



## Krankenhausradio Elmshorn

### Audio – Mono - Mischer

Aus einem Stereosignal wird Mono  
Einfache Signaladdition ohne gegenseitige Beeinflussung

Eine Abhandlung von Jens Kelting  
Copyright 2004 - Alle Rechte vorbehalten  
Nachdruck nur mit Zustimmung des Verfassers!  
Krankenhausradio Elmshorn - Radio K.R.E.

V1.1 – Jan 2005



### Aus Stereo wird Mono – ein Rückschritt? ...und das Treiben von „langen“ Leitungen...

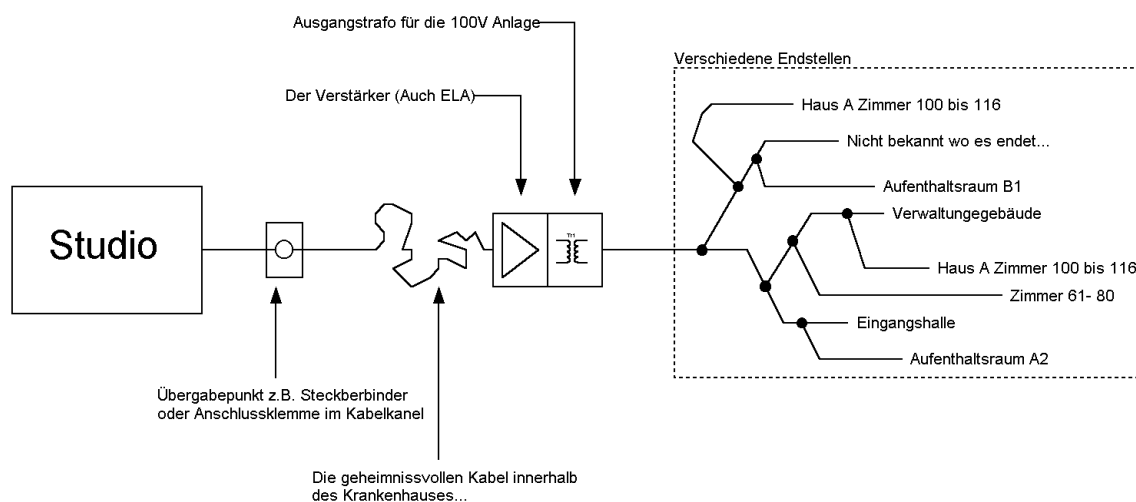
Da haben wir das einfache Mischpult, aus dem nur die beiden Buchsen Stereo-Main Left und Stereo-Main Right herauskommen. Wieder einmal suchen wir vergeblich die Mono-Taste auf der Frontseite des Pultes. Zugegeben, nicht alle Pulte der einfachen Bauart haben diese Funktion. Wer da mit einem 24 in 8 in 2 Profipult seine Sendungen fährt, kennt diese Probleme nicht. Da wird eine Subgruppe verwendet - und fertig ist das Signal.

Hier haben wir jedoch den Fall, das eventuell zwei Signale addiert werden sollen. Das Ganze natürlich ohne Verlust und einer Aufnahmemöglichkeit für den Sendemitschnitt, damit jeder Moderator wirkungsvoll wiederlegen kann, das er keine Werbung für den ortsansässigen Schlachter und dessen Wurstangebote gemacht hat...

Hinzu kommt noch die Tatsache, das ein Sendemitschnitt nicht immer in vollem Umfang „stereophon“ sein muss, um dem bereits genannten Anwendungszweck gerecht zu werden.

Nun gut, wie aber ist es möglich, ein Signal zu addieren? In der Beschreibung „Audio Splitter“ wird auf die gezielte Verteilung von Signalen eingegangen. Was aber, wenn der Weg einmal in umgekehrter Reihenfolge geschehen soll?

Dazu sehen wir uns erst einmal die Funktionsweise einer typischen Hausanlage an, mit der das frisch produzierte Radiosignal in die Räumlichkeiten kommen soll:



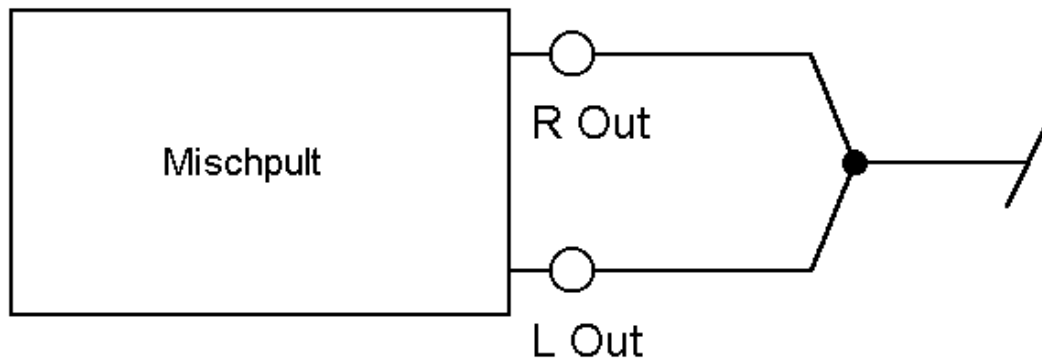
So muss das Signal einen unterschiedlichen Weg durch die Gebäude zurücklegen, bevor es Patienten ankommt. Das dabei Verluste auftreten, ist nicht ausgeschlossen.

Die meisten Anlagen übertragen das Signal auf einem Kanal – also Mono. Hier muss bereits im Studio eine Umsetzung von Stereo auf Mono durchgeführt werden. Voraussetzung ist dafür natürlich, das auch im Studio in Stereo gearbeitet wird. Ist dies nicht der Fall, sind die nachfolgenden Beschreibungen für den aufmerksamen Leser nur noch reine Unterhaltung...(smile).



