
Subject: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung und Diskussion der
Netzteil-Schaltung eines neuen Verstärkers

Posted by [Michael von Daake](#) on Mon, 23 Jun 2014 18:58:55 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo zusammen

In einem Bastelprojekt kommen bei mir 4 unterschiedliche Netztrafos zum Einsatz und ich frage mich gerade, wie man diese primärseitig vorschriftsmäßig verdrahtet.

Die 4 Trafos sind quasi im Quadrat angeordnet, wenn man auf die Anschlußseite schaut sieht man oben links und oben rechts je einen Heiztrafo und unten links und unten rechts je einen Trafo für Anodenspannung. Die Trafos sind so montiert, daß alle Primäranschlüsse zur Mitte zeigen. Der Weg von Anschluß zu Anschluß liegt also nur bei ca. 50 - 60mm.

Muß man nun vom davorgeschalteten Netzfilter je ein 3-adriges Kabel zu jedem Trafo führen, oder darf man ein Kabel zum ersten Trafo führen und dann mit isolierten Litzen zu den weiteren Trafos durchverdrahten?

Alle Trafos besitzen eine Schirmwicklung, deshalb sprechen wir über eine 3-adrige Leitung.

Und noch eine weitere Frage. Es handelt sich um eine Audioendstufe. Ist es bezüglich Streufeldern und der kapazitiven Kopplung egal wie herum Phase und Null angeschlossen werden? Oder ist es sinnvoll herauszufinden, welcher Anschluß zur inneren Wicklung, nahe am Kern geht und dann alle Trafos gleich herum anzuschließen?

Bei Hifi-Geräten wird ja oft die Polung des Netzsteckers ausprobiert und die Leute stecken den Stecker so ein, daß sich eine möglichst geringe Spannung (kapazitive Kopplung) am Gehäuse gegen Erde gemessen ergibt.

Das ist ja bei nur einem Netztrafo auch leicht zu bewerkstelligen, aber bei 4 Stück?

Also versteht mich richtig, das muß nicht als leuchtendes Beispiel in einem Lehrbuch zur VDE herhalten, aber ich will auf keinen Fall etwas Verbotenes bzw. grob fahrlässiges machen. Wenn es ungefähr richtig wird reicht mir das.

Gruß
Michael

Edit Mod.: Thread-Titel der entstandenen Diskussion angepasst - 14 Jul 2014 / BH

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [AndreasS](#) on Mon, 23 Jun 2014 19:29:08 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Michael von Daake schrieb am Mo, 23 Juni 2014 20:58...Muß man nun vom davorgeschalteten Netzfilter je ein 3-adriges Kabel zu jedem Trafo führen, oder darf man ein Kabel zum ersten Trafo führen und dann mit isolierten Litzen zu den weiteren Trafos durchverdrahten?

Alle Trafos besitzen eine Schirmwicklung, deshalb sprechen wir über eine 3-adrige Leitung.

Hallo Michael,

mit dem Netzfilter vor den Trafos hast Du ja schon den Schutzleiter am schirmenden Gehäuse; die Kabel vom Netzfilter zum Trafo können dann zwei Adern haben (der Aufwand geschirmten Kabels ist Dir freigestellt). Die Schirmwicklungen der Trafos gehören mit dem Kern und mit dem Gehäuse verbunden (über den Schutzleiter an Erde). Netzseitig ist doppelte Isolation erforderlich.

Michael von Daake schrieb am Mo, 23 Juni 2014 20:58...Ist es bezüglich Streufeldern und der kapazitiven Kopplung egal wie herum Phase und Null angeschlossen werden? Oder ist es sinnvoll herauszufinden, welcher Anschluß zur inneren Wicklung, nahe am Kern geht und dann alle Trafos gleich herum anzuschließen?

Das Streufeld der Trafos hängt wesentlich von der Art der Belastung (z.B. Gleichrichter) und der Aussteuerung ab, deswegen wäre eine vollständige Kompensation allein durch die Anordnung zueinander nicht möglich. Aber Du kannst ja experimentieren - ich würde eher zu Schirmungen greifen.

Gruß Andreas

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [Didi](#) on Mon, 23 Jun 2014 20:32:09 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael

Die Verdrahtung an sich streut kaum , daher sollte es egal sein wie man die Trafos richtig anschließt . Was aber streut, sind die Trafos selber. Daher sollte man die Trafos so anordnen oder zumindestens abschirmen, daß sich die Streuung so wenig wie möglich bemerkbar macht .

MfG. Didi

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [Getter](#) on Thu, 26 Jun 2014 20:47:24 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo zusammen,

in jedem Fall sollte man den PE direkt vom Netzeingang zusätzlich über eine Leitung hinreichenden Querschnittes mit dem metallischen Gehäuse verbinden, sowie mit allen anderen leitfähigen und von außen berührbaren Teilen, sofern diese nicht gemäß Schutzklasse II als vom Netz isoliert zu betrachten sind.

Anderenfalls bestünde die Gefahr, dass bei Lockerung des Netzfilters der PE aus dem Netzeingang nicht mehr sicher mit dem Gehäuse verbunden ist - diese Gefahr ist besonders groß bei den mechanisch belasteten Netzfiltern, welche gleichzeitig als Kaltgeräte-Steckverbindung fungieren.

Zusätzlich würde ich direkt vom Netzeingang den PE auch an die Schirmwicklungen der

Trafos führen.

Bei einem Gerät der SK I, also PE am Gehäuse = Schaltungsmasse braucht man sich über kapazitive Probleme / Polung des Netzsteckers normalerweise keine Gedanken mehr zu machen.

