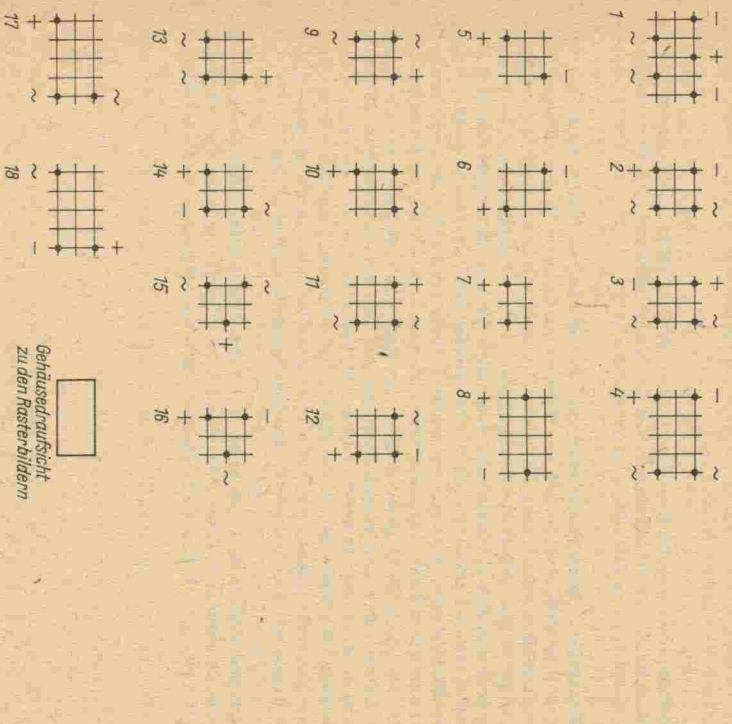


Tabelle 1 Typenübersicht Selenkleinstgleichrichter, Einwegschaltung (E)

Typ	Nenn- anschluss- spannung in V	Nenn- gleich- strom in mA	Platten- anzahl je Zweig	Bau- form-Nr.	Raster- bild-Nr.
E 10 C 60	10	60	1	3	5
E 10 C 120	10	120	1	6	7
E 10 C 240	10	240	2 (P)	6	7
E 10 C 500	10	500	2 (P)	7	8
E 12,5 C 60	12,5	60	1	3	5
E 12,5 C 120	12,5	120	1	6	7

Typ	Nenn- anschluss- spannung in V	Nenn- gleich- strom in mA	Platten- anzahl je Zweig	Bau- form-Nr.	Raster- bild-Nr.
E 12,5 C 240	12,5	240	2 (P)	6	7
E 12,5 C 500	12,5	500	2 (P)	7	8
E 20 C 60	20	60	2	3	5
E 20 C 120	20	120	2	6	7
E 20 C 200	20	200	2	6	7
E 20 C 400	20	400	4 (P)	7	8
E 25 C 60	25	60	2	3	5
E 25 C 120	25	120	2	6	7
E 25 C 200	25	200	4 (P)	6	7
E 25 C 400	25	400	4 (P)	7	8
E 30 C 60	30	60	3	3	5
E 30 C 100	30	100	3	6	7
E 30 C 300	30	300	6 (P)	6	8
E 37 C 60	37	60	3	7	8
E 37 C 100	37	100	3	3	5
E 37 C 300	37	300	6 (P)	7	8
E 40 C 60	40	60	4	4	6
E 40 C 100	40	100	4	4	6
E 40 C 250	40	250	8 (P)	7	8
E 50 C 50	50	50	5	4	6
E 50 C 60	50	60	4	4	6
E 50 C 70	50	70	5	6	7
E 50 C 100	50	100	4	6	7
E 50 C 200	50	200	5	7	8
E 50 C 250	50	250	8 (P)	7	8
E 60 C 50	60	50	6	4	6
E 60 C 70	60	70	6	6	7
E 60 C 150	60	150	6	6	7
E 62 C 50	62	50	5	4	6
E 62 C 70	62	70	5	6	7
E 62 C 200	62	200	5	7	8
E 70 C 70	70	70	7	6	7
E 70 C 125	70	125	7	7	8
E 75 C 50	75	50	6	6	7
E 75 C 70	75	70	6	6	7
E 75 C 150	75	150	6	6	7
E 80 C 125	80	125	8	7	8
E 87 C 70	87	70	7	7	8
E 87 C 125	87	125	7	7	8
E 100 C 40	100	40	10	5	6
E 100 C 125	100	125	8	7	8
E 125 C 40	125	40	10	5	6