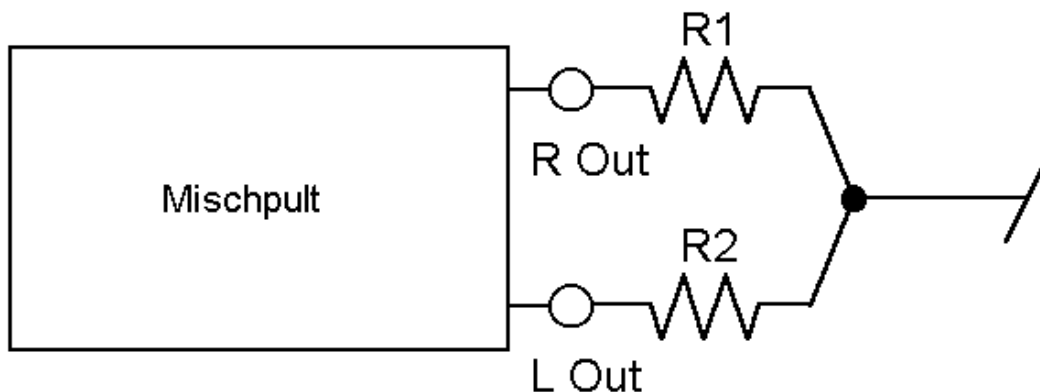
### Umsetzung

Nun ist es wichtig, die beiden Kanäle Rechts und Links zusammenzuführen – und dies ohne besondere Beeinflussung. Die einfachste Art ist das „zusammenklemmen“ der Mischpultausgänge, was aber unter ungünstigen Bedingungen Verzerrungen und klangliche



Veränderungen nach sich ziehen kann:

Diese rühren von den Ausgangsstufen her, dessen Operationsverstärker nicht für das Treiben kapazitiver Lasten ausgelegt sind. Werden nun zwei Ausgänge einfach zusammengeklemmt, besteht die Gefahr von Oszillationen am Ausgang. Besser ist es da, Widerstände in die Ausgangsleitungen zu legen:



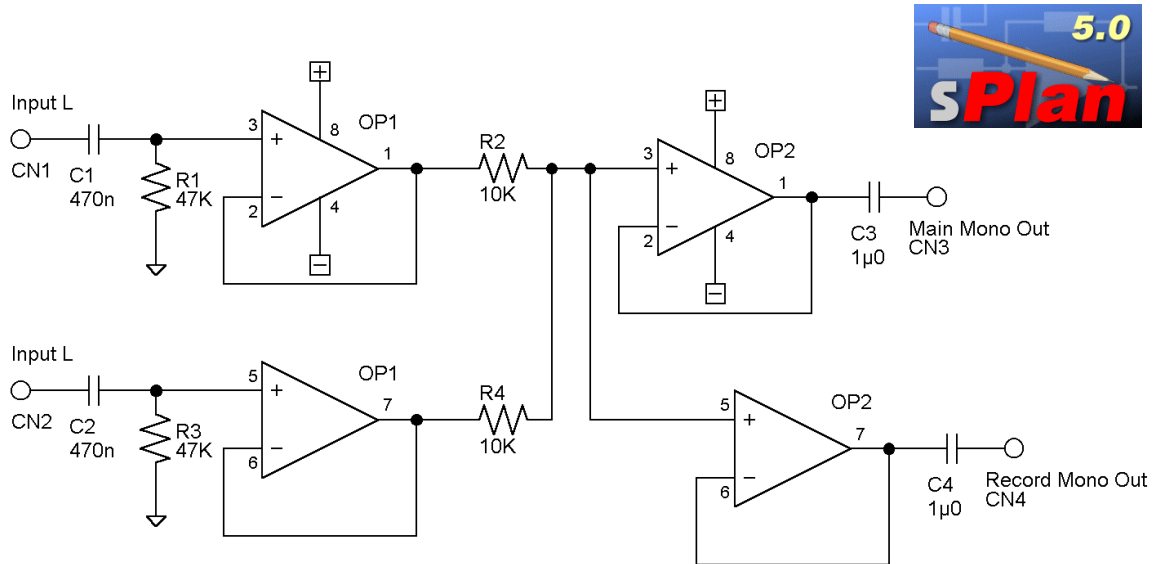
Jetzt können sich die anliegenden Spannungen über die vorhandenen Widerstände regulieren. Eine klangliche Beeinflussung sowie ein Pegelverlust sind auch hier jedoch nicht ausgeschlossen, da der Schaltungsteil nach den beiden Widerständen nicht immer ganz klar - oder dessen Aufbau nicht jedem bekannt ist (Eingang eines weiteren Gerätes...) Wird dann noch versucht, mit dieser simplen Addierschaltung die vielleicht etwas längere Leitung (nicht die einzelner Radiokollegen...) zum Verstärkersystem des Hauses zu treiben, sind die Brummstörungen und sonstigen Beeinträchtigungen bereist zur Hälfte fest vorprogrammiert.



### Aktive Mischer

An dieser Stelle ist die Verwendung eines aktiven Mixers empfehlenswert, der die beiden anliegenden Signale über einen gemeinsamen Eingang zusammenführt. Dabei kann das Verhältnis der Mischung zwischen Links und Rechts stufenlos verändert werden.