Alle Geräte der Stereoanlage über dieselbe Steckdosenleiste versorgen, das verringert die Gefahr von Brummschleifen erheblich.

Sollte aber das geplante Gerät insgesamt als SK II ausgeführt werden, liegen nahezu sämtliche Dinge anders, als oben von mir und von den Vorrednern angesprochen. Bei SK II ist bereits der Netzfilter ein sehr kritisches Teil, da diese idR. nur Y2-Cs enthalten, die in einem Gerät der SK II keinesfalls mit der Schaltungsmasse verbunden werden dürfen !

Grüße aus HH !

Edit 27.06. : Tippfehler gefunden (fehlende Buchstaben) und beseitigt / BH

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Michael von Daake](#) on Fri, 27 Jun 2014 12:00:05 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo zusammen

Vielen Dank erstmal für eure Stellungnahmen. Aus den Antworten entnehme ich, daß das Hauptaugenmerk auf den Schutzleiter zu richten ist und die Verdrahtung von Phase und Null nicht so kritisch zu sehen ist.

Es wird ein Schutzklasse 1 Gerät, das ist meiner Meinung nach der sicherste Weg für den Hobbybastler. Wie soll man ein Schutzklasse 2 Gerät zuhause prüfen? Solches Equipment hat doch keiner.

Jetzt lasse ich mal Bilder sprechen, vielleicht hat ja der eine oder andere noch einen Verbesserungsvorschlag. Erstmal der aktuelle Schaltplan, wie ich mir das Ganze so theoretisch denke:

Der Aufbau soll in 2 Ebenen erfolgen, also unten alles was zum Netzteil gehört und eine Etage darüber die NF-Schaltung.

Die Netzteilkomponenten habe ich mal für ein Foto auf dem Fußboden angeordnet. Die Trafos werden von unten an das Bodenblech geschraubt, hängen also unter dem Gerät. Drumherum die Gleichrichterröhren, Drosseln und Siebkondensatoren.

Hinten in der Mitte die Netzeingangsbuchse, davor der Netzfilter und vorn der Netzschalter. Für die Verteilung des Schutzleiters werde ich also am besten einen M4-Gewindebolzen an die Trafoplatte schweißen lassen. Zwischen den beiden großen Trafos wäre ja Platz dafür.

Am Ende wird das dann etwa so aussehen, die Idee für dieses Design aus mehreren übereinander angeordneten Aluminiumplatten habe ich hier geklaut:

<http://www.holgerbarske.com/allgemein/fi-46/>

Für einen ersten Aufbau finde ich dieses offene Design ideal, so kommt man überall gut dran und kann mal schnell was ändern und ausprobieren. Für den Alltag kann man später immer noch ein "ordentliches" Gehäuse entwerfen.

Falls einer von euch etwas Böses sieht, meldet euch bitte.

Gruß und Danke
Michael

File Attachments

- 1) [Amity_05.jpg](#), downloaded 2077 times
- 2) [Amity_Netz.jpg](#), downloaded 1980 times

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Getter](#) on Fri, 27 Jun 2014 14:38:42 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,

noch einige Details : Netzspannungsführende Leitungen sind in den Verbindungsstellen so zu sichern, dass auch bei Versagen der Lötstelle (also dann, wenn gar kein Zinn vorhanden wäre) sich der Leiter dennoch nicht lösen und im Gerät herumvagabundieren kann.

Verzinnte Leiter dürfen niemals mittels Schraub-Klemmverbindungen angeschlossen werden !
Flexible / mehrdrähtige Leiter unverzinkt ggf. mit Aderendhülsen versehen, dann klemmen.

Im Bild fehlt noch mindestens ein Sicherungshalter ! Allerdings sollte jeder Trafo zusätzlich einzeln passend abgesichert werden.

Bei 'soviel Eisen' könnte noch ein NTC ergänzt werden, schont die Rö.-Heizungen und erlaubt zugleich knappere, dh. wirksamere Absicherung.

Auf guten Berührungsschutz achten !!
Auch bei werkzeuglosem Zerlegen des Gerätes (soweit möglich) darf keine Netzspannung zugänglich werden !
Genügende Luft-/Kriechstrecken !

Zur Schaltung äußere ich mich hier noch nicht, keine Zeit, die genau anzusehen.
Aber die Verwendung von Boosterdioden finde ich lobenswert, diese leistungsfähigen und ideal geeigneten Röhren liegen an sovielen Orten arbeitslos herum...

Sind die grauen Plastikeimer MKs ?

Mit MKs habe ich bei Gleichspannungsanwendungen schlechte Erfahrungen gemacht. Nicht einmal die angegebene, dauernd zulässige Nenn-Wechselspannung (50Hz, angegebener Temp.-Bereich) darf als Gleichspannung dauernd angelegt werden ! Ansonsten ergibt sich schleichender Kapazitätsverlust und sogar Brandgefahr. Das erstaunt zunächst, sieht man aber genau in die Datenblätter und Anwendungsklassen (HSFNT, HSFP, ...) versteht man es. MPs und MKV erwiesen sich als deutlich 'toleranter'.

Grüße aus HH !

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Michael von Daake](#) on Fri, 27 Jun 2014 17:04:41 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Getter

Vielen Dank für deine Mühe! Das ist ja einiges an guten Ratschlägen, ich werde das möglichst alles umsetzen.

Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38

Netzspannungsführende Leitungen sind in den Verbindungsstellen so zu sichern, dass auch bei Versagen der Lötstelle (also dann, wenn gar kein Zinn vorhanden wäre) sich der Leiter dennoch nicht lösen und im Gerät herumvagabundieren kann.