(P = Parallelschaltung von Platten)

Tabelle 2 Typenübersicht Selenkleinstgleichrichter, Mittelpunktschaltung (M)

Typ	Nenn- anschluf- spannung in V	Nenn- gleich- strom in mA	Platten- anzahl je Zweig	Bau- form-Nr.	Raster- bild-Nr.
M 20 C 120	20	120	1	3	9
M 20 C 240	20	240	1	6	13
M 20 C 500	20	500	1	7	17
M 25 C 120	25	120	1	3	9
M 25 C 240	25	240	1	6	13
M 25 C 500	25	500	1	7	17
M 40 C 120	40	120	2	4	11
M 40 C 200	40	200	2	6	13
M 40 C 400	40	400	2	7	17
M 50 C 120	50	120	2	4	11
M 50 C 200	50	200	2	6	13
M 50 C 400	50	400	2	7	17
M 60 C 100	60	100	3	4	11
M 60 C 140	60	140	3	6	13
M 60 C 300	60	300	3	7	17
M 75 C 100	75	100	3	4	11
M 75 C 140	75	140	3	6	13
M 75 C 300	75	300	3	7	17
M 80 C 80	80	80	4	5	15
M 100 C 80	100	80	4	5	15

Bauformen und Abmessungen der Selenkleinstgleichrichter

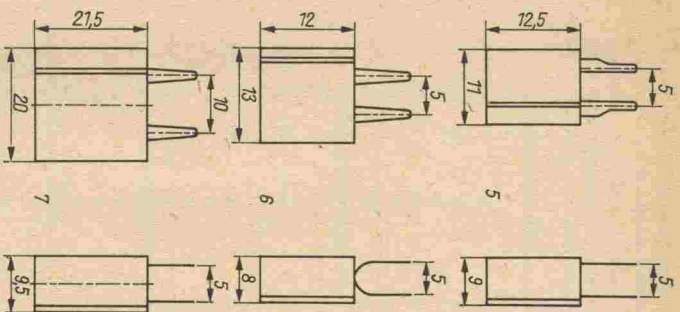
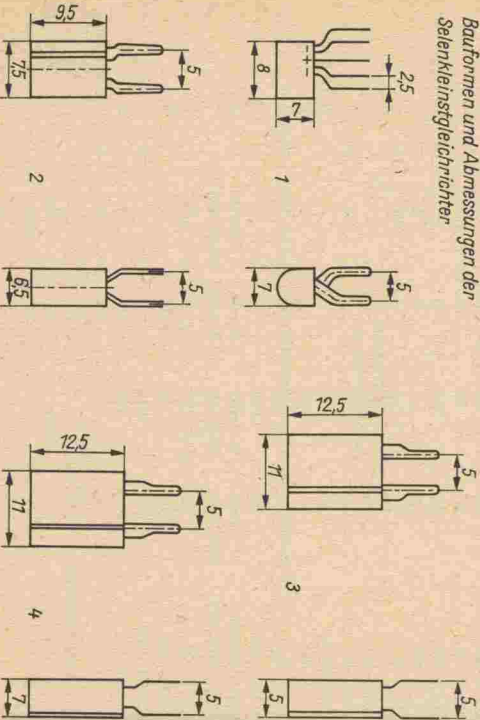


Tabelle 3 Typenübersicht Selenkleinstgleichrichter, Brückenschaltung (B)

Typ	Nenn- anschluf- spannung in V	Nenn- gleich- strom in mA	Platten- anzahl je Zweig	Bau- form-Nr.	Raster- bild-Nr.
B 20 C 25	20	25	1	1	1
B 20 C 50	20	50	1	2	2
B 20 C 120	20	120	1	4	3
B 20 C 200	20	200	1	6	2
B 20 C 400	20	400	1	7	4
B 25 C 25	25	25	1	1	1
B 25 C 50	25	50	1	2	2
B 25 C 120	25	120	1	4	3
B 25 C 200	25	200	1	6	2
B 25 C 400	25	400	1	7	4
B 40 C 80	40	80	2	5	2
B 40 C 250	40	250	2	7	4
B 50 C 80	50	80	2	5	2
B 50 C 250	50	250	2	7	4