In der Grundschialtung bedienen wir uns eines Operationsverstärkers vom Typ NE5532, der

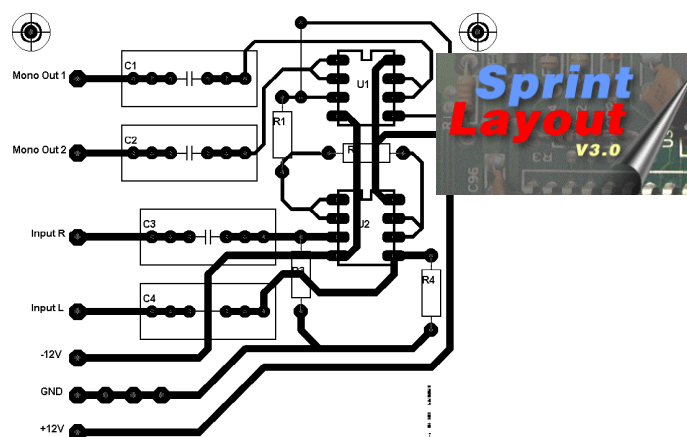


zwei OP beinhaltet. Somit kann mit 2 OP von diesem Typ die Mischstufe und eine Treiberstufe getrennt aufgebaut werden:

Die Mono Ausgangsstufe „Main Mono Out“ versorgt die hausinterne Anlage mit dem nötigen Sendesignal, wobei die „Record Mono Out“ Stufe ein Monosignal für ein Aufnahmegerät (z.B. Video Recorder für 4 Stunden Tonaufzeichnung) zur Verfügung stellt.

Wesentlich Vorteil dieser Schaltung ist die Tatsache, dass Störungen auf der Übertragungsleitung zwischen Studio (also dem Mischpult oder Compressorausgang) keine Auswirkungen auf die Ausgänge haben. Sollte einmal eine Fremdspannung auftreten, wird mit größter Wahrscheinlichkeit nur der OP am Ausgang des Signal-Addierers zerstört. Dieser ist – sofern er sich in einem IC Sockel befindet – schnell ausgewechselt. Wenn natürlich ein IC mit zwei OP's in einem Gehäuse verwendet wird, kann die anliegende Fremdspannung (eine Wechselspannung passiert auch den vorhandenen 1µF Blockkondensator) auch das ganze IC zerstören. Besser ist das die Verwendung von zwei Einzelbausteinen (NE5534) oder NE5532, bei dem man einfach den zweiten OP unbenutzt lässt.

Ein Layout für eine solche Baugruppe könne z.B. so aussehen (die Bezeichnungen für R,C



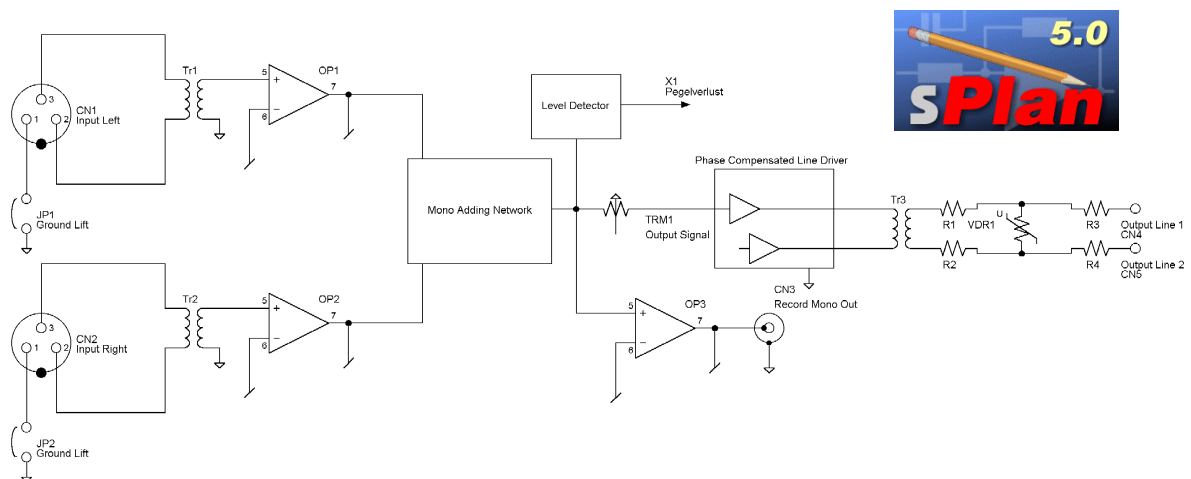
und IC stimmen nicht mit dem Schaltplan überein):

Übrigens: Die Layouts wurden ebenfalls mit einer Software (Sprint Layout 3.0) von ABACOM erstellt und sind in Zukunft als Download erhältlich. Der zugehörige Layout-Betrachter wird noch entwickelt und steht erst demnächst zur Verfügung. Wer möchte, kann sich auch die gesamte Software unter den angegebenen Link bestellen und das Layout speziell verändern. [www.abacom-online.de](http://www.abacom-online.de)

### Übertrager für die Entkopplung

Nun habe ich mich schon im oberen Teil der Ausführung über die mögliche Fremdspannung ausgelassen, die eigentlich eine galvanische Trennung erfordert. Dies ist durch einen Übertrager möglich, der im Verhältnis 1:1 (Eingangspegel=Ausgangspegel) in den Ausgang gelegt wird. Dabei ist es jedoch wichtig, den verwendeten Übertrager entsprechend anzusteuern. Mit einem einfachen Mischpultausgang von 600Ohm mit einem dahinterliegenden, nicht gerade bipolaren Elko ist dies nicht ganz ohne Schwierigkeiten möglich. Verzerrungen und eine eventuell stark frequenzabhängige Übertragung sind nicht selten die Folge.

Aus diesem Grund befindet sich in den nachfolgenden Beschreibungen ein komplettes Konzept für eine Treiberbaugruppe, die alle wichtigen Komponenten beinhaltet. Damit sich das Ganze auch gut in das Gesamtbild eines Studios einfügt, kann die gesamte Schaltung in ein 19“ Zoll Gehäuse eingebaut werden.



Wie ersichtlich, wurde die Schaltung nur mit Blockdiagrammen dargestellt. Die komplette Schaltung erhaltet Ihr nur auf ausdrückliche Anfrage per E-Mail zu den genannten Bedingungen. Als Besonderheit verfügt dieses System über einen Pegel-Detector, der einen ausbleibenden oder zu geringen Sende/Ausgangspegel erkennt und dann einen Alarm - oder Hinweis auslöst. Dies kann auch für automatisierte Sendungen mit dem PC (MP3 Player als Beispiel) Verwendung finden - oder zur Umschaltung auf das ursprüngliche Programm des Kanals.



