Über symmetrische Kopfhörerverstärker

• Der Harmony Design Ear 909 ltd. Ist komplett symmetrisch aufgebaut und bietet alle Anschlussmöglichkeiten. Um das im Text genannte Problem mit der Toleranz von normalen Potis zu umgehen, arbeitet er mit einem der edelsten Schichtwiderstandspotenziometer des Herstellers ELMA

Unter dem Oberbegriff „Symmetrie“ versteht man verschiedene Arten und Zwecke von Symmetrien

Die symmetrische Leitungsführung

Die symmetrische Leitungsführung wird gemacht mit dem Ziel, maximale Störunempfindlichkeit auf einer NF-Signalleitung zu erreichen. Wer bei der Bundeswehr gewesen ist, kennt vielleicht das Feldtelefon und die „Bongos“ mit ihren Kabeltrommeln auf dem Rücken. Beim Feldtelefon handelt es sich um ein Telefon in rudimentärer Form, ohne jedwede Elektronik. Ein Feldtelefon wird mit einem anderen durch eine simple verseilte zweiadrige Leitung verbunden. Diese kann durchaus einige Kilometer lang sein und die Verständigung klappt trotzdem. Das ist angewandte symmetrische Leitungsführung!

Die einfachste und mit die präziseste Art der Symmetrierung erfolgt durch Transformatoren – die sind leider teuer und haben Probleme mit hohen Frequenzen. In einem elektronischen Symmetrierer wird zu einem vorhandenen unsymmetrischen Signal (a) ein invertiertes, um 180° gedrehtes Signal (-a) gebildet. Die beiden Signale werden über eine zweiadrige verdrillte Leitung geschickt, die nicht einmal abgeschirmt sein muss. Auf dem Weg zum Empfänger können Störeinflüsse (s) auf beide Signale einwirken. Im „Empfänger“ gelangt das Signal auf einen Differenzierer. Wie der Name schon sagt, subtrahiert er ein Signal von anderen: a - (-a) = 2a. Mit den Störeinflüssen macht er genau dasselbe: s-s = 0. Im idealisierten Ergebnis erhalte ich im „Empfänger“ doppelte Signalstärke ohne Störeinflüsse. In der Wirklichkeit klappt das natürlich nicht zu 100 %. Je mehr Aufwand getrieben wird, desto besser ist aber das Ergebnis.

• Violectric bietet ein breites Angebot an Kopfhörerverstärkern. Das aktuelle Spitzenmodell, der HPA V281, verfügt intern über vier Verstärkerzüge, arbeitet also auch symmetrisch

Symmetrische Verstärker

Während also eine symmetrische NF-Leitung in erster Linie dazu dient, eine weitgehend störungsfreie Signalübertragung zu gewährleisten, stehen bei einem symmetrischen Verstärker andere Dinge im Vordergrund.

Symmetrische Verstärker sind grundsätzlich nichts Neues, sondern schon lange bekannt. Im Autoradio wurde und wird diese Technik gern hergenommen, um bei begrenzter Spannung (12 V) vierfache Leistung zu erzeugen. Diese Schaltungstechnik wird häufig auch Vollbrückenverstärker, Push-Pull-Verstärker oder BTL (bridge terminated load) genannt. Gern wird sie, im Besonderen in der Röhrentechnik, auch mit Transformatoren ausgeführt. Die Transformatoren erfüllen hier den weiteren Zweck der Impedanzwandlung. Beim symmetrischen Kopfhörerverstärker geht es im Kern aber nicht um die Maximierung der Ausgangsamplitude. Hier gibt Geräte, unter anderem im Violectric Programm, die davon mehr als genug haben – auch im Zusammenspiel mit hochohmigen Kopfhörern. Was macht also einen symmetrischen Kopfhörerverstärker erstrebenswert?

