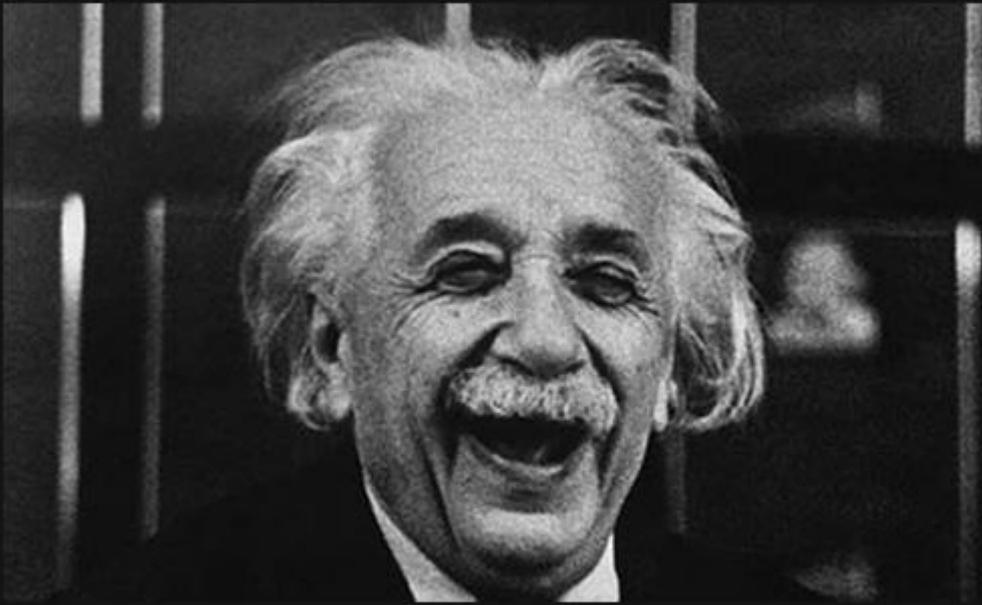


DIESES GEFÜHL, WENN



**DU IN MATHE ENDLICH
ETWAS VERSTANDEN HAST**

Adresse: ART, Rossbergstrasse 35, CH-6410 Goldau, www.artmultimedia.ch

Redaktion: Istvan Kenessey, Florastrasse 19, CH-8632 Tann, Tel / 055 240 58 41,
istvan.kenessey@artmultimedia.ch

Copyright: Kopien der fachtechnischen Beiträge mit Quellenangabe für
Unterrichtszwecke und persönliche Dokumentation erlaubt. Kommerzielle
Auswertung verboten. Nachdruck nur mit Genehmigung der Autoren.

Inhaltsverzeichnis

Entwicklung des Fernsehens

Mechanisches Fernsehen.....

Antennentechnik

Balun.....

Testfragen aus der Antennentechnik.....

Netzteiltechnik

Gleichrichterschaltungen.....

Grundsaltung eines linearen Netzteils.....

Übungsaufgaben.....

Mechanisches Fernsehen

Anfänge.....

Eine der technischen Erfindungen , die unsere Wahrnehmung und Kultur besonders stark beeinflusst haben ,ist das Fernsehen. Seine Anfänge liegen schon ein Jahrhundert zurück. Beflügelt durch die ersten Experimente mit Morsetechnik und Telefonie dachten die Menschen schon früh über die Bildübertragung von einem Ort an einen entfernten Ort nach.

Das sogenannte mechanische Fernsehen ist eine zusammenfassende Bezeichnung ,ein Sammelbegriff für das erste bestehende Fernsehverfahren. Es umfasste die technischen Prozesse der Funktion von Studio-und Sendeanlagen bis hin zu den Empfängern.Das spätere System , welches dieses erste Fernsehen der 1920er bis 1940er Jahre ablöste , war das vollelektronische Fernsehen , das bis in die Gegenwart besteht.

Im Bereich vom Amateurfernsehen wird teilweise das Prinzip dieses ursprünglichen Fernsehens heute noch angewendet.



Testbild. der NBTVA mit Nipkow-Scheibe (Wikipedia)

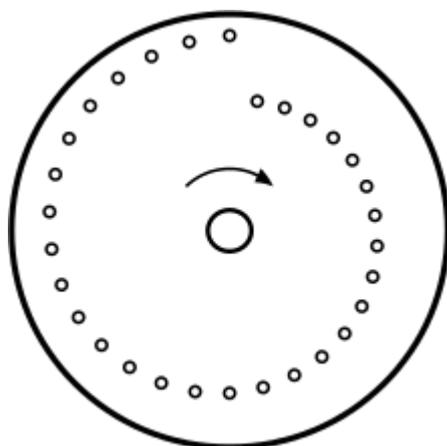
Geschichte

Um ein Bild vom Studio bis zur heimischen Bildschirm zu übertragen , sind zahlreiche Schritte notwendig. Die Grundlage dafür legten die Pioniere der Bildtelegraphie mit ihren Arbeiten um bewegliche Bilder zu übertragen. So entwickelte bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts u.a. Frederick Collier Bakewell eine rotierende Trommel , ummantelt mit einer Folie aus Metall und einem elektrischen Kontakt , der ein darauf angebrachtes Bild spiralförmig abtastet. Die Weiterentwicklung dieses Trommel-Prinzips für bewegte Bilder war ein wichtiger Weg des mechanischen Fernsehens , das zu diesem Zeitpunkt „electrisches Fernsehen“ hiess.

Die erste brauchbare Realisierung des wichtigen Schrittes des Prozesses Fernsehen , der Bildzerlegung , erfand 1883 Paul Nipkow.

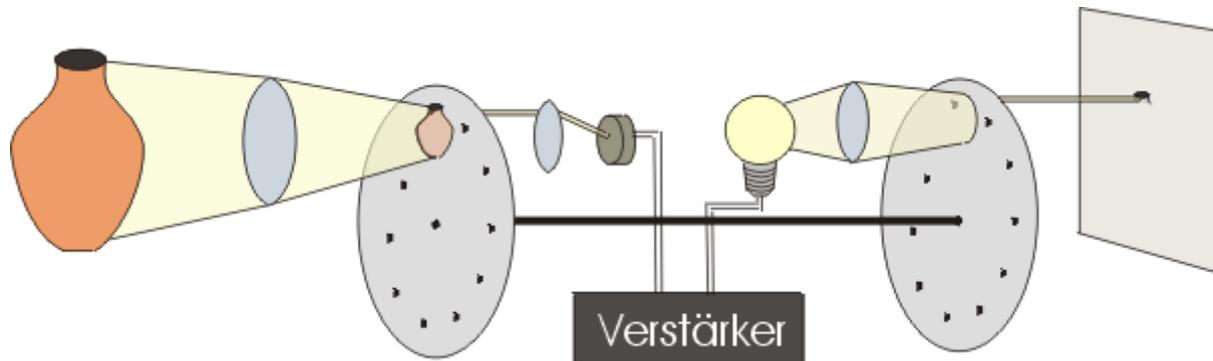
Er war ein Naturwissenschaftler der in Berlin studierte , hatte schon früh klare Vorstellungen von der Bildzerlegung. Er liess sich 1884 ein System patentieren , welches auf der Idee gründete , ein Bild nicht wie bei Senlecq gleichzeitig , sondern in Teile zerlegt und nacheinander zu übertragen. Auf dieser Weise abtastete und an anderer Stelle durch eine vor einer Lichtquelle rotierenden gelochten Scheibe (Empfänger) wieder abbildete.

Die Nipkow –Scheibe.



Nipkow-Scheibe (Bild wikipedia)

Wegen der fehlenden Synchronisationsmöglichkeiten waren die beiden Scheiben bei den ersten Versuchen auf einer gemeinsamen mechanischen Achse.



Übertragung von Bildinformationen mit Hilfe der Nipkow-Scheibe

Sein Verfahren bezeichnete er „**elektrisches Telescop**“, da man sich in der Wissenschaft gerne griechischer oder lateinischer Worte bediente, entsprach die deutsche Übersetzung von Telescop „**Fern-Sehen**“.

Funktion

Bilder werden mit der rotierenden Scheibe (zunächst 30 spiralförmig angeordnete Löcher) in Hell-Dunkel-Signale zeilenweise zerlegt und an anderer Stelle auf einer Projektionsfläche wieder zusammengesetzt. Die Löcher auf der Scheibe sind quadratisch gestanzt, jedes Loch ist für eine Zeile zuständig, das darunter liegende für die nächste Zeile. Durch die Rotation der Scheibe wandern die Löcher von links nach rechts und lassen nur jeweils die vom Objekt reflektierten Lichtstrahlen auf eine Photozelle einfallen, die sich an der Stelle abgetastet wird, befinden. Die Zahl der Bildpunkte definiert die Zeilen, der Abstand der Bildpunkte nebeneinander definiert die Bildbreite. Eine Umdrehung der Scheibe tastet ein vollständiges Bild ab.

Eine Linse bündelt die Lichtstrahlen auf eine Selenzelle. Bei hellem Licht gibt die Selenzelle einen starken, bei schwachem Licht einen schwachen Stromimpuls ab. Der wird über ein Kabel zur Empfängerseite geleitet. Da befindet sich eine Lampe, die entsprechend der Stromstöße in der Helligkeit variiert. Die rotierende Scheibe auf der Empfängerseite verteilt die Lichtpunkte (zerstreut durch einen Diffusor) wieder an die einzelnen Stellen auf eine Projektionsfläche.

Wenn die Zerlegung und der Bildaufbau mechanisch erfolgt , spricht man auch vom mechanischen Fernsehen.

Die Abtastung des Bildes erkannte man an leicht bogenförmigen Zeilen. Diese Scheibe wird heute noch bei Rastermikroskopen verwendet.

Die Nipkow-Scheibe fand bis Ende der 50er Jahre in einigen Videokameras ebenfalls Verwendung.

Das Patent von P. Nipkow verfiel jedoch aus Geldmangel schon ein Jahr später und konnte deshalb zahlreichen Fernseh pionieren als Grundlage für eigene Entwicklungen dienen.

Konkurrierende Ideen....

Weitere mechanische Ideen : Spiegelrad , Spiegelkranz , Spiegelschraube (jeweils von Telefunken auch in Geräten gebaut). Bekannt wurde das Weillersche Spiegelrad , ein radförmiger Mehrkantspiegel. Jeder Spiegel erzeugt durch die Drehung eine Zeile mit Lichtpunkten. Jeder Spiegel hat gegenüber dem anderen eine etwas andere Neigung ,damit er jeweils genau eine Zeile tiefer seine Lichtlinie schreibt. Eine vollständige Drehung des Spiegels bedeutet eine vollständige Abtastung des Bildes.

Eine Person oder ein Objekt sitzt in einem dunklen Raum , der über ein drehendes Spiegelrad mit einem Lichtstrahl abgetastet wird. Das reflektierte Licht wurde von einer Fotozelle aufgenommen.

Die Spiegelschraube arbeitete mit einer Achse , an der viele Spiegel angebracht waren. Diese konnten leichter justiert werden , als beim Spiegelrad. Beide Systeme hatten neben der grundsätzlichen Abtastung per Lichtpunkt aber den Nachteil , dass sie relativ schwer und träge waren , höhere Bildfrequenzen und eine genaue Synchronisation waren damit schwierig. Der Spiegelkranz löste dieses Problem dadurch , dass nur ein einziger Spiegel sich drehte und einen Lichtstrahl über einen kreisförmig angeordneten starren Kranz einzelner Spiegel reflektierte.



Bild Deutsches Museum

Kathodenstrahlröhre

Karl Ferdinand Braun entwickelte 1897 die „Braunsche Röhre“. Dies war eine zu einem Bildschirm geformte Röhre , dessen Elektronenstrahl durch Ablenkplatten in der Richtung gelenkt werden konnte. Auf der Innenseite der Röhre war Phosphor , der durch den Elektronenstrahl

angeregt , Lichtpunkte erzeugte. Durch die hohe Geschwindigkeit mit der sich der Elektronenstrahl bewegte , nahm man keine einzelnen Punkte sondern ganze Bilder wahr. Auf der Empfängerseite konnte man sich dadurch die rotierende Nipkowscheibe ersparen. Noch heute arbeiten unsere Monitore nach diesem Prinzip.