### VDR - Spannungsabhängiger Widerstand

Die Ausgangsstufe enthält einen VDR (Voltage Dependent Resistor=Spannungsabhängiger Widerstand) der im Normalfall unbemerkt bleibt. Sobald jedoch ein zu große Fremdspannung am Ausgang auftritt, wird der VDR zunehmend leitend und führt die Fremdspannung vor dem Übertrager ab. Ist der Strom zu groß, wird einer der beiden Sicherungswiderstände (es können auch Feinsicherungen mit 50mA flink verwendet werden) zerstört. Somit hat der VDR seine Schutzwirkung erfüllt.

Wieso eigentlich Fremdspannungen werden Sie sich als Leser fragen? Wo sollen die denn herkommen? Da die Ausgangsendeleitung meistens über ein Grundstück oder durch zahlreiche Räumlichkeiten und Kabelkanäle innerhalb des Krankenhauses geführt wird, ist die Wahrscheinlichkeit einer Fremdspannung durchaus möglich. Diese kann durch induktive Kopplung eingeschleppt werden. Die Tatsache, das durch eine fehlerhafte Installation eine direkte Fremdspannung auf die Leitung kommt (Kabel wird falsch angeschlossen...) ist sehr unwahrscheinlich.

### VDR und seine Anwendung im Beispiel

Ein schönes Beispiel dafür ist eine 100Volt Rückleitung in einem Krankenhausradio, die eigentlich für den Empfang und der Kontrolle des gesendeten Programmmaterials verwendet werden sollte. Bei normaler Aussteuerung der hausinternen Verstärkeranlage, liegt der Spannungswert weit unter den Grenzwerten des hier verwendeten VDR. Da aber ein Mitarbeiter des beauftragten Servicefirma alle Verstärker auf „Vollanschlag zu 100% Leistung“ gestellt hat, stieg die Ausgangsspannung drastisch an. Da die Rückleitung auch wahlweise für die anderen, ständig eingespeisten Programme (lokale Radiosender) verwendet wurde, stand diese erhöhte Ausgangsspannung an dem Entkopplungsmodul mit dem VDR an. Der hier verwendete VDR zerstörte somit eine Feinsicherung und bewahrte den nachfolgenden Übertrager vor weiterer Schädigung. (Da sich aus studientechnischen Gründen kein 8Ohm Lautsprecher als Abschluss an dem verwendeten Übertrager befand, lief dieser komplett im Leerlauf!) Das die Verstärker bereits komplett im „roten Bereich der Anzeige liefen“ viel dann den Patienten durch den sehr unangenehmen und verzerrten Klang der gesamten Übertragungsanlage auf. Nur die robuste Bauart der verwendeten K+H Verstärker verhinderte den kompletten Ausfall der gesamten Anlage.

Es folgt nun eine Kopie eines bereits auf der KRE Seite erschienen Textes

#### Die Sache mit dem Brumm...

Eine immer wieder nervige Angelegenheit ist die Übertragung eines niederfrequenten Audio-Sendesignals, das durch das halbe Haus zur Hauptverteilung geleitet werden muss. Vorbei an unzähligen Starkstromleitungen (nun ja, für den Audio-Freak ist alles Starkstrom, was bei bloßer Berührung Schmerzen verursacht. Dazu gehört allerdings nicht die Spitze eines Lötkolbens, denn der wird meistens mit einer Schutzkleinspannung von 24 Volt betrieben – und die Schmerzen rühren von der unnatürlichen Hitze für Haut und Mensch her...).

Durch die typisch „asymmetrische“ Verlegung von Audiosignalleitungen entstehen immer und immer wieder die „Brummeffekte“ in Übertragungsleitungen. Diese Einstreuungen sind unterschiedlicher Natur und können grob in folgende Bereiche untergliedert werden:

1. Einstreuungen durch induktive Kopplungen (Transformatoren und stark belastete Steigeleitungen, die ebenfalls ein erhebliches Dreh/Streufeld erzeugen können)
2. Brummstörungen durch eine fehlende – oder schlecht kontaktierte Masseverbindung

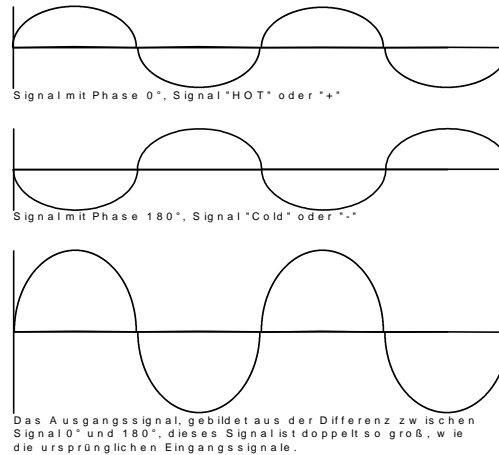
Nun, der an Punkt 1 genannten Störung kann durch die gezielte Verwendung von SYMMETRISCHEN Übertragungswegen abgeholfen werden. Für den zweiten Punkt



allerdings, gibt es nur eine Lösung: Sorgfältig Arbeiten beim Verlegen und Verlöten der Leitungen!

