

Für den jungen Funktechniker

Diode und Gleichrichter – Teil 3

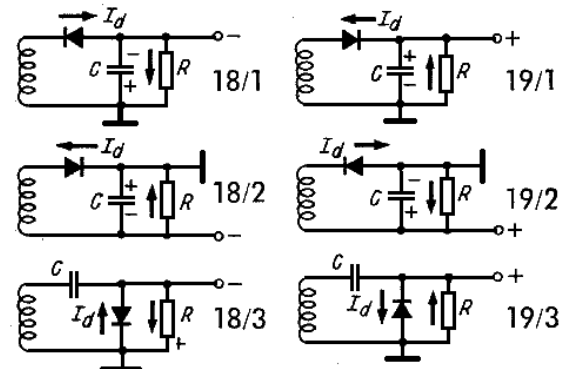
Die beiden ersten Teile dieser Reihe erschienen in: FUNKSCHAU 1959, Heft 18, Seite 443 (Bild 1 bis 6); FUNKSCHAU 1959, Heft 19, Seite 469 (Bild 7 bis 17). Der hier vorliegende Schluß behandelt die Grundformen von Gleichrichterschaltungen.

GLEICHRICHTERSCHALTUNGEN

Bild 18. Gleichspannung negativ gerichtet

Je nach Bedarf soll die gleichgerichtete Spannung, kurz Richtspannung genannt, negativ oder positiv gegen die Bezugsleitung sein. Die Wechselspannungsquelle ist hier durch eine Spulenwicklung dargestellt. Die Gleichspannung entsteht an dem Belastungswiderstand R. Ferner ist ein Kondensator C vorhanden, dessen Bedeutung noch in den Bildern 20 und 23 erläutert wird. In Bild 18/1 liegen Wechsel- und Gleichspannung einseitig an Masse, dagegen führen beide Pole der

Anode Spannung gegen Masse. Diese Schaltung ist speziell für Halbleiterdioden geeignet. – In Bild 18/2 ist die n-Seite der Diode bzw. die Katode geerdet. Die Schaltung wird vorzugsweise für Röhrendioden verwendet, weil dann die Heizspannung die wenigsten Schwierigkeiten macht. In Bild 18/3 sind sowohl die Wechselspannungsquelle als auch die Diode einpolig geerdet, jedoch muß dann der Kondensator C dazwischen geschaltet werden. – Die Polarität der Gleichspannung am Widerstand R ergibt sich in allen Fällen dadurch, daß man die Richtung des Elektronenstromes verfolgt. Die Spitze des Richtungspfeiles am Widerstand R bezeichnet stets den Pluspol der Richtspannung.



Links: Bild 18. Gleichrichter-Grundsaltungen mit negativer Richtspannung gegen Masse

Rechts: Bild 19. Gleichrichter-Grundsaltungen mit positiver Richtspannung gegen Masse

Bild 19. Gleichspannung positiv gerichtet

Die Schaltungen entstehen durch Umpolen der Diode gegenüber dem vorigen Bild. Gegen Masse positiv gerichtete Gleichspannungen werden vorwiegend zur Stromversorgung von mit Röhren bestückten Geräten benötigt.

Werden für die Schaltungen 19/1 und 19/2 Vakuum-Gleichrichterröhren verwendet, dann führt die Katode die hohe Gleich- bzw. Wechselspannung gegen Masse. Sie muß also gut gegen den Heizfaden isoliert sein oder es ist eine besondere gegen Masse isolierte Heizwicklung für die Gleichrichterröhre auf dem Netztransformator vorzusehen. Die Schaltung Bild 19/3 wird in der Empfängertechnik sehr selten angewendet. Sie wurde hier nur aufgenommen, um die Übersicht zu vervollständigen