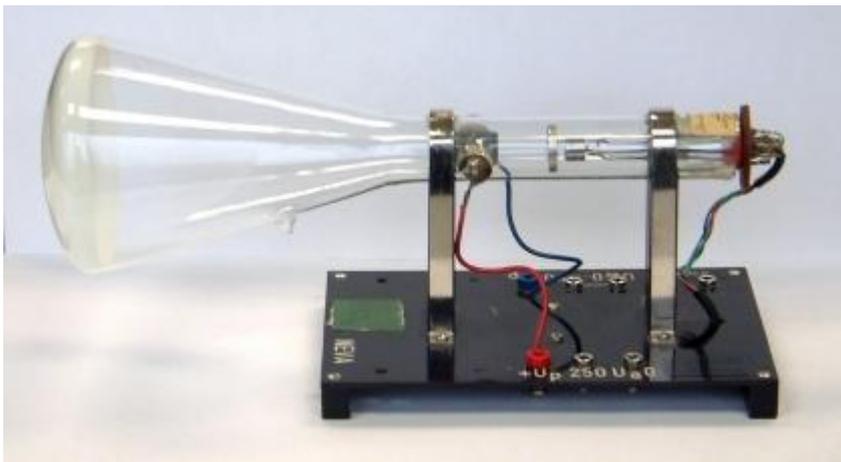


Bild (Physikmuseum)

Die Braunsche Röhre gehört in der Entwicklungsgeschichte der Fernsehtechnik zu einer der wichtigsten Erfindungen.

Eine weitere Entwicklung brachte die Glühkathoden-Röhre

Diese von Robert von Lieben entwickelte Röhre erlaubte es , einfache Linien und Schriftzeichen unter Mithilfe der Braunschen Röhre zu übertragen.

Distanzierte Schattenbilder 1919 gelang es Dénes von Mihály, Schattenrisse von sich bewegenden Scheren und Zangen über ein 5km langes Kabel zu übertragen. Sein System nannte er „Telehor“ und es arbeitete mit der Nipkow-Scheibe mit 30Zeilen und 10 Bildern/sec. Er

brachte den Telehor-Volksempfänger auf den Markt , der mangels Bildqualität und wegen des fehlenden Tones keine Akzeptanz fand.



.....Das erste Fernsehbild

Das erste Fernsehgerät von Telefunken

(*Telehor*)



Quelle www.zeitclicks.de

Der Schotte John L Baird baute den ersten mechanischen Fernseher und stellte sein Gerät im Januar 1926 vor. Grundlage dafür war die Nipkow-Scheibe. Im Februar 1928 gelang ihm dann die erste Fernseh-Übertragung über den Atlantik ; von London nach New York , welche über einen Kurzwellensender erfolgte. Die Qualität war aber sehr bescheiden. Was die Braunische Röhre auf der Wiedergabeseite revolutionierte ,leistete das Ikonoskop auf der Aufnameseite. Gemeinsam lösten sie das mechanische Fernsehen ab.

Balun

Definition

Ein **Balun** ist in der Elektrotechnik und Hochfrequenztechnik ein Bauteil zur Wandlung zwischen einem **symmetrischen** Leitungssystem und einem **unsymmetrischen** Leitungssystem. Vor allem in der Hochfrequenztechnik wird auch die Bezeichnung **Symmetrierglied** verwendet. **Balun** ist ein Kunstwort aus *Balanced* und *Unbalanced*. Baluns arbeiten in beide Richtungen, daher gibt es den Begriff „Unsymmetrierglied“ nicht.

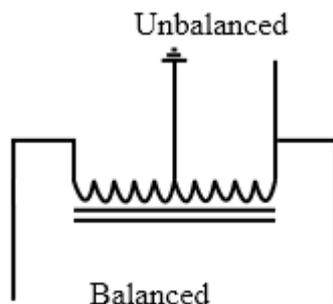
Symmetrisch bedeutet, dass zwei **gegen Massepotential** gleich grosse gegenphasige Wechselspannungen vorliegen, beispielsweise bei Bandleitungen und symmetrischen Antennen. Das **unsymmetrische** Signalübertragung erfolgt im Wesentlichen über Koaxialkabel.

Oft wirken **Baluns** auch als **Impedanzwandler** zur Leistungsanpassung, vor allem in der Audiotechnik dienen Baluns auch zur Potentialtrennung.

Merke !

Baluns wandeln **unsymmetrische** Signale in **symmetrische** Signale und sorgen für die Impedanz- und symmetriemässige Anpassung von unterschiedlichen Übertragungsmedien.

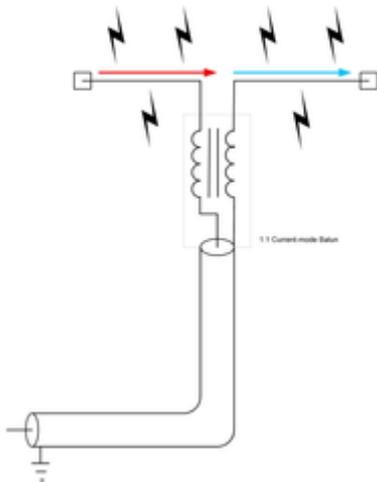
Aufbau



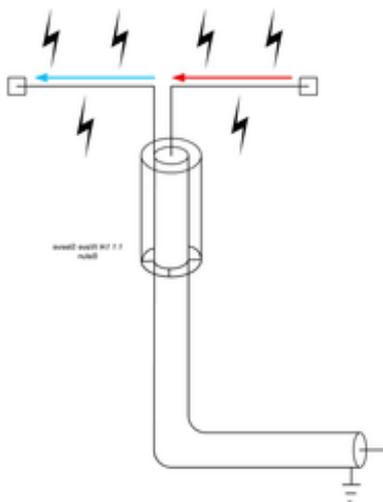
Balun mit Spartransformator

Bei Frequenzen bis zu einigen **100MHz** verwendet man meistens eine Anordnung aus einer Spule mit Mittelanzapfung , die auf Massepotential liegt. Die Anordnung wirkt als **Spartransformator**.

Aus den Gesetzmässigkeiten eines Transformators folgt , dass an der **symmetrischen** Seite eine viermal so grosse **Impedanz** angeschlossen werden muss wie an der **unsymmetrischen** Seite. Durch getrennte Primär-und Sekundärwicklungen kann man ausser **Potentialtrennung** auch andere Transformationsverhältnisse erzielen.



Balun mit stromkompensierter Drossel



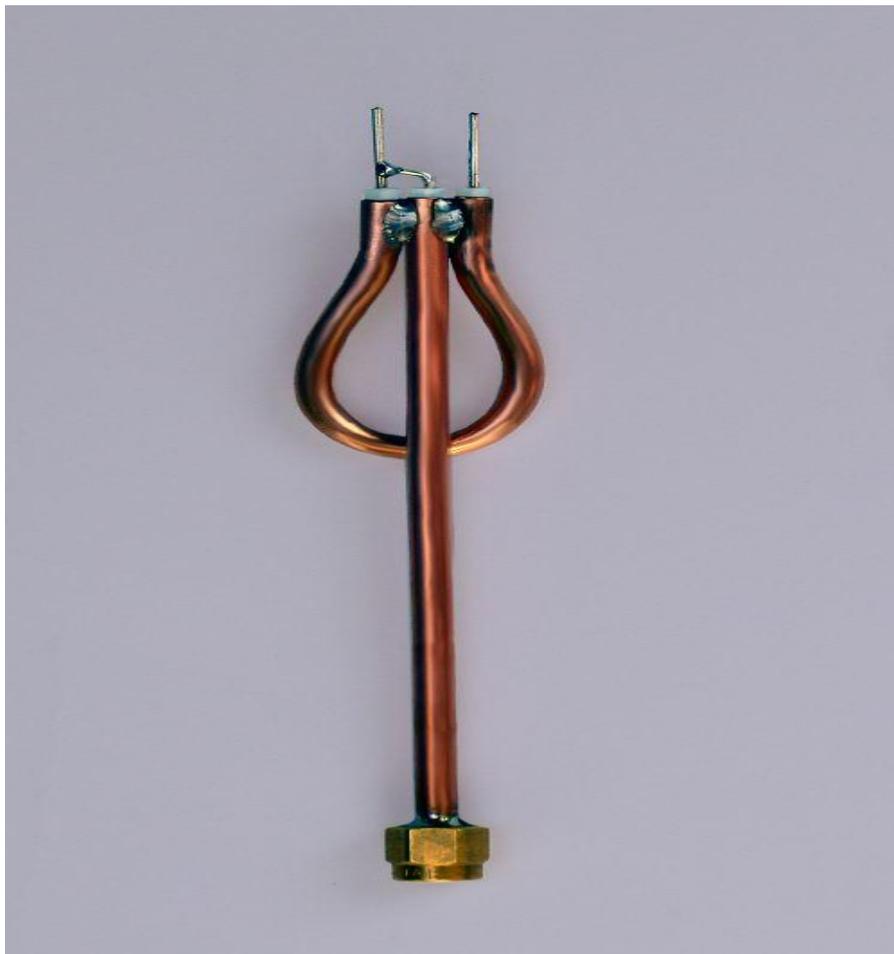
Balun mit Resonanztransformator (Lamda Viertel Topfkreis)

Bei geringen Ansprüchen an die Qualität genügt es mitunter , **Mantelwellen** von Hochfrequenzsignalen durch einige Windungen des Koaxialkabels oder durch aufgeschobene Ferrit-Ringkerne zu verhindern

(Mantelwellensperre). Dann wirken Innen- und Aussenleiter des Kabels wie Wicklungen eines Transformators mit Übertragungs-Verhältnis 1 : 1 (stromkompensierte Drossel). In diesem Fall gibt es keine Impedanztransformation.

Balun-Schaltungen mit Verzögerungsleitungen

Bei sehr hohen Frequenzen sind die Verluste von Verzögerungs-Leitungen geringer als die von Induktivitäten, deshalb verwendet man hier Schaltungen mit **Verzögerungsleitungen**, die meistens als Koaxialkabel ausgeführt ist. Diese Schaltungen funktionieren jedoch nur in einem kleinen Frequenzbereich, weil die Länge der Leitung exakt ein bestimmtes **Vielfaches** der Wellenlänge λ betragen muss. Im einfachsten Fall lässt sich eine Mantelwellensperre durch einen **$\lambda/4$ -Topfkreis** erzielen. Ebenso wie bei der Schaltung mit stromkompensierter Drossel wird die Impedanz dadurch nicht verändert.



.....Balun für 1GHz

Merke...!

In der Hochfrequenztechnik werden **Baluns** u.a. in der Antennentechnik beim Anschluss einer **symmetrischen** Antenne , wie einer Dipolantenne an ein Koaxialkabel benutzt. Hierbei geht es neben der **Symmetrie-Anpassung** auch um die **Anpassung** der unterschiedlichen **Impedanzen**.

Zur Energieübertragung setzt man in der HF-Technik meistens **unsymmetrische** Koaxialkabel (Wellenimpedanz **50** , **60** oder **75Ω** ein , weil diese weder Energie abstrahlen noch aufnehmen und deshalb keine Störungen verursachen. Antennen sind jedoch oft **symmetrische** Dipole , deren Eigenschaften durch **unsymmetrischen** Anschluss verschlechtert werden (Fehlanpassung!).

Ein **Balun** ist daher oft Bestandteil von Antennenanlagen bei KW ,UKW und UHF. Bei offenen $\lambda/2$ -Dipolantennen ist die **Impedanz** nahe **75Ω** , Beim Anschluss an Koaxialkabel mit **75Ω Wellenimpedanz** ist keine **Impedanztransformation** nötig und es können **Baluns** verwendet werden, die nach dem Prinzip der Mantelwellensperre arbeiten.