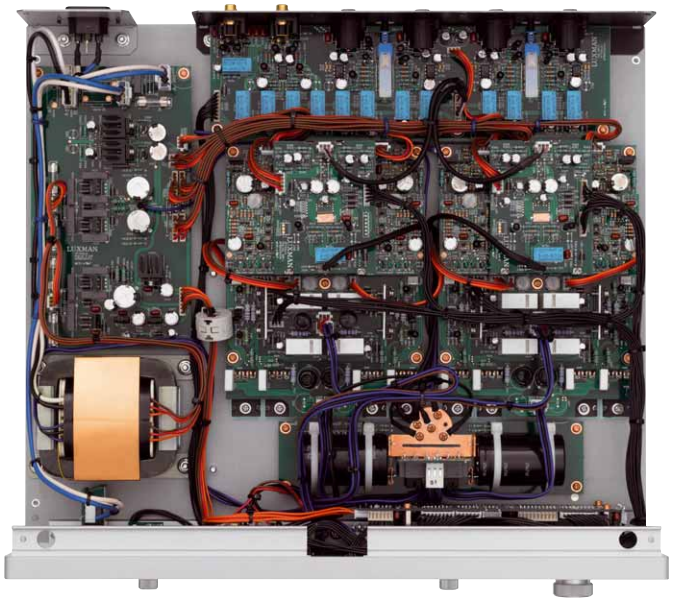
Ein „normaler“ Verstärker hat „Masse“ als seinen Bezugspunkt. Die Amplitude des Nutzsignals schwingt möglichst gleich um diesen Bezugspunkt

(sonst redet man von DC-Offset) und wird nur von der positiven und negativen Betriebsspannung begrenzt. Über die Last (die Schwingspulen des Kopfhörers) wird diese Spannung über eine gemeinsame Leitung auf den Masseanschluss der Kopfhörerbuchse ins Gerät zurückgeführt und von da aus zum Fußpunkt des Netztrafos geleitet, dem eigentlichen Bezugspunkt oder Massepunkt. Da die Leitungen vom Kopfhörer und eventuell die im Gerät, ebenso wie die Massefläche im Gerät aber nicht unendlich niederohmig sind, sondern selbst auch einen Widerstand haben und damit eine Last sind, über die Spannung abfällt, wird der Bezugspunkt „Masse", der ja eigentlich ruhen sollte, mit den Resten von Links + Rechts „verseucht". Das ist ein summiertes Monosignal! Das kann man messen und hören, nämlich als Übersprechen. Es ist leicht vorstellbar, dass hier die Schaltung selbst, das Kabel des Kopfhörers, das Schaltungslayout, das Verhältnis zwischen Masse- bzw. Rückleitungswiderstand und der Last-Widerstand (die Schwingspule) eine tragende Rollen spielen.

Ein symmetrischer Verstärker besteht deshalb aus zwei normalen Verstärkern pro Kanal, von denen einer das normale, der andere das um 180 Grad gedrehte (invertierte) Eingangssignal an die Schwingspulen des Kopfhörers liefert. Da die Last (die Schwingspule) jetzt zwischen der modulierten positiven und negativen Betriebsspannung hin und her gezogen wird, ist die Masse vollkommen aus dem Spiel. Sie ist nicht mehr belastet und verringert damit auch nicht mehr das Übersprechen. Auch die Leitungen des Kopfhörers gehen nicht mehr – zum Teil gemeinsam, zum Teil getrennt – in die Wirk-Bilanz ein, sondern sind ganz klar zugeordnete ohmsche Lasten (nämlich je zwei Leitungen pro Schwingspule) mit sehr geringen komplexen Impedanzanteilen. Bei diesem Verfahren ist denn auch der Begriff Push-Pull sehr bildhaft.

Der besondere Vorteil eines symmetrischen (Kopfhörer-)Verstärkers ist also die hohe Kanaltrennung. Ich möchte betonen, dass Störungen in der Kanaltrennung auch bei „Standard"-Verstärkern meist so klein sind, dass sich üblicherweise niemand beschwert. Wer die Übersprechwerte von Schallplatten kennt, der weiß, dass hier eine Kanaltrennung von 60 dB illusorisch ist und lediglich 20 dB Stand der Technik sind.