Bild 20. Einfluß des Ladekondensators

Der Kondensator C in den Bildern 18 und 19 wird durch die gleichgerichteten Stromstöße bis zum Scheitelwert der Wechselspannung aufgeladen. In den dazwischenliegenden Pausen entlädt er sich langsam über den Widerstand R, so daß auch während der Sperrzeit der Diode eine Gleichspannung am Widerstand bestehen bleibt und nicht nur einzelne Stromstöße wie in Bild 2 und Bild 15 auftreten. Die Gleichspannung verringert sich lediglich durch die Entladung des Kondensators entsprechend der stark gezeichneten Linie, und zwar um so langsamer, je größer der Kondensator C und je geringer der Stromverbrauch I ist. Die Spannung am Kondensator besteht also aus einer mittleren Gleichspannung mit einer überlagerten Wechselspannung. Diese überlagerte Wechselspannung kann bei Netzgleichrichtern einen störenden Brummtönen in der Empfängerschaltung verursachen, sie wird daher Brummspannung genannt.

Größe der Brummspannung:
$$U_{\text{eff}} = \frac{45 \cdot I}{C} \quad (\text{V, mA, } \mu\text{F})$$

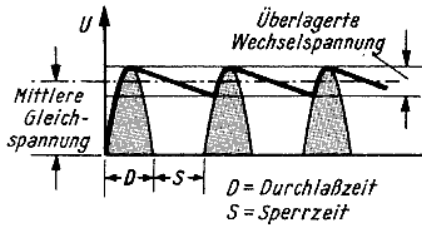


Bild 20. Ausgleich der Stromstöße durch einen Ladekondensator

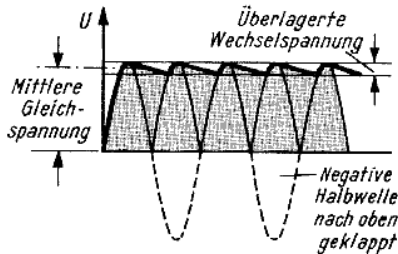


Bild 22. Brückengleichrichter

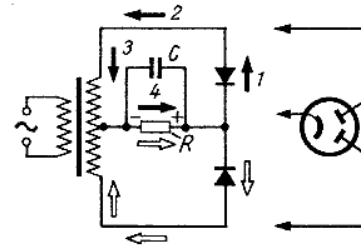


Bild 21. Erklärung der Zweiweggleichrichtung aus zwei Einweggleichrichtern

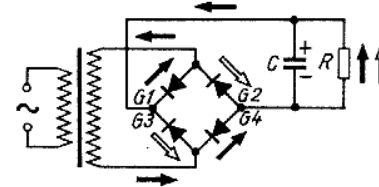


Bild 23. Verdoppeln der Strom- bzw. Spannungstöße bei Zweiweggleichrichtung

Bild 21. Zweiweggleichrichtung

Speist man zwei Einweggleichrichter aus zwei in Reihe liegenden Wicklungen eines Netztransformators und läßt sie auf einen gemeinsamen Widerstand arbeiten, so verursachen die aufeinander folgenden Halbwellen der Wechselspannung abwechselnd in dem einen oder anderen Gleichrichterkreis einen Stromstoß. Für den oberen Gleichrichterkreis ist dies durch die schwarzen Pfeile mit den Ziffern 1 bis 4 dargestellt. Für die entgegengesetzt gerichtete Halbwellen am Netztransformator ergeben sich die weiß ausgesparten Pfeile des unteren Gleichrichterkreises. Die Stromstöße durchfließen jedoch den Widerstand R stets in gleicher Richtung. Die Nutzstromstärke erhöht sich dadurch gegenüber einem Einweggleichrichter. Diese Anordnung wird als Zweiweg-, Doppelweg- oder Vollweg-Gleichrichterschaltung bezeichnet. Bei Röhrengleichrichtern vereinigt man hierbei, wie im Bild rechts dargestellt, die beiden Röhrensysteme in einem gemeinsamen Kolben mit gemeinsamer Katode und zwei Anoden.