Hingegen ist bei Faltdipolen , wie sie z.B. in **Yagi-Antennen** verwendet werden , die Impedanz ca.**300Ω Wellenimpedanz** ist eine **4 : 1 Impedanz-Transformation** notwendig (Balun mit Spartrafo oder $\lambda/2$ -Umwegleitung).

Audiotechnik

In der Audiotechnik werden oft **symmetrische** Leitungsverbindungen (etwa zwischen Gitarre ,Mikrofon und Mischpult oder Verstärker) genutzt um **Gleichtaktstörungen** zu unterdrücken. Im Mischpult oder Verstärker wird jedoch oft ein **asymmetrisches Signal** benötigt. Zur Wandlung kann ein als Transformator **ausgeführtes Balun** mit getrennten Primär- und Sekundärwicklungen eingesetzt werden. Diese Schaltungen werden jedoch heute oft durch elektronische **Differenz-Verstärker** ersetzt , da diese weniger Verzerrungen haben. Übertrager verursachen hingegen **weniger Rauschen**.

Quellen

<http://www.hb9f.ch>

<http://www.dg.Osa.de/balunscqdl052002>

<http://www.qsl.net/dgOsa>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Balun>

Literatur

Antennenratgeber.....Wolf Siebel

*Praktischer Aufbau und Prüfung von
Antennenanlagen.....Herbert Zwaraber*

Rothammels Antennenbuch.....A. Krischke

Auf die Wickeltechnik kommt es an

Warum funktionieren manche Baluns nicht so richtig?

Wolfgang Wippermann, DGØSA

„Bei 3,5 MHz oder 7 MHz geht er noch, aber höher geht dann nichts mehr“, mit diesen Worten drückte mir ein OM den selbstgebauten 1:1-Balun in die Hand. Woran liegt es?

Ich sehe eine saubere Trifilarwicklung, richtig nach Anleitung aus der Literatur verdrahtet, bunte, PVC-ummantelte Schalllitze 0,5 mm² mit Außenmaß 1,8 mm. Der Kern macht einen guten Eindruck – jedenfalls von weitem.

Wir testeten die Impedanz der Wicklung, indem wir die Viertelwellenresonanz ermittelten. Der Balun wird dazu ohne Lastwiderstand einseitig an den Antennenanalyzer angeschlossen und die Frequenz solange nach oben gekurbelt, bis das Messgerät eine Impedanz von Null anzeigt. Bei uns war das bei 86 MHz.

Dann wird ein Potentiometer angeschlossen und bei der gefundenen Frequenz der SWR-Wert auf „1“ abgestimmt. Der so gemessene Widerstandswert war 500 Ω. Die Impedanz ist dann Wurzel aus 50 × 500 und ergibt 158 Ω. Balune sind Leitungsübertrager. Dieser selbstgebaute Balun geht sicher ganz gut und über einen weiten Frequenzbereich, wenn er auch mit 158 Ω gespeist wird und die Last ebenfalls 158 Ω beträgt.

Der OM war enttäuscht. Immerhin war das saubere Aufbringen der trifilaren Wicklung eine spezielle Übung für die Finger, die irgendwann schmerzten. Und das alles war umsonst? Bei einer späteren Messung mit meiner Stehwellenmessbrücke zuhause kam ich sogar auf einen Wert von über 200 Ω. Für den Einsatz bei 50 Ω ist der Balun viel zu hochohmig. So eingesetzt, wird sich mit wachsender Frequenz die Stehwelle verschlechtern, obwohl der Balun beidseitig 50 Ω sieht. Das bestätigt auch die folgende Messung: Bei 15 MHz wird die Stehwelle schlechter als 3:1 (Bild 1).

Ringkern angebohrt

Da ist Verbesserung angesagt, vorher sind jedoch einige kleine Untersuchungen erforderlich. Der Kern mit dem Durchmesser von 43 mm ist hellrosa kunststoffummantelt; zwei kleine Löcher in die Ummantlung gebohrt, gestatten eine Widerstandsmessung mit dem Ohmmeter. Der Messwert beträgt viele MΩ, also habe ich es mit einem Nickel-Zink-Ferrit oder einem Pulvereisenkern zu tun.

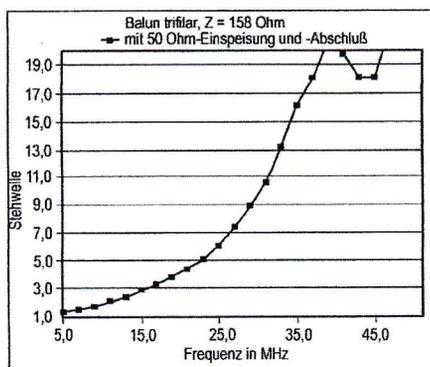


Bild 1: Stehwellenverlauf des Balun bei Abschluss beidseitig mit 50 Ω

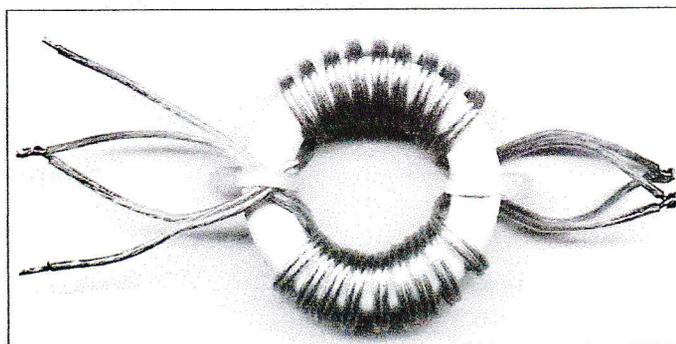


Bild 2: Nach DGØSA gewickelter 1:4-Balun, zur Messung vorbereitet

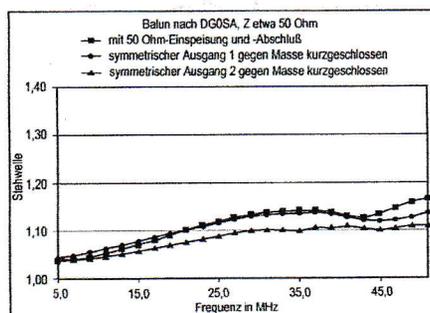


Bild 3: Stehwellenverlauf des DGØSA-Balun 1:1 mit korrektem Abschluss und bei Entkopplungstest; Kurzschluss symmetrischer Ausgang gegen Masse

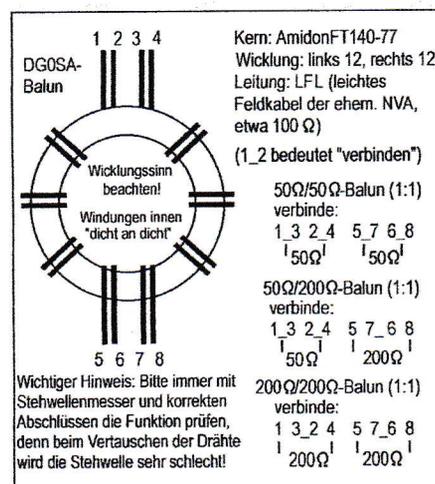


Bild 4: Aufbau, Wicklung und Verdrahtung des DGØSA-Baluns

Die Wicklung wird entfernt und zehn Windungen Schalllitze aufgetragen, es ergibt sich ein L von 82 μH. Ein Pulvereisenkern ist nicht in der Lage, mit nur zehn Windungen 82 μH zu bringen. Es ist also ein Nickel-Zink-Ferrit, ähnlich Amidon FT 140-43, nur eben etwas größer. Die Dimensionierung für 1,8 MHz und 50 Ω erfordert ein L, dessen Blindwiderstand bei dieser Frequenz viermal größer als 50 Ω sein sollte.

Die Spule mit zehn Windungen hat bei 1,8 MHz schon einen Blindwiderstand von 930 Ω, es sind also mindestens fünf Windungen erforderlich. Das gilt für her-

kömmliche Übertrager, aber gilt das auch für Leitungsübertrager? Sicherheitshalber werde ich so viel Windungen auftragen, wie „dicht an dicht“ auf den Kern passen. Da wir es mit Leitungen zu tun haben, ist zu überlegen, wie diese auf 50 Ω zu bringen sind. Zwei sehr dicht verdrehte CuL-Drähte kommen etwa auf 50 Ω. Durch das Verdrehen liegen sie sehr dicht nebeneinander, sodass die Impedanz durch die vergrößerte Kapazität zwischen den Drähten heruntergeht. Aber dann gibt es Probleme mit der Spannungsfestigkeit, denn der Lack auf dem Draht wird mechanisch stark belastet und reißt vielleicht an einigen Stellen. Nehme ich Drähte mit dicker Isolation, z. B. mit Teflon, so gibt es das Beschaffungsproblem und die Gewissheit, dass sich damit keine 50-Ω-Zweidraht-Leitung bauen lässt. Aber hervorragende 100-Ω-Leitungen! Und davon zwei parallelgeschaltet, ergibt eine 50-Ω-Leitung.

Wickeltechnik führt zum Ziel

Nach vielen Versuchen und Messungen habe ich eine Wickeltechnik gefunden, die beste Ergebnisse bringt. Sie sieht vor, eine Leitung auf die linke Kernhälfte und eine mit entgegengesetztem Wickelsinn auf die rechte Kernhälfte aufzuwickeln. Somit liegt Ausgang und Eingang maximal voneinander entfernt, durch den gegenläufigen Wickelsinn hebt sich der magnetische Fluss im Kern im Idealfall auf; beste Entkopplung ist erreicht.

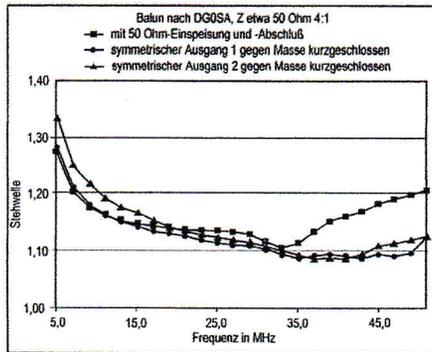


Bild 5: Stehwellenverlauf des DGØSA-Balun 1 : 4 mit korrektem Abschluss und bei Entkoppeltest

Zum Test genügt eine einfache Stegleitung. Ich nehme, weil ich genug davon habe, leichtes Feldkabel der NVA (LFL). Das ist eine blanke Doppel-Litze mit klarer PVC-Umhüllung. In kurzer Zeit ist der DGØSA-Balun mit zweimal elf Windungen der Stegleitung bewickelt. Teflonleitung gibt es übrigens bei Farnell (DL) oder RadioShack (USA), allerdings nur eindrähtige Litze. Stegleitung wäre leichter zu verarbeiten (Bild 2).

Die Messung an der Stehwellenmessbrücke ist überzeugend: Von 5 MHz – weiter geht mein Messsender nicht herunter – bis 50 MHz bleibt die Stehwelle unter 1 : 1,2. Mit dem Antennenanalyzer wird die Eignung auch für 1,8 MHz festgestellt. Die Balunwirkung wird getestet, indem ein symmetrischer Ausgang mit Masse verbunden wird. Es zeigt sich keine wesentliche Änderung der Stehwelle. Auch beim anschließenden Kurzschluss des zweiten symmetrischen Ausgangs nicht, wobei der erste Kurzschluss zu lösen ist. Zur Prüfung eigener Baluns verwende man bitte diese Methode.

Der DGØSA-Balun ist sehr effektiv, viel effektiver als das „Ausgangsmodell“ des befreundeten OMs. Dass die Stehwelle vom Idealwert doch noch etwas abweicht, liegt daran, dass das LFL auf dem Kern nicht genau 100 Ω hat, sondern 106 Ω. Aber das ist dann auch egal (Bild 3).

Durch reines Umlöten der Anschlüsse auf einer Seite kann auch ein 4 : 1-Balun hergestellt werden.