Das ist ja ganz wichtig. Also am besten starren Draht nehmen und den richtig ordentlich in die Lötösen hineinbiegen, so wie das damals in den Röhrenradios gemacht wurde. Das werde ich beherzigen.

Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38

Verzinnte Leiter dürfen niemals mittels Schraub-Klemmverbindungen angeschlossen werden !

Flexible / mehrdrähtige Leiter unverzinkt ggf. mit Aderendhülsen versehen, dann klemmen.

Gut, Schraub-Klemmverbindungen hatte ich bis jetzt eh nicht vorgesehen, aber trotzdem ein guter Hinweis.

Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38

Im Bild fehlt noch mindestens ein Sicherungshalter ! Allerdings sollte jeder Trafo zusätzlich einzeln passend abgesichert werden.

Ja, die Kleinteile habe ich auf dem Foto weggelassen. Der Sicherungshalter soll direkt neben die Netzeingangsbuchse hinten am Gehäuse.

Aber wenn es erforderlich ist die Trafos auch noch einzeln abzusichern, dann muß ich mir wirklich nochmal Gedanken machen, wo ich diese rein mechanisch unterbringe.

Allerdings frage ich mich, was passiert wenn die Sicherung des Heiztrafos durchbrennt und die des Hochspannungstrafo nicht. Das dürften die Audioröhren nicht allzu lange aushalten, oder?

Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38

Bei 'soviel Eisen' könnte noch ein NTC ergänzt werden, schont die Rö.-Heizungen und erlaubt zugleich knappere, dh. wirksamere Absicherung.

Da muß ich offenbar noch etwas lernen. Dieser Zusammenhang ist mir momentan nicht klar.

Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38

Aber die Verwendung von Boosterdioden finde ich lobenswert, diese leistungsfähigen und ideal geeigneten Röhren liegen an sovielen Orten arbeitslos herum...

Ja, die kann man günstig kaufen. Viel wichtiger ist mir aber, daß sie sehr wenig Störungen verursachen und daß sie die Hochspannung ganz langsam aufbauen. (20 - 30 Sekunden bis die volle Spannung anliegt)

Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38

Sind die grauen Plastikeimer MKs ?

Mit MKs habe ich bei Gleichspannungsanwendungen schlechte Erfahrungen gemacht.

Nicht einmal die angegebene, dauernd zulässige Nenn-Wechselspannung (50Hz, angegebener Temp.-Bereich) darf als Gleichspannung dauernd angelegt werden !

Ansonsten ergibt sich schleichender Kapazitätsverlust und sogar Brandgefahr.

Das erstaunt zunächst, sieht man aber genau in die Datenblätter und Anwendungsklassen (HSFNT, HSFPU, ...) versteht man es.

MPs und MKV erwiesen sich als deutlich 'toleranter'.

Ups, das sind schlechte Nachrichten. Maximal 320V DC müßten sie bei mir aushalten, das ist die Betriebsspannung für die Endröhren.

Das sind sogenannte Motor-Betriebskondensatoren MKA aus bedampfter Polypropylenfolie. Jeweils 50µF / 450V AC. Diese hier:

<https://www.buerklin.com/de/katalog/MKP-Motor-Betriebskondensatoren-Typ-Comar-MKA-D101910.html>

Die wollte ich eigentlich auch im NF-Bereich einsetzen. Mit dem M8-Gewindebolzen am Boden lassen die sich so schön einfach befestigen.

Also das wäre jetzt wirklich ein Schlag ins Kontor, dann müßte ich jetzt erstmal besser geeignete Kondensatoren finden, bevor ich mit den Zeichnungen der Montageplatten weitermachen kann.

Gruß und Danke
Michael

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [AndreasS](#) on Fri, 27 Jun 2014 18:40:48 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Michael von Daake schrieb am Fr, 27 Juni 2014 14:00... vielleicht hat ja der eine oder andere noch einen Verbesserungsvorschlag.

Hallo Michael,

probiere ruhig diese Schaltung - Probleme könnte Dir der Zwischenübertrager im Bereich der hohen Frequenzen schaffen. Er sollte unbedingt sekundärseitig mit einem ohmschen Widerstand abgeschlossen werden.

Bei Gegentaktschaltungen sind separate Kathodenwiderstände immer die bessere Lösung: sowohl für die 5687, da selten eine Röhre mit zwei identischen Systemen (und das noch bei 20 mA) zu finden ist als auch für die 2A3, da die Endröhre i.d.R. an den Grenzfrequenzen betrieben wird. Wahrscheinlich musst Du dann aber auch auf einige "Tricks" aus den Veröffentlichungen von L.O. verzichten.

Gruß Andreas

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [ocean-boy 204](#) on Fri, 27 Jun 2014 21:12:36 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo

[quote title=Getter schrieb am Fr, 27 Juni 2014 16:38]Hallo Michael,

noch einige Details : Netzspannungsführende Leitungen sind in den Verbindungsstellen so zu sichern, dass auch bei Versagen der Lötstelle (also dann, wenn gar kein Zinn vorhanden wäre) sich der Leiter dennoch nicht lösen und im Gerät herumvagabundieren kann.

Verzinnte Leiter dürfen niemals mittels Schraub-Klemmverbindungen angeschlossen werden !

Flexible / mehrdrähtige Leiter unverzinkt ggf. mit Aderendhülsen versehen, dann klemmen.
[quote]

Für die 230V kann man Klemmen für Hutschienenmontage nehmen, es gibt dafür Schraubbrücken, Klemmen mit Sicherungshalter und Schutzleiterklemmen. Das vereinfacht die lötfreie Verbindung und eventuelle Änderungen.