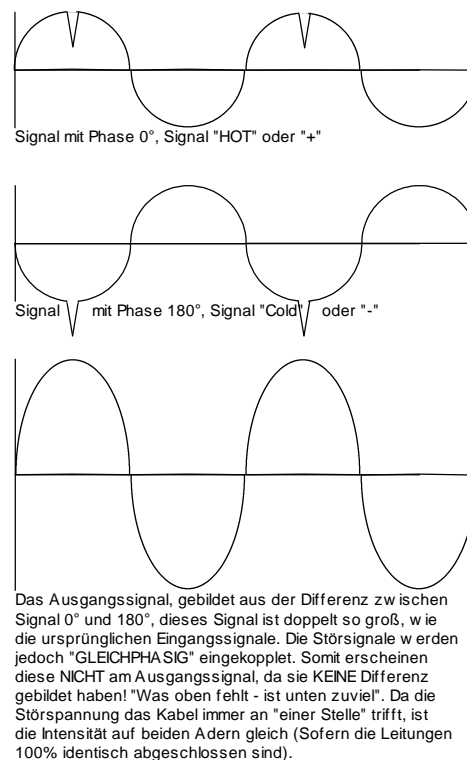
### Die symmetrische Leitungsführung

Immer und immer wieder wird der Unterschied zwischen asymmetrischer und symmetrischer Leitungsführung durchgekauft. Die Literatur ist bekanntlich voll davon. Wie aber, sieht es mit der Realisierung aus? Wer es genau wissen will, wie die „Sache mit der Leitungsführung „ funktioniert, hier noch einmal die Kurzform:



### Die galvanische Trennung

Erscheint jetzt ein Störsignal, wird dieses GLEICHZEITIG und in GLEICHER PHASENLAGE zueinander auf das Nutzsinal addiert. Somit ergibt sich zwar auf den einzelnen Leitungen ein Störsignal – das aber durch die Differenzschaltung am Eingang wieder „eliminiert“ wird.



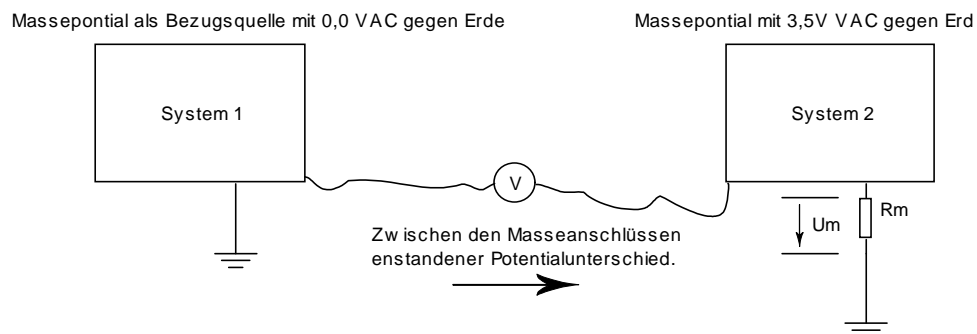
Dabei werden an die Eingangsschaltung besondere Eigenschaften gestellt, zu denen die Gleichtaktunterdrückung (CMR = Common Mode Rejection) gehört. Diese beschreibt die Funktionsweise der Eingangsschaltung in dem Zustand, wenn beide Eingänge verbunden und gegen MASSE mit einem Signal versorgt werden. Durch die Tatsache, dass die symmetrische Eingangsstufe NUR DIFFERENZSIGNALE verstärken soll, sollte am Ausgang eigentlich „NULL“ herauskommen – nämlich NICHTS! Dies ist nicht immer der Fall, sodass hier an der Eingangsstufe besondere Anforderungen an die verwendeten Bauteile gestellt werden. Integrierte Schaltungen haben bereits so gute Werte, die kaum noch von Übertragern erreicht werden.

Jedoch hat der Eingangs- oder Ausgangsübertrager einen wesentlichen Vorteil: DIE GALVANISCHE TRENNUNG ZWEIER SYSTEME (z.B. PC als MP3-Player und Mischpult)

### Die galvanische Trennung

Unterschieden wird bei der symmetrischen Signalführung zwischen den „trafosymmetrierten“ und „elektronisch – oder Servosymmetrierten“ Signalführung. Die letztere ist zwar in ihrem Aufbau preiswerter – jedoch findet keine galvanische Trennung statt. An dieser Stelle ist wichtig zu wissen, um welchen Anwendungsfall es sich handelt.

Die galvanische Trennung ist dann von Bedeutung, wenn es darum geht, zwei Systeme mit UNTERSCHIEDLICHEN Massepotentialen zu verbinden. Wird dies durch eine einfache „elektronische“ Symmetrierung versucht, ergeben sich weitere Schwierigkeiten: Durch die unterschiedlichen Massepotentiale addieren sich Störspannungen hinzu, die es vorher nicht gegeben hat. Dies wird in der nachfolgenden Zeichnung deutlich:

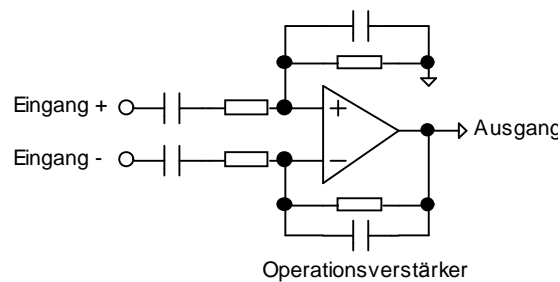


Werden diese beiden Systeme jetzt miteinander verbunden, kann durch diesen Spannungsunterschied auch ein Strom fließen. Dieser ist nach mathematischen Gesichtspunkten immer so groß, wie der vorhandene Kopplungswiderstand zwischen den beiden Systemen. Da in der Regel eine sehr niederohmige Masseverbindung hergestellt wird, reguliert sich der Strom auf das mögliche Maximum mit MAXIMALEM Spannungsabfall auf der Verbindungsleitung. Nicht selten sind gar Funkenbildung beim Zusammenschluss solcher Systeme. Hier ist eine galvanische Trennung ABSOLUT ERFORDERLICH – an dieser Stelle helfen auch keine „elektronisch“ symmetrierten Schaltungen. Zwar kann durch die Verwendung einer elektronischen Symmetrierung ein hohes Maß an Störunterdrückung erreicht werden – jedoch besteht auch Gefahr für die Eingangsstufen der Geräte. Diese bestehen meistens aus Halbleitern – und die sind empfindlich gegen Spannungsspitzen. Schon so manche Eingangsschaltung mit üblichen „RC4558“ OP's ist durch eine Fremdspannung „hochgebraten“ worden. Wenn dann noch der OP-Eingang [+] direkt – ohne Koppelkondensator – und ohne Eingangswiderstand an die Eingangsklemme geführt wurde – na dann...