Bild 22. Brückengleichrichter (Graetz-Gleichrichter)

Die Zweiweg-Gleichrichtung nach Bild 21 erfordert einen Transformator mit zwei in Reihe liegenden Sekundärwicklungen, von denen jede eine Wechselspannung zu liefern hat, die ungefähr der Höhe der benötigten Gleichspannung entspricht. Für eine Gleichspannung von 220 V werden also $2 \times 250 \text{ V} = 500 \text{ V}$ benötigt. Diesen Aufwand am Transformator kann man ersparen, wenn man vier Gleichrichterstrecken nach Bild 22 anordnet.

Auch hier ergibt sich im Prinzip eine Zweiweggleichrichtung. Mit schwarzen Pfeilen ist wieder der Stromweg für den Fall dargestellt, daß eine positive Halbwellen am oberen Ende der Transformatorwicklung liegt. Hierfür sind dann die Gleichrichterstrecken G 1 und G 4 durchlässig. Es bildet sich der durch schwarze Pfeile gekennzeichnete Stromkreis aus, die Gleichrichter G 2 und G 3 sind gesperrt.

Wechselt in der folgenden Halbwellen die Polarität am Transformator, dann werden G 2 und G 3 leitend. Damit das Bild nicht zu unübersichtlich wird, sind nur drei weiß ausgesparte Pfeile bei G 2, G 3 und R eingezeichnet. Der Stromweg kann damit leicht selbst weiter verfolgt werden. Es ergibt sich daraus, daß die andere Halbwellen ebenfalls einen Gleichstrom in gleicher Richtung durch den Nutzwiderstand R treibt. Es liegt also eine Zweiweggleichrichtung vor.

Bild 23. Kurvenform bei Zweiweggleichrichtung

Bei der Zweiweggleichrichtung werden beide Halbwellen in Gleichstrom umgewandelt. Der Spannungsverlauf besteht aus der doppelten Folge von Gleichspannungstößen gegenüber der Einweggleichrichtung, die negative Halbwellen erscheint nach oben geklappt. Die Frequenz der überlagerten Wechselspannung ist also doppelt so groß wie in Bild 20. Die Spannung am Kondensator sinkt daher bis zur nächsten Aufladung nicht so stark ab, die Brummspannung ist geringer, die mittlere Gleichspannung größer als bei der Einweggleichrichtung. Größe der Brummspannung:

$$U_{\text{eff}} = \frac{2,1 \cdot I}{C} \quad (\text{V, mA, } \mu\text{F})$$

Bild 24. Gleichrichtung modulierter Hochfrequenz

Die vom Sender ausgestrahlte modulierte Hochfrequenz muß im Empfänger gleichgerichtet werden, um die Tonfrequenz hörbar zu machen. Dies erfolgt durch einen Gleichrichter mit nichtlinearer Kennlinie.

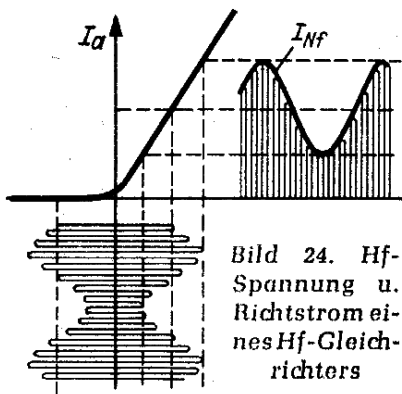


Bild 24. Hf-Spannung u. Richtstrom eines Hf-Gleichrichters

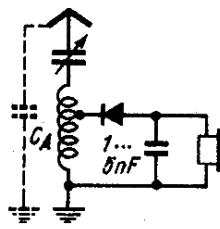


Bild 25. Schaltung eines einfachen Detektorempfängers

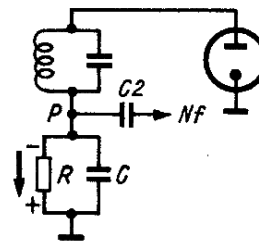


Bild 26. Hf-Gleichrichter; die Richtspannung wird am Fußpunkt des Schwingkreises abgenommen