MfG

Volker

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [Getter](#) on Fri, 27 Jun 2014 22:05:38 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,

Michael von Daake wrote :Allerdings frage ich mich, was passiert wenn die Sicherung des Heiztrafos durchbrennt und die des Hochspannungstrafo nicht. Das dürften die Audioröhren nicht allzu lange aushalten, oder?

Naja, nicht schön, aber 'einmal ist einmal' : Aushalten werden die das schon.
Und vor allem : Für die elektrische Sicherheit völlig irrelevant.

Warum getrennte Si ? 4 Tr parallel - wenn nur einer überlastet ist, erhöht sich die Gesamt-Stromaufnahme nur im kleinen Maße, nicht genug, um eine gemeinsame Sicherung auszulösen - der überlastete Tr wird zerstört.
Dadurch kann sogar Netzspannung auf die Sek.-Seite gelangen, lebensgefährlich, dann ist nämlich die gesamte Stereoanlage plötzlich netzverbunden.

Michael von Daake wrote :

Maximal 320V DC müßten sie bei mir aushalten, das ist die Betriebsspannung für die Endröhren.

Das sind sogenannte Motor-Betriebskondensatoren MKA aus bedampfter Polypropylenfolie. Jeweils 50µF / 450V AC

Das *könnte vielleicht* noch gehen.

An Gleichspannung anschließen, Ohr an den C legen, absolut leise Umgebung, Gleichspg. langsam steigern, bis es in dem Kondensator leise zu knistern beginnt. Dann sofort abschalten, das ist die absolute Belastungsgrenze. Mit allen 4 Exemplaren probieren, dann ist vielleicht die halbe bis 2/3 Spannung von der 'Knistergrenze' aus gesehen die zulässige DC. Nicht grad professionell, aber so hab ich solche Cs schon vor Jahren für RPGs ausgesucht, eingebaut und geht seitdem unfallfrei.

Wie gesagt, MPs und MKV erwiesen sich hierbei als deutlich besser geeignet. Auf manchen alten MPs sind sowohl die maximal zulässige Wechsel-, als auch die max. zul. Gleichspg. angegeben - da liegt dann die zul. DC meist ca. 50% höher, als der Effektivwert der AC.

Grüße aus HH !

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [Michael von Daake](#) on Mon, 30 Jun 2014 13:42:27 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

AndreasS schrieb am Fr, 27 Juni 2014 20:40

Probleme könnte Dir der Zwischenübertrager im Bereich der hohen Frequenzen schaffen. Er sollte unbedingt sekundärseitig mit einem ohmschen Widerstand abgeschlossen werden.

Hallo Andreas

Gut, den Widerstand werde ich mal mit vorsehen. Kann da evt. auch ein RC-Glied notwendig werden? Das habe ich auch schon mal an dieser Stelle gesehen.
Der richtige Wert wurde dann mit einem Rechtecksignal ermittelt.

AndreasS schrieb am Fr, 27 Juni 2014 20:40

Bei Gegentaktschaltungen sind separate Kathodenwiderstände immer die bessere Lösung:

sowohl für die 5687, da selten eine Röhre mit zwei identischen Systemen (und das noch bei 20 mA) zu finden ist als auch für die 2A3, da die Endröhre i.d.R. an den Grenzdaten betrieben wird. Wahrscheinlich mußt Du dann aber auch auf einige "Tricks" aus den Veröffentlichungen von L.O. verzichten.

Bei der Vorstufe ...

... habe ich ja schon sehr gute Erfahrungen mit dem gemeinsamen Kathodenwiderstand gemacht, daher habe ich in dieser Richtung eigentlich wenig Bedenken. Gegentakt in Klasse A ist sehr tolerant gegenüber kleinen Unsymmetrien.

Wenn ich keine guten 5687 finde, dann kann ich mit einem anderen Kathodenwiderstand immer noch auf die russische 6N6Pi ausweichen, davon habe ich reichlich mit guter Übereinstimmung zwischen den beiden Systemen. Aber selbst mit relativ schlecht gepaarten Systemen klingt zumindest die Vorstufe recht gut. Meiner Dame gefällt der Klang mit schlechteren Paaren sogar besser als mit guten Paaren. Man hat dann halt mehr von der 2. Harmonischen im Klirrspektrum, viele Leute mögen das ja sehr gern.

Noch etwas mehr Verzerrungen entstehen, wenn man dann den Kondensator zwischen Primärwicklung und den Kathoden entfernt. Hat man jedoch ein gutes Triodenpaar drin, macht es keinen Unterschied, ob mit oder ohne den Kondensator.

Ja, ich bin mal gespannt, wie sich das alles bei einer Endstufe auswirken wird. Die 2A3 habe ich erstmal als Paare von Sovtek gekauft, verbessern kann man sich später immer noch, wenn alles soweit läuft.

Der weitgehend modulare Aufbau erlaubt es mir ja nur durch einen Wechsel von Heiztrafo und Fassungen auch eine andere Röhre zu benutzen. Die schöne AD1 von EML würde mir wohl gefallen ...

Gruß
Michael

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Michael von Daake](#) on Mon, 30 Jun 2014 14:13:59 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Getter schrieb am Sa, 28 Juni 2014 00:05

Warum getrennte Si ? 4 Tr parallel - wenn nur einer überlastet ist, erhöht sich die Gesamt-Stromaufnahme nur im kleinen Maße, nicht genug, um eine gemeinsame Sicherung auszulösen - der überlastete Tr wird zerstört.