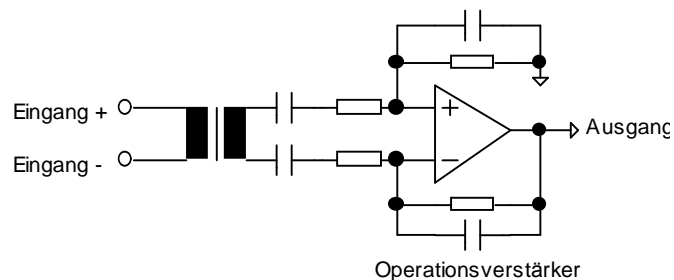
## Die elektronische Symmetrierung als Schaltbild



Die elektronische Symmetrierung wird mit einem Operationsverstärker realisiert, dessen Eingangswiderstände alle GLEICH sind. Dabei werden meistens noch zusätzliche, optionale Kondensatoren zu Unterdrückung von HF-Störungen verwendet. Diese liegen in der Größenordnung um 100 pF. Als Eingangskondensatoren empfiehlt es sich, bipolare Typen zu verwenden – die NICHT aus antiparallel geschalteten Elektrolytkondensatoren bestehen. Hier sollten Typen wie MKT, MKS... (Siemens, WIMA oder Roederstein) eingesetzt werden, die eine hohe Langzeitkonstanz und geringe Leckströme aufweisen.

Diese verwendeten Kondensatoren bestimmen im Zusammenhang mit dem Eingangsspannungsteiler auch die unterste Grenzfrequenz, die bei einer solchen Schaltung nicht zu hoch angesetzt werden sollte. Dabei leidet die Übertragungsqualität erheblich. Eine kapazitive Entkopplung ist nicht immer nötig (es gibt jedoch auch professionelle Geräte, bei denen wurde auf die Eingangskondensatoren verzichtet). Sollten jedoch durch fehlerhaft abgegliche Ausgangsstufen (Servo Symmetrische Ausgangsstufen ohne Ausgangskondensatoren) einmal Gleichspannungsanteile auf diese Eingangsschaltung gelangen, ist eine komplette Arbeitspunktverschiebung und damit verbundene Verzerrungen die Folge.

## Die erweiterte Eingangsschaltung mit Übertrager



Diese Schaltung stellt eine wichtige Schaltungslösung dar, bei der auch die galvanische Trennung berücksichtigt wurde. Ob die nach dem Übertrager folgende Schaltung komplett symmetrisch arbeiten muss (wie im Bild) muss der Anwender oder Schaltungsentwickler im Einzelfall entscheiden. Auch eine alte, asymmetrische Eingangsschaltung kann mit einem Übertrager „Symmetrisch“ gemacht werden. Die galvanische Trennung gibt es „gratis“ dazu.

## Übertrager und Sättigung

Die Übertrager die in diesen Anwendungen benötigt werden, liegen in sehr unterschiedlichen Preisbereichen. Da es um die Übertragung des gesamten Frequenzbereiches zwischen 20 und 20.000Hz geht, müssen die Verzerrungen auch sehr gering sein. Dabei sprechen wir nicht von



Verzerrungen, wie sie von übersteuerten Halbleiterschaltungen erzeugt werden. Vielmehr geht es hier um die „KERNSÄTTIGUNGSVERZERRUNGEN, deren Ursprung meistens in falschen Anpassungen oder „Übersteuerung des Übertragers“ zu finden sind. Wird der Übertrager durch eine zu hohe Belastung (Leistungsanpassung zweier Übertrager) „in die Knie“ gezwungen, leidet die Übertragungsgüte erheblich. Dabei werden die tiefen Frequenzbereiche stark verzerrt. Dies liegt in der physikalischen Tatsache begründet, das der Übertragerkern (Spezielles Eisen, Kobalthaltige Verbindungen (Ferrit)) in einen magnetischen Grenzbereich gebracht wird. Die magnetische Sättigung ist nunmehr erreicht und im Übertragerkern kann keine Erhöhung der magnetischen Flussdichte mehr erfolgen. Das Ergebnis ist ein verzerrtes Ausgangssignal, das nichts mehr mit einer Sinusform zu tun hat.

Oben das Eingangssignal am Übertrager – unten das Ausgangssignal. Hier wurde der Übertrager in die magnetische Sättigung gebracht.

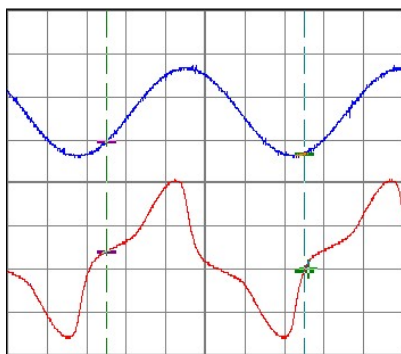


Bild 1

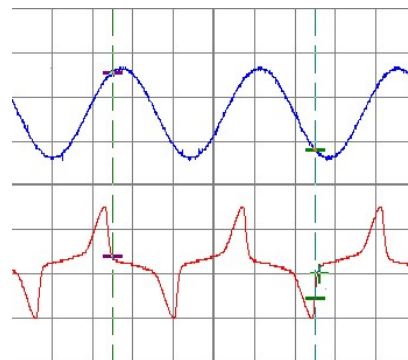
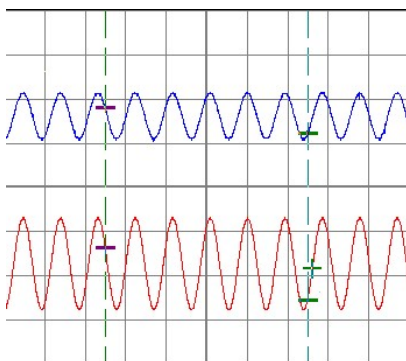


Bild 2

Bild 1 zeigt die Magnetische Kernsättigung bei 40Hz – Bild 2 bei 14Hz. Dabei ist deutlich zu sehen, das die Kurvenverzerrung zu einer übertragungstechnischen Verschlechterung führt.