Tabelle 4 Typenübersicht Selenkleinsigleicherer, Verdopplerschaltung (V)

Typ	Nenn- anschluf- spannung in V	Nenn- gleich- strom in mA	Platten- anzahl je Zweig	Bau- form-Nr.	Raster- bild-Nr.
V 10 C 60	10	60	1	3	10
V 10 C 120	10	120	1	6	14
V 10 C 250	10	250	1	7	18
V 12,5 C 60	12,5	60	1	3	10
V 12,5 C 120	12,5	120	1	6	14
V 12,5 C 250	12,5	250	1	7	18
V 20 C 60	20	60	2	4	12
V 20 C 100	20	100	2	6	14
V 20 C 200	20	200	2	7	18
V 25 C 60	25	60	2	4	12
V 25 C 100	25	100	2	6	14
V 25 C 200	25	200	2	7	18
V 30 C 50	30	50	3	4	14
V 30 C 70	30	70	3	6	18
V 30 C 150	30	150	3	7	18
V 37 C 50	37	50	3	4	12
V 37 C 70	37	70	3	6	14
V 37 C 150	37	150	3	7	18
V 40 C 40	40	40	4	5	16
V 50 C 40	50	40	4	5	16

Tabelle 5 Selenkleinsigleicherer - Grundschaltungen und ableitbare Schaltungsvarianten (Beispiele)

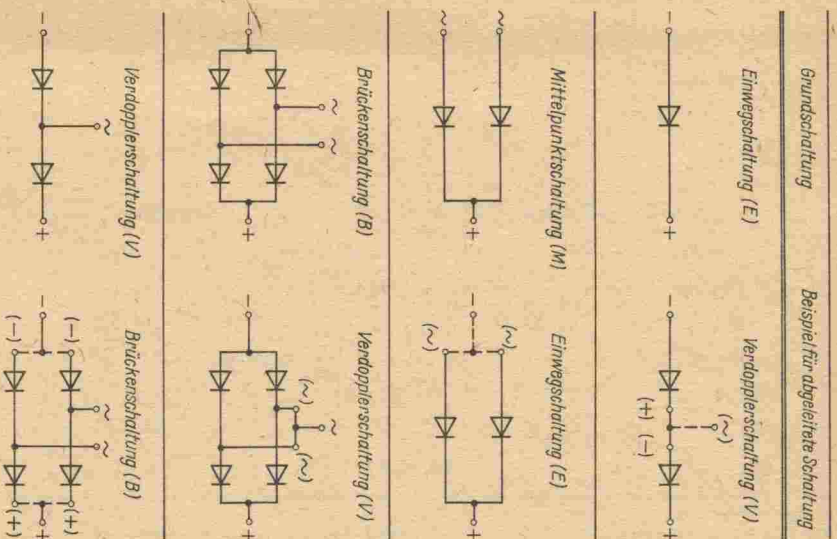


Tabelle 6 Faustformeln für Gleichrichtergrundschaltungen (mit C-Last)

Kenngrößen	Einwegschaltung (E)	Mittelpunktschaltung (M)	Brückenschaltung (B)
Gleichrichter-Grundschaltung			
Transformatorausgangsspannung U_2		$0,77 \cdot (U_g + U_F)$ bei Nennlast	
entnehmbarer Gleichstrom I_g	$0,3 \dots 0,6 \cdot I_{FN}$		$0,6 \dots 1,5 \cdot I_{FN}$
sekundärer Trafostrom I_2	$2,22 \dots 2,72 \cdot I_g$	$1,11 \dots 1,36 \cdot I_g$	$1,57 \dots 1,93 \cdot I_g$
Sperrbeanspruchung je Diode U_{Rmax}		$2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_2$	$\sqrt{2} \cdot U_2$
mittlerer Diodendurchlaßstrom I_{FN}	$1,0 \cdot I_g$		$0,5 \cdot I_g$
Spannungsbeanspruchung von C_L U_C	$1,41 \cdot U_{20}$	$1,41 \cdot U_{20}$	$1,41 \cdot U_{20}$
Brummfrequenz f_{Br}	50 Hz	100 Hz	100 Hz
Brummspannung U_{Br}	$\approx \frac{4,4 \cdot I_g}{C_L}$; in V, mA, μF		$\approx \frac{2,2 \cdot I_g}{C_L}$; in V, mA, μF