Dadurch kann sogar Netzspannung auf die Sek.-Seite gelangen, lebensgefährlich, dann ist nämlich die gesamte Stereoanlage plötzlich netzverbunden.

Hallo Getter

Ersteres ist ein gutes Argument, ich werde also 4 Sicherungen einplanen.

Das Horrorszenario kann aber bei mir doch nicht eintreten, dafür sorgt doch schon die Schirmwicklung in den Trafos, oder?

Getter schrieb am Sa, 28 Juni 2014 00:05

Das *könnte vielleicht* noch gehen.

An Gleichspannung anschließen, Ohr an den C legen, absolut leise Umgebung, Gleichspg. langsam steigern, bis es in dem Kondensator leise zu knistern beginnt. Dann sofort abschalten, das ist die absolute Belastungsgrenze. Mit allen 4 Exemplaren probieren, dann ist vielleicht die halbe bis 2/3 Spannung von der 'Knistergrenze' aus gesehen die zulässige DC. Nicht grad professionell, aber so hab ich solche Cs schon vor Jahren für RPGs ausgesucht, eingebaut und geht seitdem unfallfrei.

Wie gesagt, MPs und MKV erwiesen sich hierbei als deutlich besser geeignet.

Bei Bürklin habe ich MKV von Epcos gefunden, allerdings kosten da 33 μ gleich mal 80,- Euro!

Davon bräuchte ich 28 Stück und das ist mir dann doch etwas teuer.

Was wäre denn von den MKP von F&T zu halten? Die hat Jan Wüsten im Programm:

<http://www.wuesten.net/kd/KHG47uF.pdf>

Da ist dann nur die Befestigung wieder ein Problem, weil es axiale Typen sind. Vielleicht mit Rohrschellen mit Gummilager?

Gruß
Michael

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Miro](#) on Mon, 30 Jun 2014 20:02:01 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,
die Schirmwicklung ist kein Schutz sondern nur eine kapazitive Entkopplung der Störspitzen der Netzwicklung gegen Masse also in dem Fall gegen 0. Ausserdem muß Du bei der Anordnung experimentell die Trafos und die Übertrager meist im rechten Winkel voneinander anordnen, weil ansonsten das Magnetfeld des Netztrafos in den Ausgangs-Übertrager koppelt. Das ist sehr unangenehm, wenn man schon das Montagechassis fertig gebohrt und alles montiert sowie verdrahtet hat. Bei Ringkerntrafos minimiert sich das im erheblichen Maße. Du kannst auch die Trafos in Mu-Metallbecher packen dann ist das Streufeld auch minimiert.

Ich wünsche viel Erfolg

Grüße aus München

Michael Roggisch

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Michael von Daake](#) on Tue, 01 Jul 2014 07:29:20 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael

Ja, das Brummproblem wird noch spannend. Meine Hoffnung beruht darauf, daß die Netztrafos liegend angeordnet sind und daher ihr Streufeld hauptsächlich in der Waagerechten wirkt und nicht nach oben, wo die NF-Übertrager montiert sein werden. Hinzu kommt, daß alle Trafos reichlich überdimensioniert sind und bei niedriger Aussteuerung des Kerns bleibt ja auch das Streufeld schwach.

Ohne die Montageplatten kann ich das Ganze ja schlecht ausprobieren, da alles in 2 oder 3 Ebenen montiert wird. Aber ich kann später noch eine zusätzliche schirmende Platte dazwischen anbringen, wenn es erforderlich wird. Mal sehen.

Gruß und Danke
Michael

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Getter](#) on Tue, 01 Jul 2014 18:42:26 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,

Michael von Daake wrote :Bei Bürklin habe ich MKV von Epcos gefunden, allerdings kosten da 33µ gleich mal 80,- Euro!

Ja, die sind etwas teurer - aber eben auch etwas hochwertiger....

Du glaubst gar nicht, wieviele MK/MKP, die man aus Altgeräten ausbaut, defekt sind (starker Kapazitätsverlust oder ganz kapazitätslos, seltener kurzgeschlossen) - die Quote ist enorm. Nun wurden die in der Regel auch knapp dimensioniert, aber dennoch sind derartige Typen absolut nicht 'erste Wahl', vor allem nicht die Billigtypen im Kunststoffbecher, daher erwähnte ich 'Plastikeimer'.

Über die F&T von FJZ kann ich nichts sagen - immerhin sind die schonmal für Betrieb an Gleichspannung spezifiziert, während im Gegensatz die 'grauen Plastikeimer' nur für den Betrieb an Wechselspannung 50/60Hz spezifiziert sind, für die Eigenschaften bei Betrieb an Gleichspannung gibt es keine Spezifikation.

Habe nun mal kurz die Schaltung angesehen :

Gib dem Zwischenübertrager unbedingt eine reelle Last in Form eines ohmschen Widerstandes, wie bereits von AndreasS empfohlen !

Gehe einmal in eine technische Hochschule Deiner Wahl, suche dort die Bibliothek auf und suche dann nach den Büchern, die dort begleitend zu den Grundlagenvorlesungen Elektrotechnik/Wechselstromlehre gelesen werden, dort wird sich dann auch etwas rund um die Theorie der Transformatoren und Übertrager finden - (falls nicht grad alle Bücher ausgeliehen sind, was durchaus passieren kann) In der Regel gibt's da auch Kopierer, so dass man gleich kopieren kann, ohne auszuleihen, was als Nicht-Hochschulangehöriger schwierig

bis unmöglich sein kann. Einfach hingehen und lesen, das geht eigentlich immer (so kenne ich es jedenfalls).

Kein Kopierer ? Digicam...