Der Übertragungsverlauf ist hingegen bei 21KHz noch ausgezeichnet. Dabei wurde der Übertrager allerdings NICHT abgeschlossen und hat am Ausgang ca. 47K Ohm Lastimpedanz.



### Welcher Übertrager?

Für die üblichen Audioanwendungen und der erwähnten „Galvanischen Trennung“ reichen einfache Übertrager vollkommen aus. Hier an dieser Stelle ist abzuwägen, welche Übertragungsqualität gefordert ist und wie diese realisiert werden soll.

Sind z.B. als Endstellen in einem Krankenhaus nur „Hörkissen“ vorhanden, reichen Übertrager mit einem durchschnittlichen Übertragungsbereich zwischen 300 und 5000 Hz vollkommen aus. Mehr übertragen die Lautsprecher in diesen Systemen ohne hin nicht. Wer mag, kann in diesem Bereich noch mit einer Pre- und Deemphasis arbeiten, dem „Speziellen“ Entzerren einer solchen Übertragerleitung.

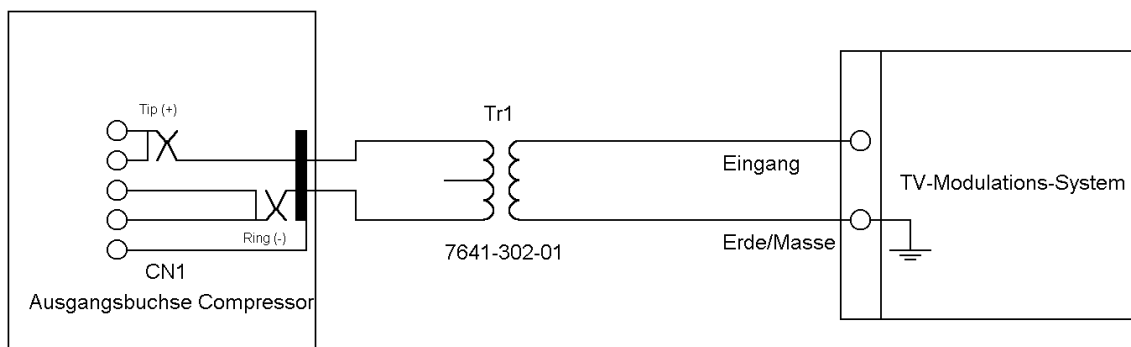
Für eine Übertragung via Lautsprecher ist eine höhere Güte – für ein Video/TV-Modulationssystem (Kanalwandler) eine professionelle Übertragungsqualität erforderlich. Dann allerdings können die erforderlichen Übertrager schon mal bei EUR 10,00 – oder mehr - pro Stück liegen. Dann ist immer zu überlegen, wo ich Übertrager einsetzen möchte – und wo es ohne diese geht.

Kopie Ende



### Übertragertreiber und Empfänger

Nun ist es wichtig, das beide Seiten mit Übertragern versehen werden. Nur in Ausnahmefällen kann auf der einen Seite auf die Verwendung eines Übertrager verzichtet werden. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn es nur darum geht, zwei unterschiedliche Messepotentiale zu trennen. Beispiel dafür ist der Anschluss einer Studioeinrichtung an eine TV-Übertragungsanlage. Dabei wird das Tonsignal mit einem Bildsignal zusammen auf einem speziell einstellbaren TV-Kanal innerhalb des Hauses übertragen. Als Bildsignal kann entweder ein Logo, Schwarzbild oder eine Webcam verwendet werden. Der Ton wird in Stereoformat eingespeist. Wurden jetzt die beiden Massen des Studios (Ausgang Compressor/Limiter) und des Übertragungssystems miteinander verbunden, entstand ein Brummen. Eine Brummschleife war entstanden. Zusätzlich konnte zwischen den beiden Masseanschlüssen ein erheblicher Potentialunterschied von fast 20VAC gemessen werden. Einzige Abhilfe konnte hier ein Übertrager schaffen:

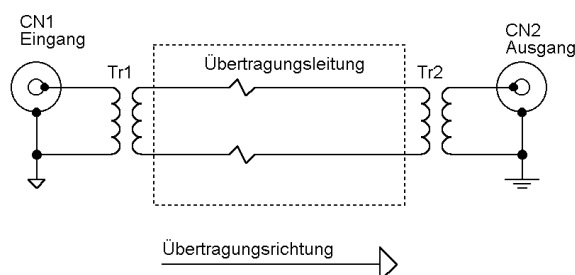


Mit diesem Übertrager hatte das ständige Brummen ein Ende. Dies ist kein Einzelfall, da wahrscheinlich viele Krankenhäuser mittlerweile mit modernen Kommunikationslösungen arbeiten. Für Fragen zu diesem Thema steht auch die E-Mail Adresse des K.R.E. zur Verfügung. Hier erhalten alle ehrenamtlichen Institutionen und deren Mitarbeiter eine Telefonnummer für Fragen und schnelle Antworten rund um die Themen, die sich auf der Webseite befinden. Besser noch: Keine Panik: Es ist kein „0190...“ - und auch kein Mobilanschluss (kostet ebenfalls Unsummen/Minute) sondern eine „Normale“ Telefonnummer!