Zum Nachbau noch einige Hinweise: Es eignen sich auch Mangan-Zink-Ferrite

wie die Kerne von Amidon FT XX-77, die Maniferkerne mit messbarem Gleichstromwiderstand oder Siemens-Matsushita Kerne N30. Man muss nur aufpassen, dass sie nicht zu warm werden. Die viel verwendeten Pulvereisenkerne, z. B. Amidon T XX-2 usw., sind eher für schmalbandige Baluns geeignet. Sie sind jedoch unempfindlicher gegen Überlastung.

Die Wickeltechnik des DGØSA-Balun ist simpel, aber trotzdem kann man Fehler machen, deshalb aufpassen beim Wickeln, dass der Wickelsinn stimmt – er ist für die hohe Entkopplung zuständig. Die Zusammenschaltung zum 1 : 1-Balun stellt auch keine Hürde dar, geprüft wird, ob kein gleichstrommäßiger Durchgang zwischen den Anschlussklemmen vorliegt. Dagegen muss beim 1 : 4-Balun dieser Durchgang an beiden Anschlussseiten feststellbar sein (Bild 4).

Wer Balun will, muss wickeln

Freudiges Ende: Der OM hat nach dem Schema Bild 4 eigenständig einen DGØSA-Balun hergestellt und als 1 : 4-Version verdrahtet. Der Aufbau ging ziemlich schnell. Zwar taten die Finger danach weh, aber es hat sich gelohnt (Bild 5).

Wie schon vermutet, steigt die Stehwelle auch bei niedrigeren Frequenzen an. Sein Antennenanalyzer zeigte für 1,8 MHz den Wert 2 : 1 an. Dasselbe tat er dann bei 100 MHz. Dazwischen war der Zeiger auf 50 Ω wie festgeklebt. Er war begeistert. Meine Messung zeigte auch sehr gute Werte. Das beweist, die Angst vor dem Spulenwickeln ist eigentlich unbegründet. Auch ohne teure Messtechnik ist Brauchbares zu erreichen.

Ob diese Methode zur Herstellung von 1 : 1- und 1 : 4-Balunen (Bild 6), d. h. die Verwendung nur eines Kernes mit der speziellen Wickeltechnik schon irgendwie geschützt ist, entzieht sich meiner Kenntnis. Jedenfalls wünsche ich allen Nachbauern viel Erfolg und möchte nur die gewerbliche Nutzung von meiner Zustimmung abhängig machen. Bei Fragen und Problemen bitte kurze E-Mail.

Wolfgang Wippermann, DGØSA

Lerchenweg 10

18311 Ribnitz-Damgarten

wwippermann@t-online.de

www.qsl.net/dg0sa

Hat ein Vari-Cap Einfluss auf die Signalbandbreite?

Bei der grundsätzlichen Betrachtung des häufig eingesetzten kapazitätsdiodenabgestimmten Oszillators (VCO), bin ich auf eine Frage gestoßen, die ich zur Diskussion stellen möchte: Die Kapazität einer Kapazitätsdiode wird durch die anliegende Spannung in Sperrrichtung bestimmt. Bei einem Oszillator setzt sich diese aus der Abstimmgleichspannung U_{Abst} und der überlagerten und nicht zu vernachlässigenden Schwingspannung U_{Osz} zusammen (Bild 1a und 1b). In den Bildern a und b wurde die restliche Oszillatorschaltung weggelassen.

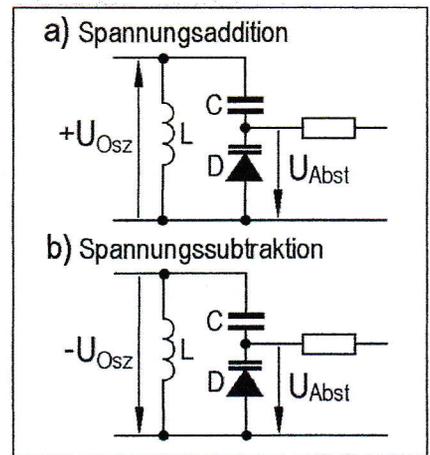


Bild 1

Der Kondensator C trennt die Diode galvanisch vom übrigen Schwingkreis. Am Kondensator C fällt ein Teil von U_{Osz} ab. In den Bildern a und b wurde unterstellt, dass $C \gg C_{Diode}$ ist.

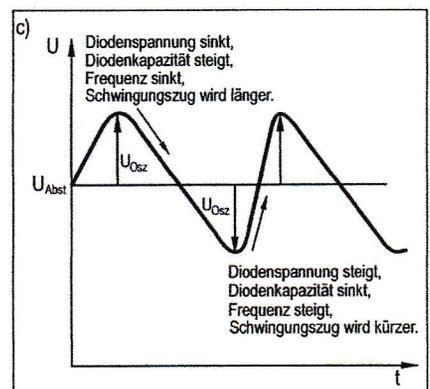


Bild 2

In diesem Fall kann man $U_C \sim 0$ setzen. Die Diodenkapazität ändert sich entsprechend der resultierenden Spannung. Wie das Bild 2 andeutet, müsste sich ein asymmetrischer Schwingspannungsverlauf einstellen, der, da er von der idealen Sinusform abweicht, zusätzliche Signalbandbreite erzeugt. Ist die Überlegung richtig oder falsch?

Lutz Henning, DK8JH
Lessingstr. 44, 45772 Marl
dk8jh@dar.de

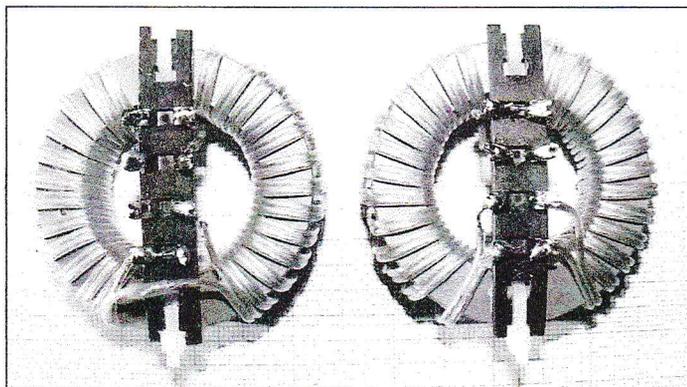


Bild 6: Jeweils ein 1 : 1- und ein 1 : 4-Balun auf Siemens N30-Kern mit 50 mm Durchmesser (Lieferant: Oppermann) Foto: DL9GTI

Testfragen aus der Antennentechnik

1. Was versteht man unter Fading ?

- a. AM Modulation eines Senders
- b. Feldstärkeschwankungen/Schwund
- c. Minimale Leistung eines Senders

2. Was bedeutet der Begriff „Wellenwiderstand“ ?

- a. der ohmsche Widerstand einer Leitung
- b. der kapazitive Widerstand einer Yagi-Antenne
- c. die Impedanz einer HF-Leitung

3. Wie wird der Wellenwiderstand Z definiert ?

- a. $z = U/I$
- b. $z = \sqrt{L/C}$
- c. $z = \sqrt{Z_d} \times Z_k$

4. Was bewirkt eine Reflexion beim UKW-Empfang ?

- a. Rauschen
- b. Empfang von anderen Sendern
- c. Verzerrungen, zu Hall- und Echoerscheinungen

Lösungen : 1. b / 2. c. / 3. b / 4. c

5. Welchen Vorteil bringt eine horizontal montierte Zwillingsantenne ?

- a. Kleinerer horizontaler Öffnungswinkel , bis zu 6db Spannungsgewinn
 - b. Grösseres Vor/Rückverhältnis , bis zu 6db Spannungsgewinn
 - c. Kleinerer horizontaler Öffnungswinkel , bis 3db Spannungsgewinn
-

6. Der Gewinn einer Yagi-Antenne wird mit 14db angegeben. Was ist damit gemeint ?

- a. Es gibt an , wieviel db die Antenne in der Hauptempfangsrichtung maximal mehr abgibt als ein Normpegel.
 - b. Der mittlere Gewinn in der Empfangsrichtung.
 - c. Der mittlere Gewinn im Öffnungswinkel der Antenne.
-

7. Bei einer Yagi-Antenne ist der horizontale Öffnungswinkel mit 30° angegeben. Was ist damit gemeint ?

- a. Unter dem Öffnungswinkel versteht man den Winkel , bei dem die Spannung der Antenne auf 50% der Spannung in der Hauptrichtung abgefallen ist.
 - b. Unter dem Öffnungswinkel versteht man den Winkel , bei dem die Spannung auf 70% der Spannung in der Hauptrichtung angegeben ist.
 - c. Es ist der Winkel , bei dem die Spannung fast auf den Wert Null abgefallen ist.
-

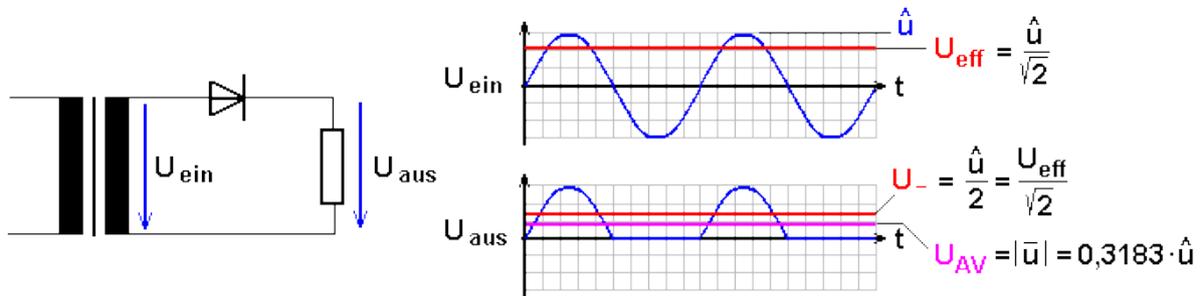
8. Bei einer Yagi-Antenne wird das Vor/Rückverhältnis mit 22db angegeben. Was ist damit gemeint ?

- a. Das Vor/Rückverhältnis ist nur durch die Reflexionen und ihren mechanischen Aufbau bestimmt.
 - b. Das Vor/Rückverhältnis ergibt sich bei Verhältnisbildung von Empfang in Hauptrichtung zum Empfang nach Drehung um 180° , wobei aber zusätzlich auch noch auftretende Nebenzipfel berücksichtigt werden müssen.
 - c. Das Vor/Rückverhältnis wird auf die Bedingungen am Norm-Dipol bezogen.
-

Lösungen : 5.c/6.a/ 7.b/8.b

Gleichrichterschaltungen

Einweggleichrichtung ohne Ladungsspeicher



Einweggleichrichtung Einpulsmittelpunktschaltung M1U (ungesteuert)

Diese einfachste Gleichrichterschaltung verwendet nur eine Diode. Der am Ausgang vorhandene Gleichstrom hat eine vorgegebene Flussrichtung und ist zeitlich nicht konstant. Die Schaltung liefert eine Mischspannung, also eine Gleichspannung mit Wechselspannungsanteilen. Die Qualität dieser Gleichspannung genügt nur selten den geforderten Ansprüchen.

Die Diode leitet in der oben dargestellten Schaltung während der positiven Halbwelle und bleibt bei der negativen Halbwelle gesperrt. Die Spannung am Lastwiderstand hat die gleiche Periodizität wie die Wechselspannung.

Ist die Ausgangsspannung Grundlage einer Leistungsberechnung, so gilt der Effektivwert der Wechselspannung.

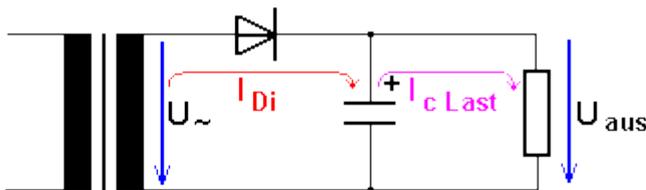
Mittels Einweggleichrichtung kann die Ausgangsleistung an einem ohmschen Verbraucher halbiert werden. Diese Methode wird in Sparschaltungen bei einigen Elektroheizgeräten und in zweistufigen Helligkeitsschaltungen von Leuchtröhren angewendet. Die Einweggleichrichtung eignet sich nur für kleine Leistungen.