Ein RC-Glied (oder auch nur ein C) kann dann Sinn ergeben, wenn die Last an der Sek.-Seite nicht vollständig reell ist, also Blindkomponenten enthält - bei induktiver Komponente (zB. Lautsprecher !) kann man damit eine von der Frequenz weitgehend unabhängige Impedanz an der Sek.-Seite erreichen.

Beispielsweise bei Eintakt-Pentoden-Endstufen kann dadurch der Klirr erheblich reduziert werden - man betrachte einmal Charakteristiken Klirrfaktor vs. Anpassung (bzw. Fehlanpassung) bei konstanter Aussteuerung.

Was ist denn das für eine Gleichrichterschaltung mit 2x EY - und dann 2x Si-Diode ?

Gefällt mir nicht !

Gibt's keinen passenden Netztr mit Mittelanzapfung ? Dann kommt man trotz Vollweggleichrichtung mit 2x EY / PY aus.

Oder man muss halt 4x EY / PY spendieren !

Das wär doch mal richtig prall...

Und der Stabi ? Was tut der dort ?

20mA ?? Ein Glimmstabi stabilisiert die SPANNUNG, nicht den Strom !

Im Gegenteil, gerade weil die Spg. über ihm konstant ist, ändert der Strom in ihm sich noch weit stärker mit der Betriebsspannung, als er es nur in einem ohmschen R täte, der an die Betr.Spg. angeschlossen wäre.

So ist der Stabi nur eine Glimmlampe.

Weiterer Vortrag vorbehalten

Grüße aus HH !

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Michael von Daake](#) on Tue, 01 Jul 2014 22:50:53 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Getter

Der Hybridgleichrichter ist seit Mitte der 90er Jahre eigentlich gängige Praxis. Das hatte sich ein Italiener ausgedacht, dessen Name mir aber momentan entfallen ist.

Das geht wirklich gut, alle guten Eigenschaften der Boosterdioden bleiben erhalten, aber man spart sich die Hälfte der Heizleistung, die für eine komplette Graetz-Brücke nötig wäre.

<http://vinylsavor.blogspot.de/2013/06/the-octal-phono-preamp-lifier-part-3.html>

Aber auch Brücken nur aus Röhren werden natürlich gebaut:

<http://vinylsavor.blogspot.de/2011/03/tube-of-month-6ax4.htm> I

Die EY500A gönnt sich 2,1A, das wären 8,4A nur für den Gleichrichter. Deshalb habe ich

da mit Absicht so einen Hybridgleichrichter vorgesehen.

Der Stabi stabilisiert als Parallelregler natürlich die Betriebsspannung der Treiberstufe. Die Konstantstromquelle davor wird auf 60mA eingestellt, jeweils 20mA Ruhestrom für die beiden Trioden und 20mA durch den Stabi.

Dadurch, daß die Trioden in Klasse A laufen hat er nicht unbedingt viel zu tun, aber er bügelt halt letzte kleine Welligkeiten aus.

Anfang des Jahres habe ich noch mit Gerd Reinhöfer über diesen Stabi gesprochen und er hat eine solche Stufe mal in Spice simuliert. Die Verzerrungen lagen mit dem Stabi nochmal niedriger als sie es so schon sind bei einer Klasse A-Schaltung. Warum das so ist, hat er dann leider nicht mehr ergründen können.

Die Idee zu dieser Kombination, also Stromquelle mit Stabi, stammt ursprünglich von Gary Pimm: (Im unteren Drittel der Seite, "CCS fed shunt regulators")

http://www.pimmlabs.com/web/Active_loads_and_signal_current_control.html

Diese Quelle von ihm benutze ich:

http://www.pimmlabs.com/web/self_bias.htm

... und das ist auch einer der Gründe für eine eigene Hochspannungsversorgung des Treibers. Die Spannung für die Endröhren ist ja deutlich höher und von dort aus gespeist, hätte die Quelle ziemlich viel Wärme abstrahlen müssen und ich hätte eine EL34 oder einen ziemlich großen Kühlkörper mit dazu nehmen müssen.

Über die Kondensatoren denke ich noch ein bischen nach, aber die grauen Plastikeimer nehme ich nun doch nicht. Die hast du mir jetzt gründlich vergällt.

Gruß
Michael

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Getter](#) on Thu, 03 Jul 2014 13:23:21 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,

'Hybridgleichrichter' - klar funktioniert das !

Gefällt mir aber dennoch nicht... Du streust da gerade Deinem Röhren-Verstärker mächtig Sand in's Chassis

Entweder man baut einen Röhrenverstärker - oder man will Strom sparen...

Ja, soviele EY haben große Heizströme zur Folge.

Lösung : PY ! Warum nicht ? Die kann man dann ggf. auch alle in Serie heizen.
Die weitaus kleineren Heizströme haben einen weiteren, großen Vorteil : Erheblich kleinere magnetische Störfelder durch die Heizströme ! Elektrische Felder lassen sich ja einfach abschirmen, bei magnetischen ist es schwieriger, vor allem in einem Al-Chassis !

Stabi :

Natürlich hat der Stabi auch mit Vorwiderstand noch eine etwas stabilisierende Wirkung, eben wegen des oben von mir beschriebenen Verhaltens.

Und die Type 0D3 dürfte auch gar nicht direkt parallel zu 40 μ F geschaltet werden, das Ergebnis wäre ein Oszillator und die schnelle Schädigung des Stabis.

Hier müsste dann ein Hilfsstrecken-Stabi verwendet werden, der parallel zu Kapazitäten geschaltet werden darf, da gibt es Typen.