### Übertrager im Doppelpack

Nun kann es erforderlich sein, eine lange Strecke zu überbrücken. Dabei sind typisch „asymmetrische“ Leitungen klar im Nachteil, denn Sie fangen sich die Brummstörungen nur so ein. Dabei ist es nicht von Vorteil, nur EINEN Übertrager zu verwenden, denn hier handelt es sich nicht um ein in sich geschlossen anzusehendes Übertragungssystem.

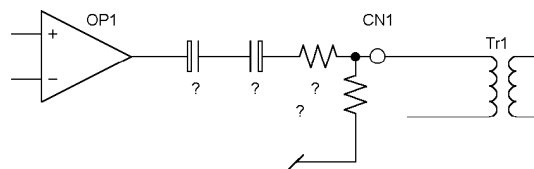
Werden hingegen zwei Übertrager „Kopf an Kopf“ geschaltet, ist der Weg dazwischen quasi „in sich geschlossen“.



Eine Störung in Form eines Impulses (Knacken) oder Brummeinstreuungen durch benachbarte, stromdurchflossene Kabel in einem Kabelkanal bewirken keine Einkopplung mehr in dieses System. Dies gilt natürlich nur für den Weg zwischen den beiden Übertragern. Wenn sich Störungen direkt in den Übertrager koppeln (durch mangelnde Abschirmung) hilft nur eine gut Abschirmung durch den Einbau in ein Stahlblechgehäuse - oder die Verwendung vollgeschirmter Übertrager zu einem wesentlich höheren Stückpreis. Entscheidend hierfür ist die Abschlussimpedanz der beiden Übertrager. Sie sollte nach Möglichkeit so gering wie möglich sein, denn je niederohmiger die Übertragungsleitung, desto mehr Störsignalenergie ist für die Einkopplung erforderlich.

### Treiben des Übertragers

Nun könnte man meinem, den Übertrager an einen beliebigen Ausgang zu klemmen und die Übertragung kann beginnen. Dem ist nicht so! Durch den induktiven Charakter des Übertragers selbst entsteht in Wechselwirkung mit den meist unbekanntenen Größen eines Geräteausgangs eine Kombination zahlreicher Bauelemente:



Wie groß mag wohl der Widerstand des Entwicklers sein, den er als „Schutzwiderstand“ für den Ausgangs-OP verwendet hat? 100 Ohm, 680 Ohm oder gleich 10K Ohm als „Record“ Ausgang für üble -10dB „Din-Buchsen“...? Die Elkos - sind bipolar - oder gar gepolt - und haben nur 1µF oder mehr...

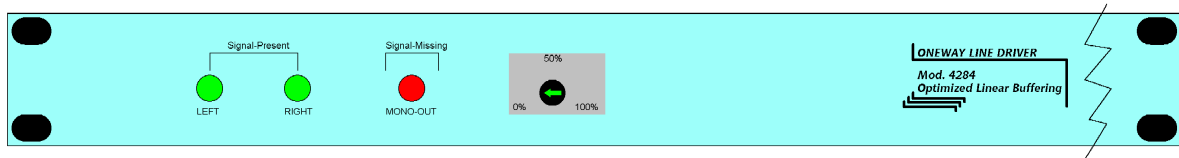
Wir sehen schon, eine vernünftige Aussage ist schwer zu erstellen - es sei denn, man reißt vor Bastelfreude die ganze Kiste auseinander und analysiert die Ausgangsschaltung, um den Übertrager mit Klebeband direkt auf der Platine zu befestigen...

Hier bietet sich eine Treiberschaltung an, die auch die induktiven Anteile berücksichtigt und dem Übertrager ein sattes, mit allen „Strömen“ gewaschenes Ausgangssignal zur Verfügung stellt. Dies sollte dann auch frei von irgendwelchen Gleichspannungen sein, denn die Überträgt der Übertrager ohnehin nicht.

In Verbindung mit einem eingebaute Kopfhörerverstärker und einem Ausgang für eine Pegelanzeige lässt sich ein „Ausgangstreiber und Isoliervverstärker“ aufbauen, der im professionellen Bereich locker einige hundert Euro kosten dürfte. Wer dann auch noch die Pegelerkennungsschaltung für die Umschaltung der hausinternen Anlage verwendet, hat wirklich alles ausgeschöpft, was die Schaltung zubieten hat.

Für alle, die sich lieber eine grobe Grafik ansehen, hier ein Geräteentwurf für alle Frontplattenbauer:





Und damit das Ganze nicht wie immer „selbstgebaut“ aussieht, kann man je nach Geschmack die Frontplatte in einem auffälligen „hellblau“ lackieren. Beschriften - fertig!  
Ende.

Alle Zeichnungen erstellt mit:



Die Platinenlayouts wurden erstellt mit SPlan  
Ein leistungsstarker Schaltplanzeichner für den kreativen Entwickler  
Weitere Informationen erhalten Sie bei  
ABACOM-Ingenieurgesellschaft  
Ziethenweg 25a  
D-27755 Delmenhorst  
Tel.: (+49) 04221 / 25925  
Tel.: (+49) 04221 / 289538  
e-mail: abacom.del@t-online.de  
www.abacom-online.de

V1.0 erstellt 03.03.2004

V1.1 erstellt 12.01.2005

*Wer Rechtschreibfehler in diesem Dokument findet, darf diese BEHALTEN! Für Anregungen und sinnvoll-konstruktive Kritik bezüglich aller Rechtschreibdifferenzen bei Form- und Ausdrucksfehler bezüglich der neuen Regelungen sind wir jederzeit sehr dankbar. Änderungen werden umgehend – sofern durchführbar – umgesetzt. Auf Wunsch erscheint der Name des „aufmerksamen Kritikers“ im Dokument. Manchmal läßt bei der Menge an technischen Informationen - die wir gern kostenlos veröffentlichen möchten - die Konzentration beim Schreiben nach. Vielen Dank für die Mithilfe!*