Merke !

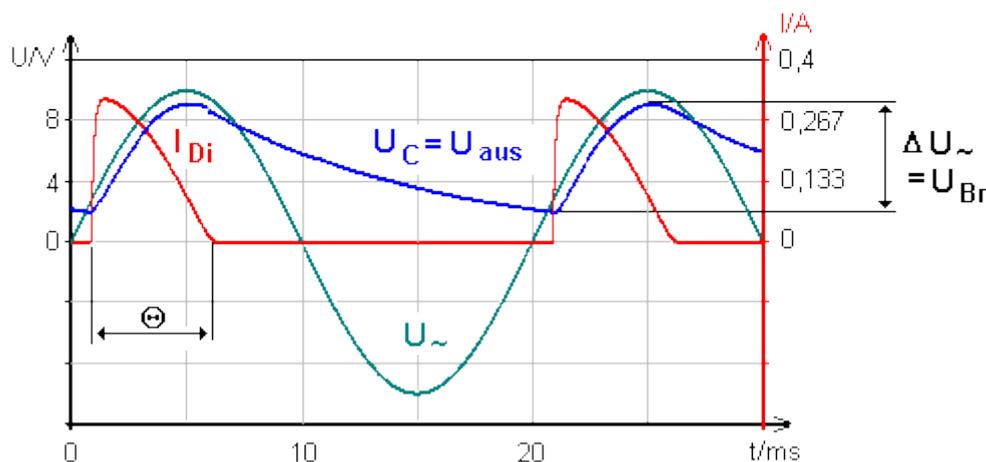
1. Die Einweggleichrichtung erzeugt eine Mischspannung von grosser Welligkeit.
2. Die Periodizität der Mischspannung ist gleich der Wechselspannung.
3. Der Diodenstrom fliesst während der gesamten Halbwelle.
4. Die Diodensperrspannung muss grösser sein als der Spitzenwert der Wechselspannung sein.

Einweggleichrichtung mit Ladekondensator

Die Ausgangsspannung nach der Diode ist zeitlich nicht konstant. Abhilfe schafft ein Speicherkondensator (C), der bei gesperrter Diode den Laststrom zur Verfügung stellt.



Einweggleichrichtung mit Ladekondensator



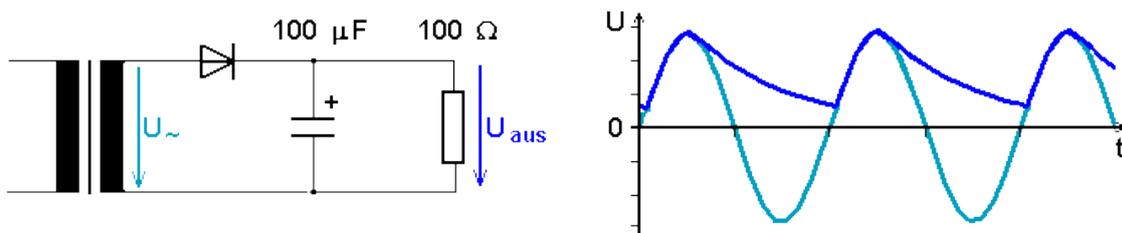
Bei leitender Diode fliesst ein Laststrom (I_{Di}). Unbelastet kann die Spannung parallel zum Kondensator den Spitzenwert der Wechselspannung erreichen. Bei gesperrter Diode ist die Wechselspannung U vor der Diode niedriger als danach. Der Diodenkreis ist unterbrochen. Im Ausgangstromkreis wirkt jetzt der Kondensator als Spannungsquelle und wird durch den Lastwiderstand

entladen. Je niedriger Lastwiderstandswert bei hoher Belastung ist, desto weiter nimmt die Ausgangsspannung ab. Der Ladungsverlust wird erst in der Halbwelle ausgeglichen, wo die Diode erneut leiten kann. Der Laststrom fließt nur solange bis die Potentialdifferenz an der Diode die Schwellenspannung unterschreitet. Die Durchlasszeit wird als Stromflusswinkel (θ) angegeben. Er ist bei höherer Belastung grösser, da während der Diodensperrzeit die Ausgangsspannung geringere Werte erreicht hat und die Diode folglich länger leitend bleibt.

Die Schaltung mit Ladekondensator liefert einen höheren Gleichrichterwert (U_{AV}). Bei Leerlauf erreicht die Spannung den Spitzenwert der Wechselspannung. Im Belastungsfall ergeben sich Spannungsschwankungen auch Brummspannung (U_{br}) genannt. Die überlagerte Wechselspannung hat die gleiche Frequenz wie die versorgende Wechselspannung.

Mit zunehmender Belastung bei gleichbleibendem Wert des Ladeelkos nimmt auch die Welligkeit der Ausgangsgleichspannung zu. Je grösser die Kapazität des Ladeelkos ist, desto geringer wird bei gleicher Last die Brummspannung oder Welligkeit.

Ein praktisches Beispiel



Kondensatoren mit hoher Kapazität haben frequenzabhängig eine sehr kleinen Blindwiderstandswert. Im entladenen oder gering geladenen Zustand wird zum Beginn der Leitphase die Diode einem Kurzschluss gleich belastet. Um den maximal zulässigen Diodenstrom nicht zu überschreiten, ist die Diode durch einen zu berechnenden Reihenvorwiderstand zu schützen.

Eine Einweggleichrichtung mit Ladespeicher liefert am Diodenausgang eine Leerlaufgleichspannung, die gleich dem Spitzenwert der Wechselspannung ist. Bei gesperrter Diode erreicht die Spannung am Diodenausgang ebenfalls den Spitzenwert der Wechselspannung. Die Diode muss daher für eine

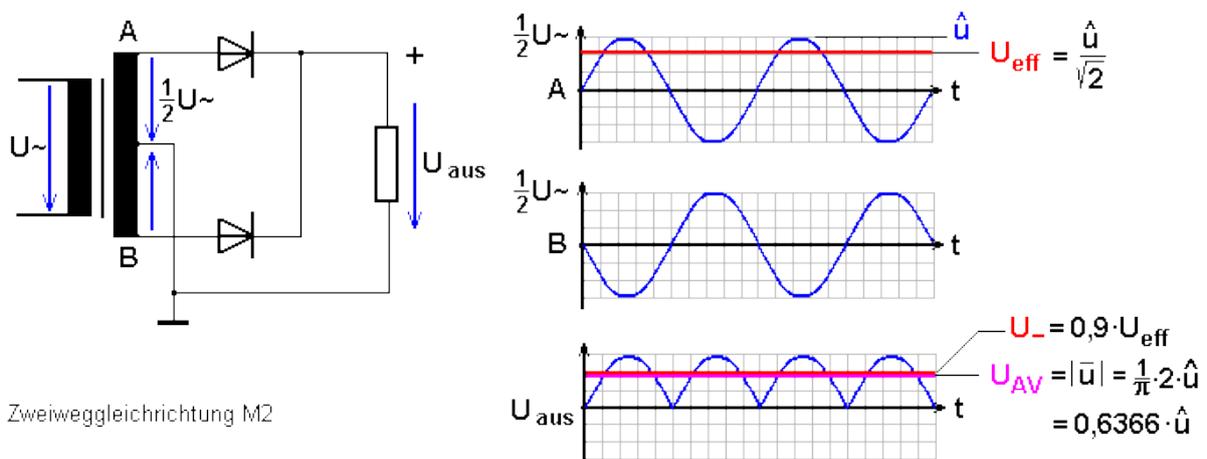
Sperrspannung geeignet sein, die mindestens dem doppelten Spitzenwert der Versorgungsspannung entspricht.

Merke....!

1. Eine Gleichrichterschaltung mit Ladeelko erzeugt eine Gleichspannung mit geringer Welligkeit.
2. Die Frequenz der Brummspannung ist gleich der angelegten Wechselspannung.
3. Nur während eines Stromflusswinkels fließt der Diodenstrom zum Nachladen des Kondensators.
4. Die Sperrspannung der Dioden sollte grösser als der doppelte Spitzenwert der Wechselspannung sein.
5. Bei grossen Ladekapazitäten muss der Diodenstrom begrenzt werden.

Zweiweg-Gleichrichtung

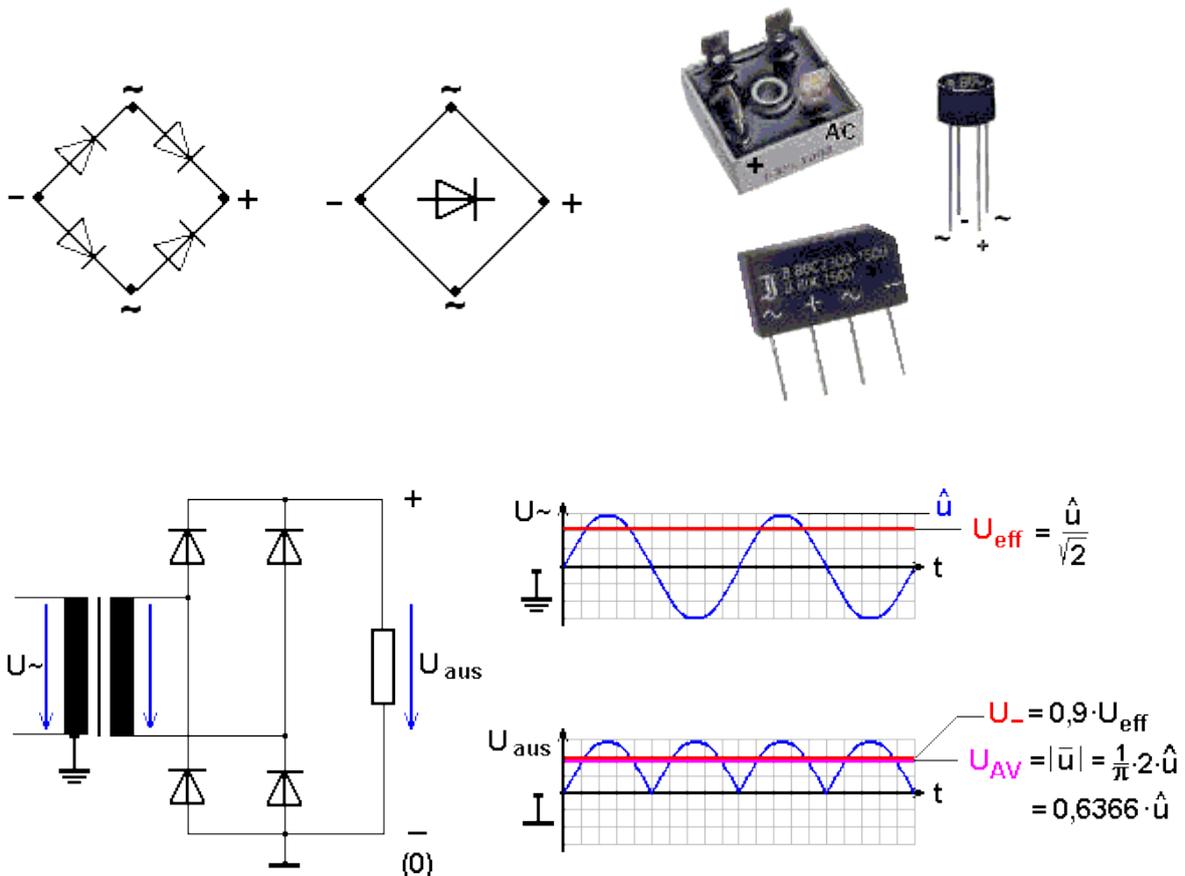
In der Zweiweg-Gleichrichtung sind die Dioden so geschaltet, dass im zeitlichen Verlauf jede Halbwelle ausgenutzt wird. Die Ausgangsspannung weist dadurch die doppelte Periode oder Frequenz der Versorgungsspannung auf. Zur Glättung der Ausgangsspannung reichen im Vergleich zur Einweg-Gleichrichter-Schaltung Ladenkondensatoren mit der halben Kapazitäten aus.