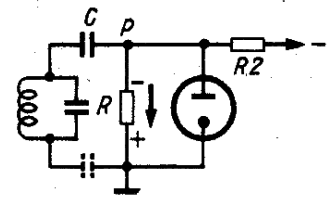


Bild 27. Die Richtspannung wird an der Diodenanode abgenommen

Dadurch werden ebenfalls die negativen Halbwellen des Wechselstromes abgeschnitten. Durch einen kleinen Ladekondensator wird die Hf-Welligkeit beseitigt. Es ergibt sich ein mittlerer Gleichstrom I_a mit überlagerter Niederfrequenz I_{Nf} . Dieser Richtstrom erzeugt am Widerstand R in den Schaltungen nach Bild 18 oder 19 entsprechende Spannungsschwankungen. Durch einen Kondensator lassen sich Gleich- und Tonfrequenzspannungen voneinander trennen.

Bild 25. Detektorempfänger

Germaniumdioden benötigen keine zusätzlichen Stromquellen und ermöglichen den Bau einfachster Empfänger für Kopfhörerempfang. Mit dem Drehkondensator wird der aus der Spule, der Antennenkapazität C_A und dem Drehkondensator selbst bestehende Schwingkreis auf den Ortssender abgestimmt. Die Hf-Spannung an der Spule wird durch die Diode gleichgerichtet und dem Kopfhörer zugeführt, der hier als Belastungswiderstand R dient. Ein parallelliegender Festkondensator beseitigt die Hf-Welligkeit. Die Schaltung geht also auf Bild 18/1 zurück, sie kann aber auch nach Bild 19/1 betrieben werden.

Bild 26. Diodenwiderstand in Reihe zum Schwingkreis

Diese vielfach in Röhrenempfängern verwendete Schaltung mit einer Vakuumdiode geht auf die Grundsaltung Bild 19/2 zurück. Die Richtspannung entsteht am Belastungswiderstand R . Der Punkt P führt die Nf-Spannung sowie die mittlere negative Gleichspannung gegen Katode. Die Nf-Spannung wird über den Kondensator C_1 abgenommen. Der parallel zum Widerstand R liegende Kondensator C dient als Ladekondensator für die gleichgerichteten Hf-Halbwellen. Die Grenzfrequenz des RC-Gliedes muß so hoch liegen, daß Tonfrequenzen nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Normalerweise wählt man $R =$

$$f_{gr} = \frac{160000}{R \cdot C} \quad (\text{M}\Omega, \text{Hz}, \text{pF})$$

300 k Ω , $C = 100$ pF. Dafür ergibt sich nach der Formel

$$f_{gr} = \frac{160000}{0,3 \cdot 100} = 5300 \text{ Hz}$$

Höhere Tonfrequenzen werden also durch C benachteiligt.

Die im Widerstand R verbrauchte Leistung muß dem Schwingkreis entnommen werden. R stellt also eine Belastung oder Dämpfung des Kreises dar. Diese Belastung wirkt so, als wenn ein Widerstand von der Größe $R/2$ parallel zum Kreis liegt.

Bild 27. Diodenwiderstand parallel zum Schwingkreis

Die Schaltung entspricht der Grundsaltung Bild 18/3. In die Katodenleitung kann ebenfalls ein Kondensator (im Bild gestrichelt) eingefügt werden. Der Schwingkreis ist dann gleichspannungsmäßig vollkommen von der Diode abgetrennt und kann in Röhrenschaltungen positive Anodenspannungen führen. Im Punkt P treten die negative Gleichspannung und die überlagerte Nf-Spannung auf. Diese Schaltung wirkt mit dem Widerstand $R/3$ parallel zum Schwingkreis, setzt also dessen Güte noch mehr herab. Die Grenzfrequenz von C und R ist gleichfalls maßgebend für die höchsten wiedergegebenen Tonfrequenzen. Diese Schaltung dient jedoch vorwiegend dazu um eine negative Richtspannung über den Widerstand R_2 abzunehmen.

(Schluß)