Das bessere Übersprechen – oder die reinere Kanaltrennung – sind aber der Grund für das Aha-Erlebnis, das viele Hörer beim Hören einer symmetrischen Kopfhörer/Verstärker Kombination empfinden. Dieses Aha-Erlebnis



• Ein komplett symmetrischer Verstärkeraufbau verursacht einen erheblichen Bauteileaufwand. Der Luxman P-700u beinhaltet vier Verstärkerzweige. Die können wahlweise zwei asymmetrische Kopfhörer (zwei mal rechts und links) oder einen symmetrischen Kopfhörer (je zwei Verstärker für den linken und zwei für den rechten Kanal) bedienen

• Einfallsreich: Der Nuforce HA-200 ist ein nicht symmetrischer Stereo-Kopfhörerverstärker. Zur symmetrischen Verstärkung nimmt man einfach zwei Stück – jeder Verstärker verstärkt dann das symmetrische Signal eines Stereokanals. Die entsprechenden Anschlüsse in Form von XLR-Buchsen sind bereits eingebaut

kann aber auch daher kommen, dass eine symmetrische Ausgangsamplitude bei gleichen Einstellungen doppelt so hoch ist wie eine unsymmetrische. Üblicherweise wird das lautere Signal als das bessere empfunden, beim Vergleichshören sollten also Vorkehrungen getroffen werden, für faire Verhältnisse zu sorgen.

Ein weiterer Vorteil des symmetrischen Ausgangs ist, dass man jetzt endlich von dem unseligen Klinkenstecker weg muss bzw. kann. Wobei die Verwendung von zwei 3-Pol-XLR-Steckern, die man oft sieht, ebenfalls einen Sinn vermissen lässt. Auch die Variante mit zwei Stereo-Klinkensteckern gibt es ... Wir bei Lake People / Violectric haben uns für einen 4-poligen (Neutrik) XLR als Ausgangsbuchse entschieden, mit einer Belegung, die seit den Tagen des AKG K1000 gebräuchlich ist. Und zwar abweichend von der Norm die Buchse am Gerät und ohne Latch (Verriegelung).

Unterschiedliche Varianten des symmetrischen Aufbaus

Rein technisch betrachtet, kann man an jeder beliebigen Stelle ein asymmetrisches oder symmetrisches Signal erzeugen. Es kommt auf den Zweck an. Wenn es sinnvoll ist, eine NF-Leitung symmetrisch zu betreiben, wird man den Ausgang des „sendenden" Gerätes mit geeigneten technischen Mitteln symmetrieren. Manchmal sieht oder hört man von komplett symmetrisch aufgebauten Geräten. Das heißt, diese Geräte haben einen symmetrischen Eingang, eine komplett symmetrische Leitungsführung im Gerät mit den erforderlichen Zutaten wie 4-fach aufgebaute Filter oder 4-fache Lautstärkeregler. Neben dem „kleinen" Nachteil, das solche Geräte per se nur mit symmetrischen Eingangssignalen zu betreiben sind, ist es meines Erachtens nach ist nicht sinnvoll, den Inhalt eines kompletten Gerätes symmetrisch aufzubauen da hier der Zweck der Störsicherheit nicht wirklich realisiert werden kann. Für die Störsicherheit wäre eine Symmetrie von wenigstens 40 dB bei 15 kHz wünschenswert. Das entspricht einer Bauteile-Toleranz von 1 %. Die ist bei Widerständen noch gegeben, bei Kondensatoren wird es schon schwierig, bei Potis unmöglich. Hier erfolgt also von einigen Herstellern der Versuch, einem nicht zielführenden exorbitanten Bauteileaufwand eine in der Praxis nicht vorhandene Sinnhaftigkeit zu geben.

Fried Reim

Der Autor dieses Textes, Fried Reim, ist Geschäftsführer der Lake People Electronic GmbH, die seit 1986 Studio Equipment entwickelt und herstellt. Unter der Marke Violectric bietet die Firma auch Produkte – Kopfhörerverstärker und DACs – für die private Verwendung an.