Der Gleichrichterwert im Vergleich zur Einweg-Gleichrichtung doppelt so gross.
Die Brummspannung hat die doppelte Frequenz der Versorgungsspannung.

Die Brückenschaltung –(Graetzschaltung)

Die Brückengleichrichtung wird mit vier Einzeldioden gleichen Typs aufgebaut.

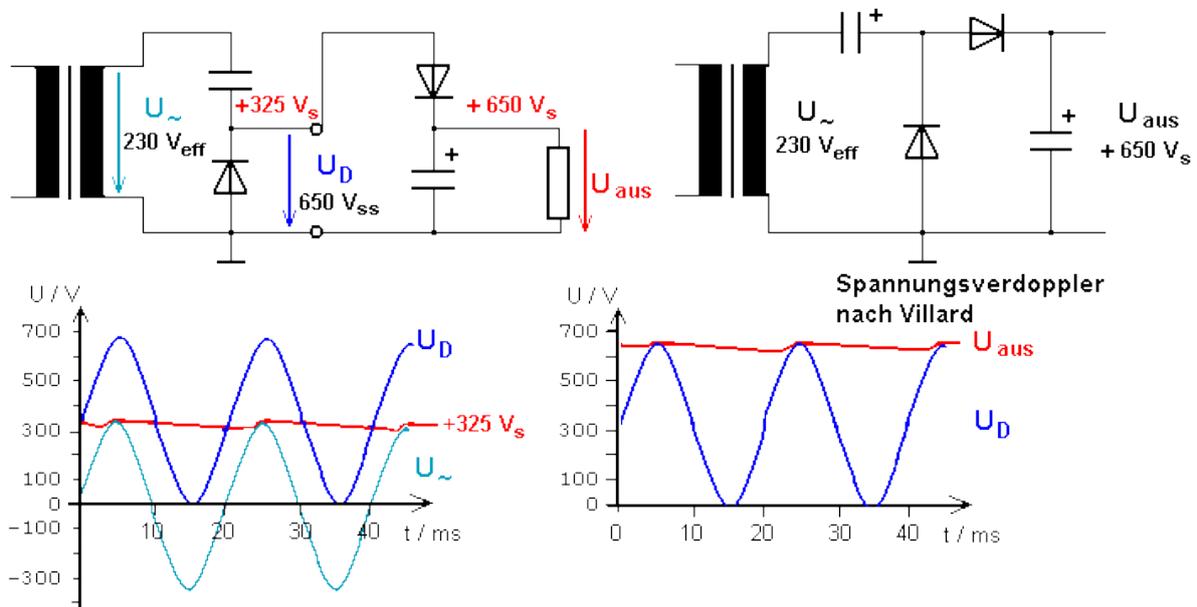


Graetzbrückenschaltung B2

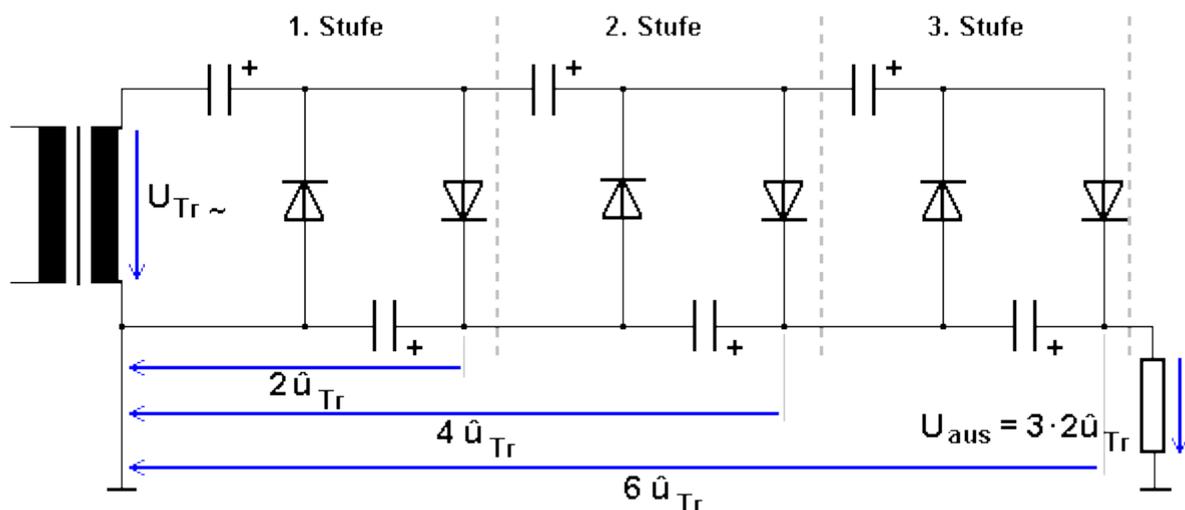
Die Schaltung B2 ist eine typische Brückenschaltung auch Gräetzschaltung genannt. Da der Strom während jeder Halbwelle durch zwei Dioden fließt, ist die Ausgangsspannung um den Wert der doppelten Diodenschwellen-Spannung niedriger. Der Lastwiderstand liegt zwischen den Dioden und für jede Halbperiode kann die volle Wechselspannung ausgenutzt werden. Die Sekundär-Wicklung des Trafos kommt ohne Mittelanzapfung aus. Bei den Zeitdiagrammen sind die unterschiedlichen Bezugspunkte zu beachten.

Spannungsverdoppelung nach Villard

Bei unbelasteter Einweggleichrichtung ist parallel zur Diode der doppelte Spitzenwert der Eingangsspannung messbar. Wird diese Diodenspannung als Quelle für eine weitere Einweggleichrichtung verwendet, so lädt sich der folgende Ladekondensator am unbelasteten Ausgang auf die doppelte Gleichspannung auf. Die Grafik zeigt die Schaltung und die Oszillogramme an den entsprechenden Messpunkten. Das rechte Schema entspricht der üblichen Darstellung des Spannungsverdopplers nach Villard.

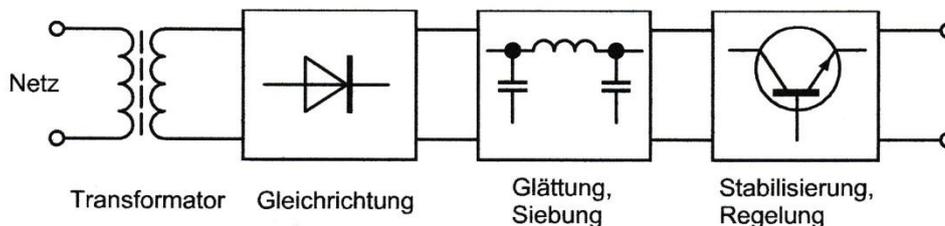


Auf dieser Basis basiert die Kaskadeschaltung



Grundschialtung eines linearen Netzteils.

1. Funktionsschema eines geregelten Netzteils



Einführung

Die Stromversorgung elektronischer Geräte kann aus dem Stromnetz, aus Batterien oder auch aus Solarzellen erfolgen. Oftmals entspricht die zur Verfügung stehende Spannung (z.B. 230V Netzspannung) nicht derjenigen Spannung, die zur Versorgung eines elektronischen Gerätes erforderlich ist. So ist die Aufgabe eines Netzgerätes, die zur Verfügung stehende Eingangsspannung U_1 in eine gewünschte Ausgangsspannung U_2 umzuformen.

Der Anspruch an Stabilität,

Einstellbarkeit,

Restwelligkeit und

Belastbarkeit

der Ausgangsspannung bestimmt die Art und die Dimensionierung eines Netzteils.

Aufgrund der unterschiedlichen Arbeitsweise unterscheidet man ungeregelte Netzteile, die linear geregelten Netzteile und die Schaltnetzteile.

Während bei konstanter Last ein unreguliertes Netzteil seinen Zweck erfüllen kann, erfordert eine wechselnde Ausgangslast ein stabilisiertes oder geregeltes Netzteil.

Funktionsbeschreibung

Der Netztrafo transformiert die Netzspannung in eine niedrigere Ausgangsspannung U_2 . Nach der Gleichrichtung wird die entstandene pulsierende Spannung geglättet und gesiebt und schliesslich einer Regelstufe zugeführt. (Siehe Blockschaltbild !)

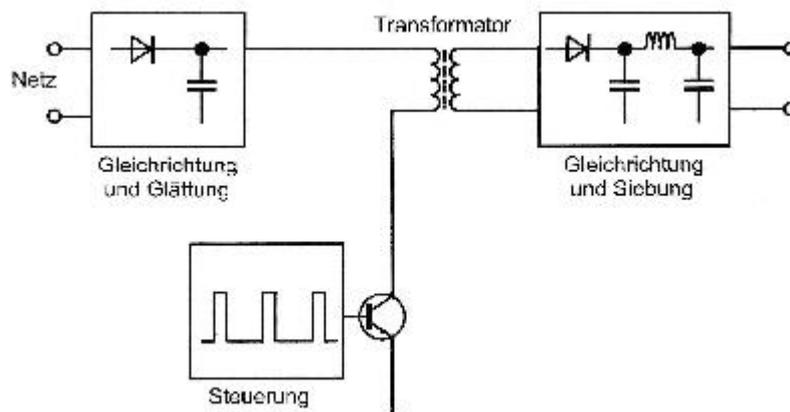
Prinzip einer getakteten Schaltung

Bei einem getakteten Schaltnetzteil wird zunächst die Eingangsspannung U_1 gleichgerichtet und geglättet. Diese Spannung wird über einen Transistor mit hoher Frequenz auf die Primärwicklung eines Transformators durchgeschaltet.

Das Schalten bei hohen Frequenzen erlaubt die Verwendung wesentlich kleinerer Transformatoren. Die transformierte, hochfrequente Sekundärspannung U_2 wird abschliessend wieder gleichgerichtet und gesiebt.

Über das Taktverhältnis des Schaltsignals lässt sich die Höhe der Ausgangsspannung steuern.