Wie auch immer, die Schaltung gibt so nur wenig Sinn, die Last gehört immer direkt parallel zum Stabilisator.

In den Zusammenhang ist auch die Konstantstromquelle sonderbar - entweder man hält die Spannung konstant, oder den Strom.

Beides zusammen ist Unfug ! Es hebt einander gegenseitig auf !

Nebenbei - die Konstantstromquelle... was bietet sich da an ? Man muss nicht lange raten : PL504 natürlich ! Jetzt sag bloß nicht, dass die mit Halbleitern realisiert werden soll... dann knirscht er noch lauter, der ganze Sand...

Kondensatoren :

Pragmatische Lösung wäre jeweils ein Elko mit kleinem, parallelem Kunstfolien-C, MKS oder sogar FKP. Die sind sehr impulsfest und induktionsarm.

Alternativ : Bosch-MPs aus den 1950er/1960er Jahren.

Die Type 220V/50Hz ist idR. auch für Gleichspannungen bis 500V spezifiziert (Aufdruck!)

Diese alten Cs im Al-Becher mit Bakelitdeckel haben noch Lötösen, nicht Flachsteckanschlüsse, sehen also zudem gut aus. Sehr verbreitet und immer noch oft zu finden waren / sind 4.5 μ F, 9 μ F, 220V (1x40W / 2x40W Leuchtstofflampe parallelkompensiert) und 7 μ F / 13.5 μ F, 220V (1x/2x65W) Die Typen für Reihenkomensation haben kleinere Kapazitätswerte und höhere Spannungsfestigkeit, wären also hier weniger geeignet.

Für Leuchten mit HQL waren auch 20 μ F / 40 μ F / 60 μ F, 220V (60 μ F bei HQL 1kW) verbreitet, aber die Leuchten dazu waren immer viel seltener, als L-Lmp., typischerweise wurden sie verwendet in Industrieanlagen und Verkehrsanlagen und sind mittlerweile entweder durch die weitaus effizienteren und lichttechnisch weit hochwertigeren HQL ersetzt worden - oder durch die ebenfalls sehr effizienten, aber lichttechnisch nicht überall verwendbaren Na-Hochdrucklampen. Und ob damals, als die ganzen HQL verschrottet wurden, jemand die Cs ausgebaut UND aufgehoben statt entsorgt hat, das ist bei Industrieanlagen eher unwahrscheinlich bis selten.

Also ggf. nach den L-Lmp.-Cs suchen, mit Geduld findet man noch Mengen davon.

Voraussetzung ist viel Platz im Chassis, diese Typen -vor allem diejenigen aus den 50er/60er Jahren- bieten weit kleinere Kapazität pro Volumen, als die grauen Plastikeimer.

Grüße aus HH !

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [Getter](#) on Thu, 10 Jul 2014 22:29:42 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,

nochmal zu den Kondensatoren :

Infos zu Epcos MKV :

<https://www.distrelec.de/ishop/Datasheets/lqB25832.pdf>

Geeignet -und preisgünstig- dürften DC-Zwischenkreis-Kondensatoren sein :

https://www.distrelec.de/ishop/Datasheets/WIMA_DC_Link_MKP_4.pdf

Preisgünstig, da PP-MK-Bauweise, aber in elektrischer Hinsicht hochwertig.

Eine zulässige Wechselstromkomponente von ca. 18A und ein ESR von 3.4mOhm für die 60µF-Version sind doch recht überzeugend...

Ein Nachtrag zum Stabi :

Es kann sinnvoll sein, einen Stabi (oder eine Z-Diode) mit konstantem Strom zu speisen, um daran beispielsweise eine Referenzspannung für Regel- oder Vergleichszwecke abzunehmen. In der Praxis hat man dafür früher eine konstante Betriebsspannung weit oberhalb der Stabispaltung gewählt, so dass die Spannung über dem Stabi nur noch recht kleinen Einfluss auf den Strom in der Reihe hat.

Es kann auch Sinn ergeben, eine Stromquelle mit einer konstanten Spannung zu speisen, damit die Stromquelle nur noch Änderungen in der Senke ausregeln muss, aber nicht zusätzlich solche in der Versorgungsspannung.

(Auf der von Dir verlinkten Seite des Gary Pimm wird das in einer der Beispielschaltungen gemacht.)

Beides tut aber Deine Schaltung gerade nicht !

Dort liegt der Stabi mit dem Vorwiderstand in Reihe parallel zu einer variablen Senke, diese Parallelschaltung wird versorgt aus einer Stromquelle. So wird weder eine konstante Spannung über, noch ein konstanter Strom in der Senke erreicht und die Schaltung ergibt für mich jedenfalls keinen Sinn. Es geht nicht auf in Rauch, aber die Senke bekommt mitnichten einen konstanten Strom und der Stabi wird zur Glimmlampe degradiert.

Für Schaltungen von sehr breitbandigen Verstärkern mit sehr hoher Eingangsimpedanz, sehr kleiner Eingangskapazität, höchster Empfindlichkeit und exzellentem Impulsverhalten, die zudem ihre Exzellenz millionenfach und jahrzehntelang unter Beweis gestellt haben, mag es sich lohnen, die Vertikalverstärker von Tektronix-Oszillographen der 1950er und 1960er Jahre zu studieren. Die Vertikalverstärker bei Tek sind sogar in aller Regel DC-gekoppelt ! Deren Schaltungen stammen nicht von irgendwelchen selbsternannten 'Audio-Gurus', sondern von Leuten, die zu den damals besten, erfahrensten, kompetentesten gehörten - ganz im Gegensatz zu manchem 'Audio'-Machwerk, was man derzeit so im Netz findet. Beachten sollte man dabei natürlich, dass die dort erreichten Spannungs- und Stromverstärkungen Werte aufweisen, mit denen man im Audio-Bereich meist nichts anfangen kann. Man muss mindestens stellenweise erheblich umdimensionieren oder auch mehr. Aber in jedem Fall sind diese Schaltungen sehr lehrreich und anregend, einige Eingangsstufen lassen sich möglicherweise tatsächlich übernehmen.