2. Blockschaltbild eines getakteten Netzteils

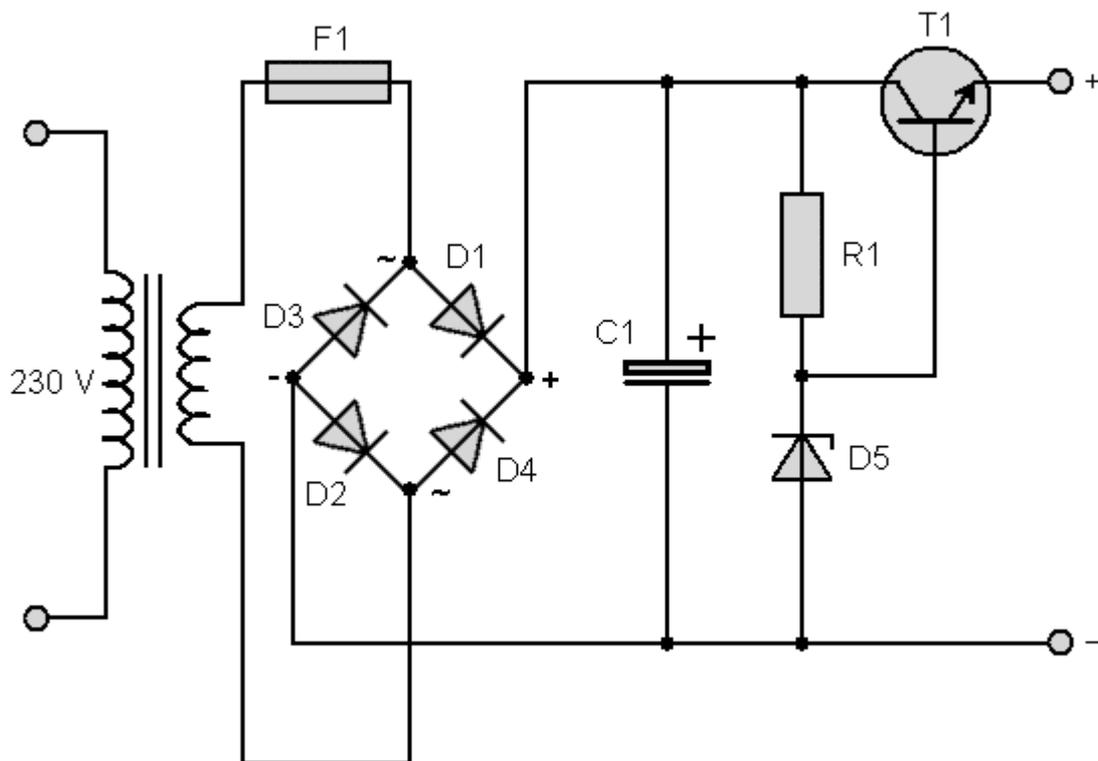


Schaltungsbeispiele

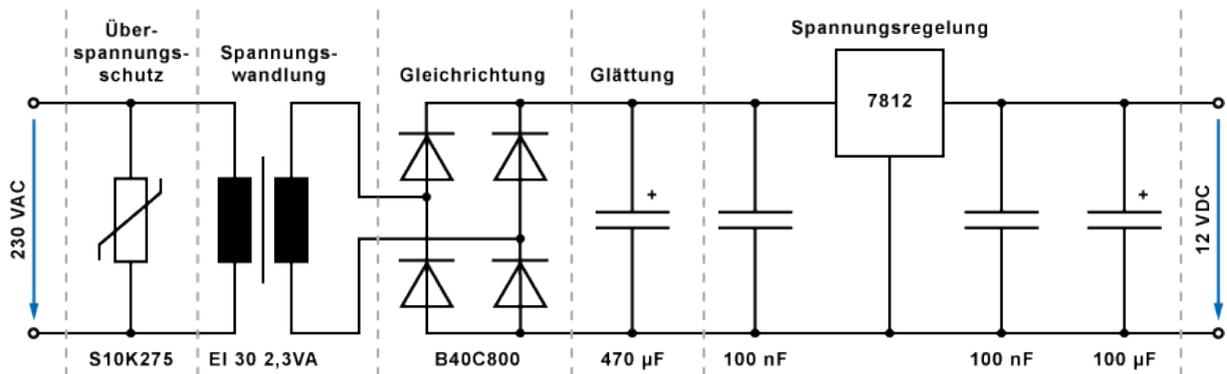
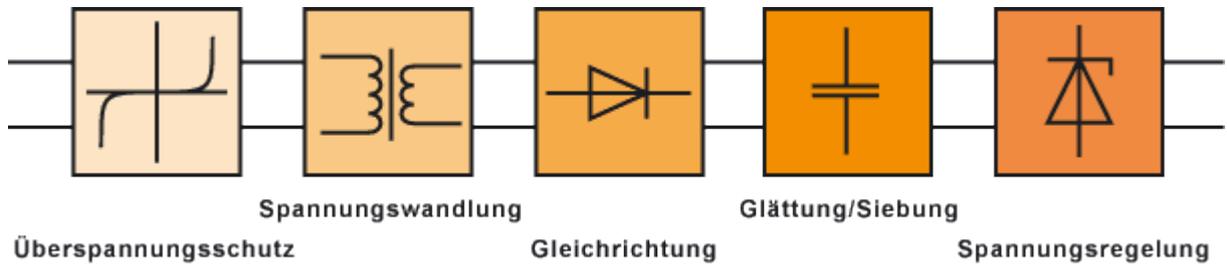
Ein technisch ausgereifter Schaltnetzteil wurde von der Firma Philips mit dem Chassis K-9 auf dem Markt gebracht.

Beiliegend : Schaltungsbeschreibung und Schema
(nach Philips Schulungsunterlagen)

Häufig verwendete Schaltungen



Festspannungsnetzteil



(Bild Elektronik-Kompendium)

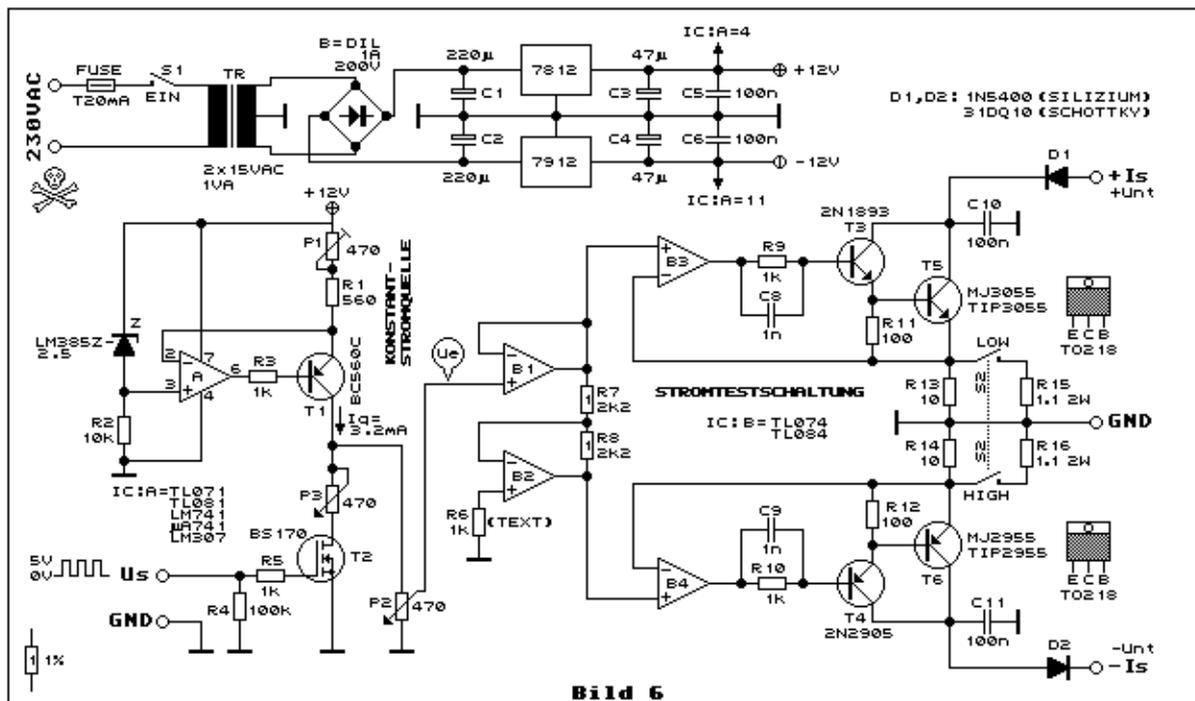
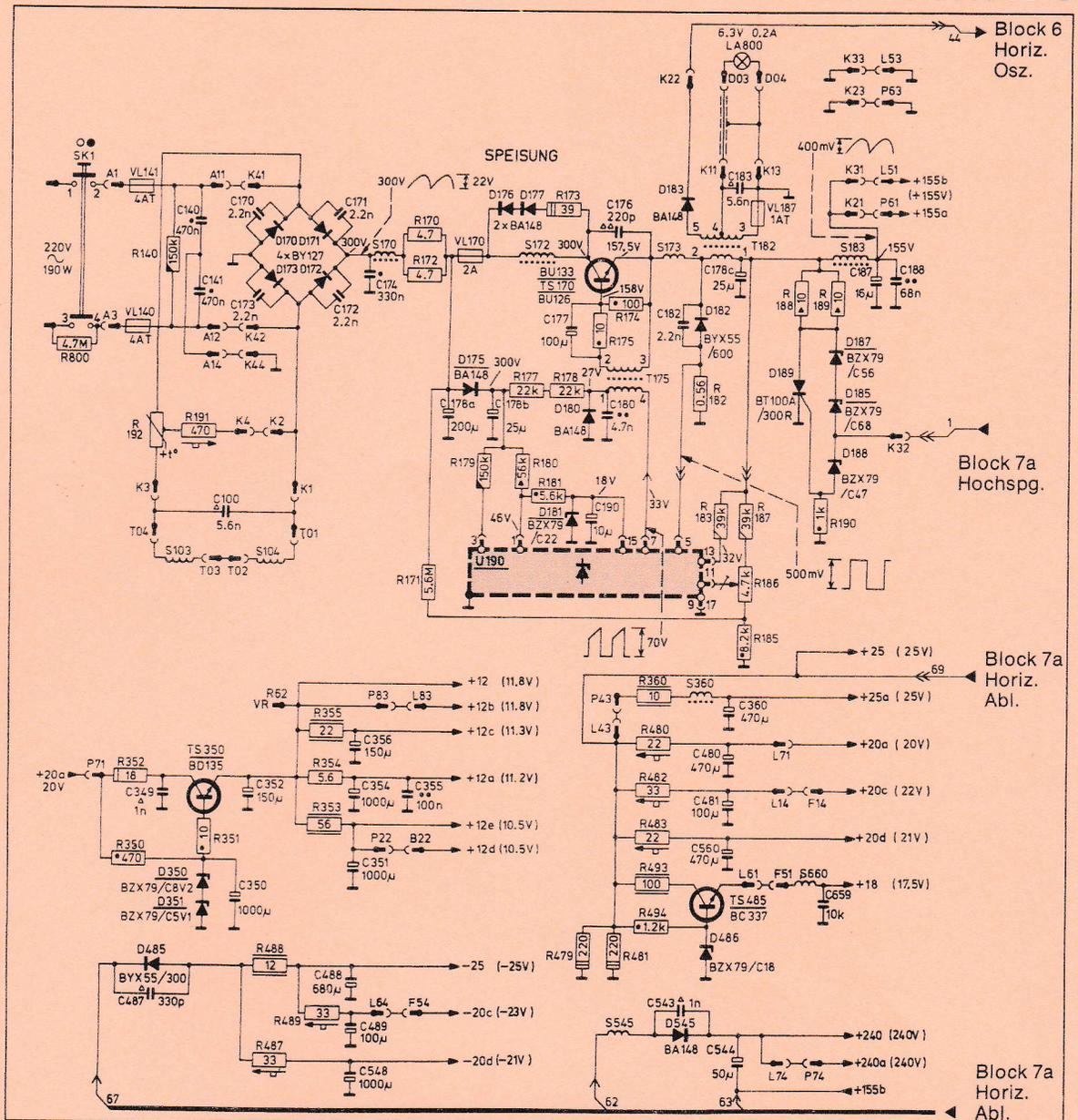


Bild 6

(Bild Elektronik-Kompendium)



Gewinnung der Speisespannung + 155

Der K9-Netzteil, der eine stabilisierte und kurzschlussfeste Ausgangsspannung von + 155 Volt liefert, weist sich durch eine niedrige Verlustleistung aus. Die Ausgangsspannung bleibt stabil bei Netzspannungsschwankungen von -15% bis +10% sowie Belastungsänderungen zwischen 0,1-1,5 A.

Mit der Graetz-Schaltung D 170-D 173 wird die Netzspannung gleichgerichtet, wodurch an C 178a eine Gleichspannung von 300 Volt entsteht. Mit der aus dem Schalttransistor TS 170, der Speicherdrossel T 182, der Diode D 182 und dem Modul U 190 bestehenden Schaltung baut sich an C 178c eine Gleichspannung von 155 Volt auf. Die prinzipielle Wirkungsweise beruht darauf, dass der Transistor TS 170 mit einer Frequenz von 18 kHz geschaltet wird. Während der Zeit, in der TS 170 leitet, lädt sich C 178c über TS 170 und die Speicherdrossel T 182 auf. Während der Sperrzeit von TS 170 beginnt die Diode D 182 zu leiten, sobald die Kathodenspannung kleiner als 0 Volt ist. Die in T 182 gespeicherte Energie verursacht nun einen Strom im Kreis R 182, der Diode D 182, T 182 und der Last (Schaltungen, gespeist mit 155 Volt). Mit dieser Schaltung lässt sich also eine Stromrückgewinnung erzielen.

Im Nominalfall ist die Öffnungs- und Sperrzeit des Transistors TS 170 gleich lang. Dies bedeutet, dass die Spannung an C 178c die Hälfte der Gleichspannung an C 178a beträgt. Durch

Verändern des Verhältnisses von Öffnungs- zu Sperrzeit von TS 170 kann die Ausgangsspannung beeinflusst werden.

Die Schaltimpulse für TS 170 kommen von Punkt 7 des Moduls U 190 über den Steuertransformator T 175.

Aus der Sekundärwicklung von T 182 wird die Anzeigelampe der Kanalwählertasten gespeist. Zudem erfolgt mit D 183 die Gewinnung der Startspannung für den Zeilenoszillator (Block 6).

Stabilisierung der Speisespannung + 155

Ein Teil der Gleichspannung an C 178c gelangt über den Spannungsteiler R 185–187 an Punkt 11 des Regelmoduls U 190, der u.a. einen Regelverstärker, einen Impulsbreitenmodulator sowie einen 18-kHz-Oszillator enthält. Sinkt zum Beispiel die Gleichspannung an C 178c infolge einer grösseren Belastung, wird über diese Schaltungen in U 190 die Breite des Schaltimpulses an Punkt 7 derart vergrössert, dass TS 170 während einer etwas längeren Zeit leitet und die Spannung an C 178c wieder zunimmt.

Die Speisespannung wird mit R 186 auf 145 Volt \pm 1% an Messpunkt M 30 in der Horizontalablenkstufe (Block 7a) eingestellt.

Überstromschutz

Falls der Ausgangsstrom den Wert von 1.5 A überschreitet, steigt die Spannung über R 182, die proportional zum erwähnten Strom ist, über 0.84 V. Über Punkt 5 von U 190 wird nun ein Regelkreis in Betrieb gesetzt, der dafür sorgt, dass TS 170 nicht mehr leitet und der Strom durch T 182 sowie die Ausgangsspannung absinken. Nach ca. 1 Sekunde kann die Überstromsicherung wieder zurückschalten und TS 170 wird wieder leitend. Besteht weiterhin eine Überlastung, spricht die Überstromsicherung sofort wieder an und unterbricht TS 170 erneut. Es handelt sich also um eine automatisch arbeitende, selbstprüfende Sicherung.

Das Aus- und Einschalten des Netzteils ist am Flackern der Anzeigelampe der Kanalwählertasten zu erkennen, da diese Lampe von T 182 gespeist wird.

Überspannungssicherung

Die strombegrenzende Eigenschaft dieses Netzteils wird ebenfalls zum Schutz gegen Überspannungen ausgenützt.

Steigt die Ausgangsspannung über ca. 165 Volt, zündet der Thyristor D 189 über die Zenerdiode D 185/D 187/D 188. Der Ausgang wird nun über R 188/R 189 kurzgeschlossen, worauf die Überstromsicherung anspricht. Die selbsttätige Prüfung sorgt dafür, dass TS 170 wieder normal arbeitet, sobald die Überspannung nicht mehr vorhanden ist.

Der Fusspunkt der Hochspannungskaskade ist über Leitung 1 mit dieser Schaltung verbunden, so dass bei Hochspannungsüberschlägen die Speisung kurzzeitig abschaltet.

Automatische Entmagnetisierung

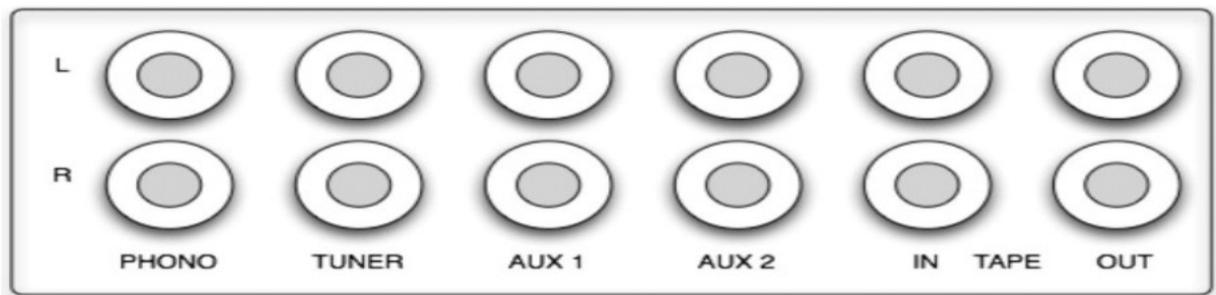
Parallel zum Netzeingang liegt die automatische Entmagnetisierungsschaltung. Der Entmagnetisierungsstrom durchfließt die Spulen S 103/S 104 und den PTC-Widerstand R 192. Mit zunehmender Erwärmung steigt der Widerstandswert von R 192 an und der Strom sinkt ab.

Niedervoltspannungen und + 240

Die Niedervoltspannungen werden aus der Zeilenendstufe abgeleitet, wobei TS 350 und TS 485 zur weiteren Stabilisierung dienen. Zur Gewinnung der Spannung von 240 Volt wird zum + 155b eine Spannung aufgestockt.

Übungsaufgaben

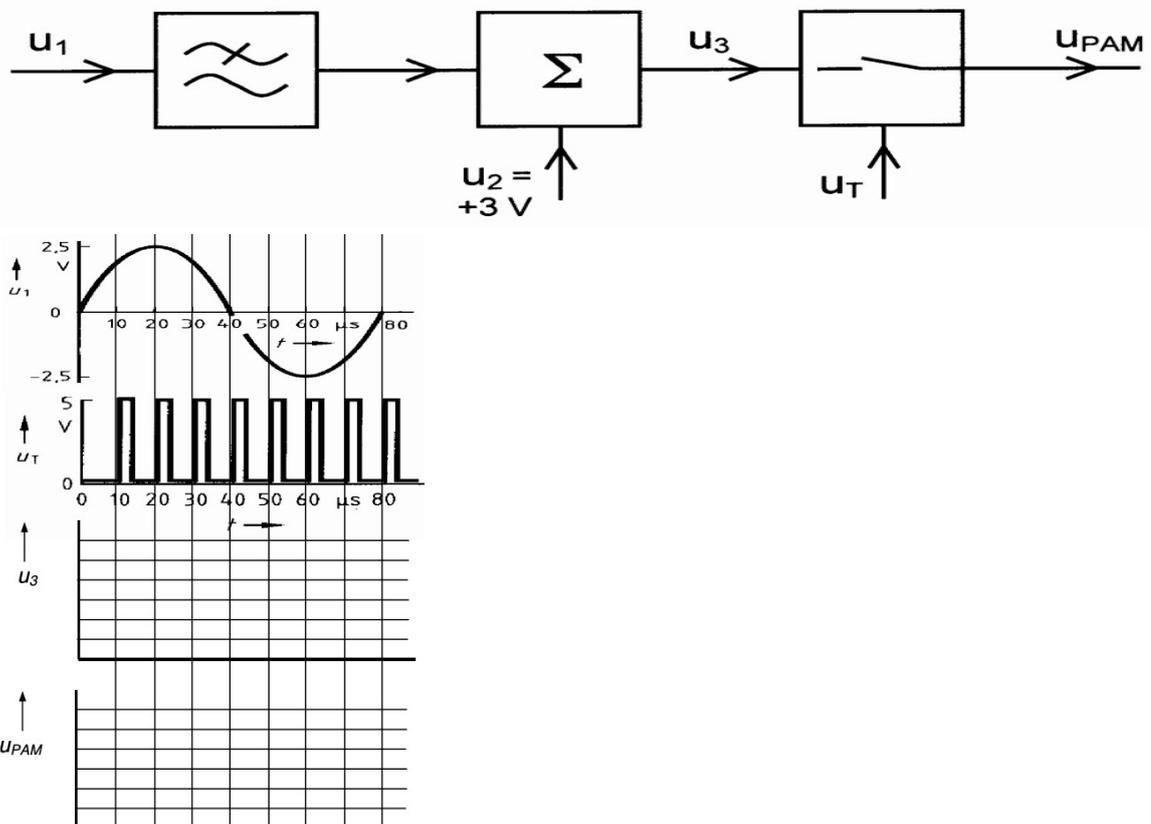
1. Ein Audioverstärker hat folgende Anschlüsse:



- a) Was bedeutet AUX und was kann man daran anschliessen?
 b) Kann man an diese Anschlüsse auch ein dynamisches Mikrofon anschliessen?

2. Pulsamplitudenmodulation

- a) Zeichnen Sie das Zeitbild der Spannung u_3 und u_{PMA} für die Periode von u_1 der folgenden Pulsmodulation.



- b) Welche Frequenz muss die Trägeramplitude (U_T) mindestens haben, um ein Informationssignal (U_1) welches mit $F_s = 20$ kHz abgetastet wird zu übertragen?
 c) Welche Funktion hat der Tiefpass?

3. Ein HF-Verstärker liefert bei einer Eingangsspannung von $20\mu\text{V}$ eine Ausgangsspannung von 10mV .

- a) Welchen Wert hat der Ein- und Ausgangspegel in $\text{dB}\mu\text{V}$?
 b) Wie gross ist die Spannungsverstärkungs- Mass des HF-Verstärkers?

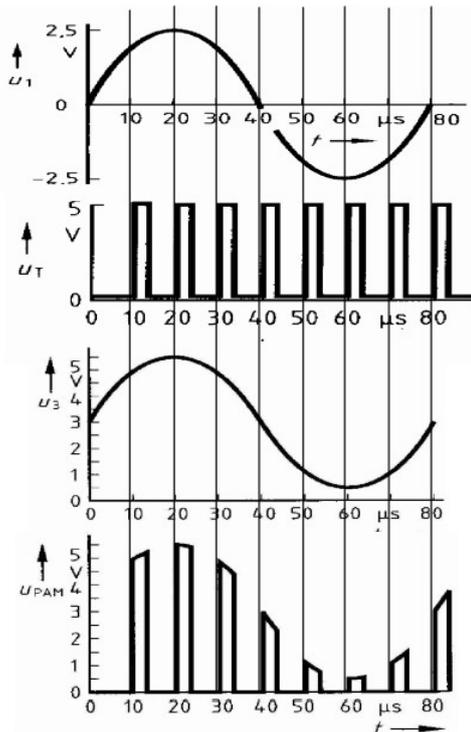
Lösung

1. Anschlüsse eines Audioverstärkers

- AUX kommt von der englischen Bezeichnung „Auxiliary“ und steht für Hilfseingang. An diesen Eingang schliesst man z.B. CD- Player, MP3-Player oder Video-NF an.
- Nein, kein Anschluss möglich da die Mikrofonspannung für die Eingänge Tuner, AUX, und TAPE zu gering ist und der Phono-Eingang den Mikrofonfrequenzgang verzerrt.

2. Pulsamplitudenmodulation

a)



b) $f_T = 2 \cdot F_S = 2 \cdot 20\text{kHz} = \underline{40\text{kHz}}$

In der Praxis gibt man eine Reserve von 10% dazu $\rightarrow f_T = 2 \cdot F_S + 10\% = 2 \cdot 20\text{kHz} \cdot 1.1 = \underline{44\text{kHz}}$

c) Er dient als Antialiasfilter.

3. HF-Verstärker

a) $L_{UIN} = 20 \cdot \log(U_x / 1\mu\text{V}) = 20 \cdot \log(20\mu\text{V} / 1\mu\text{V}) = \underline{26\text{dB}\mu\text{V}}$
 $L_{UOUT} = 20 \cdot \log(U_x / 1\mu\text{V}) = 20 \cdot \log(10\text{mV} / 1\mu\text{V}) = \underline{80\text{dB}\mu\text{V}}$

b) $G_U = L_{UOUT} - L_{UIN} = 80\text{dB}\mu\text{V} - 26\text{dB}\mu\text{V} = \underline{54\text{dB}}$

oder

$G_U = 20 \cdot \log(U_{OUT} / U_{IN}) = 20 \cdot \log(10\text{mV} / 20\mu\text{V}) = \underline{54\text{dB}}$