Grüße aus HH !

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung

Posted by [Michael von Daake](#) on Tue, 15 Jul 2014 12:17:06 GMT

[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Getter

Großartig dein Tip zu den Wima DC-Link Kondensatoren! Die gefallen mir sehr gut und es gibt viele unterschiedliche Bauformen, sogar rechteckige Gehäuse zum anschrauben ans Chassis. Der gute alte Kondensatorblock aus den 20er und 30er Jahren läßt grüßen.

Hier der Link zur Produktseite von Wima:

http://www.wima.de/DE/products_dcmlink.htm

Inzwischen habe ich mir mal ein paar Rohrschellen für axiale Bauformen besorgt. Das würde wohl auch funktionieren, sieht aber ziemlich gewöhnungsbedürftig aus. Ich stell mal ein Foto ein bei Gelegenheit.

Getter schrieb am Fr, 11 Juli 2014 00:29

Beides tut aber Deine Schaltung gerade nicht !

Dort liegt der Stabi mit dem Vorwiderstand in Reihe parallel zu einer variablen Senke, diese Parallelschaltung wird versorgt aus einer Stromquelle. So wird weder eine konstante Spannung über, noch ein konstanter Strom in der Senke erreicht und die Schaltung ergibt für mich jedenfalls keinen Sinn. Es geht nicht auf in Rauch, aber die Senke bekommt mitnichten einen konstanten Strom und der Stabi wird zur Glimmlampe degradiert.

Hmm, da kann ich nur auf die niedrigeren Verzerrungen der Gesamtschaltung in der Spice-Simulation verweisen. Theoretisch kann ich nicht gegen deine Einwürfe argumentieren.

Fest steht für mich nur die bessere Isolation der NF-Schaltung vom Netzteil. Anstatt der Quelle könnte man ja genausogut einen Vorwiderstand vor den Stabi setzen. Das hatte ich auch bei meinem ersten fliegenden Aufbau des Vorverstärkers so gemacht und das funktionierte schon sehr gut. Als dann die Quelle fertig war, habe ich die stattdessen eingebaut und es war vom Klang her nochmal ein bisschen besser.

Die Quelle ersetzt doch einfach nur den früher üblichen Vorwiderstand und bietet dabei den Vorteil einer besseren Entkopplung. Die Quellen von Gary Pimm sind ja für Audio optimiert und bieten über den gesamten NF-Frequenzbereich bis 20kHz einen Ausgangswiderstand von mehreren Gigaohm.

In Operationsverstärkern wird das doch genauso gemacht. Da können ja fertigungstechnisch bedingt auch keine echten Widerstände realisiert werden und deshalb wird jeder einzelne Widerstand in der internen Schaltung als Konstantstromquelle ausgeführt.

Auf ein paar Hundert Transistoren mehr oder weniger kommt es nicht an bei der Chip-Herstellung, aber ein echter Widerstand würde extrem viel Platz auf dem Chip beanspruchen und so die Kosten deutlich nach oben treiben.

Die "Senke", also die beiden Trioden die versorgt werden, arbeiten doch in Gegentakt-A. Die ziehen doch schon von sich aus immer einen konstanten Strom aus dem Netzteil. Wenn das eine Gegentakt-AB Schaltung wäre, die je nach Signal wechselnden Strombedarf hätte, dann könnte man ja die OD3 garnicht einsetzen, weil die nur zwischen 5mA und 40mA

zuverlässig arbeitet. Dann müßte man ja einen richtigen Parallelregler aus einer Triode bauen, der von 0 bis 60mA zuverlässig arbeitet und den gesamten Strom der Quelle zuverlässig in Wärme umwandeln kann.

Getter schrieb am Fr, 11 Juli 2014 00:29

... mag es sich lohnen, die Vertikalverstärker von Tektronix-Oszillographen der 1950er und 1960er Jahre zu studieren. Die Vertikalverstärker bei Tek sind sogar in aller Regel DC-gekoppelt !

Deren Schaltungen stammen nicht von irgendwelchen selbsternannten 'Audio-Gurus', sondern von Leuten, die zu den damals besten, erfahrensten, kompetentesten gehörten - ganz im Gegensatz zu manchem 'Audio'-Machwerk, was man derzeit so im Netz findet.

Tektronix ist das Stichwort! Der Mann, der diese Schaltung in Anlehnung an die alten Western Electric-Verstärker entworfen hat, war 9 Jahre bei Tektronix beschäftigt. Hier seine Homepage, unter dem Kapitel "The Amity, Aurora, and Karna" findest du die verschiedenen Verstärker besprochen.

Gruß
Michael

Subject: Aw: 4 Netztrafos - Fragen zur Verdrahtung
Posted by [ocean-boy 204](#) on Tue, 15 Jul 2014 20:26:27 GMT
[View Forum Message](#) <> [Reply to Message](#)

Hallo Michael,

zu den Tektronix Grundsaltungen gibt es dieses Paper:
http://w140.com/tube_circuits_in_tek.pdf

Das Tek-Wiki:
http://w140.com/tekwiki/wiki/Main_Page

MfG
Volker
