



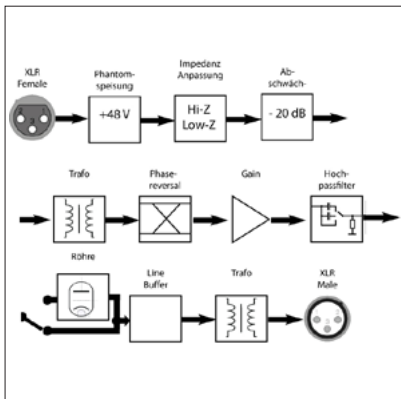
Adrian  
Etter



Benjamin  
Rahn

# Mikrofonverstärker

Diplomanden	Adrian Etter, Benjamin Rahn
Examinator	Prof. Werner Hinn
Experte	Dr. Markus Uster, Mettler Toledo AG, Nänikon ZH
Themengebiet	Mikroelektronik
Projektpartner	Institut für Mikroelektronik und Embedded Systems IMES, HSR, Rapperswil SG



Blockdiagramm

**Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit:** In einem Tonaufnahmestudio stehen Mikrofone und Mikrofonvorverstärker am Anfang der Signalkette. Weil Mikrofone ausserordentlich kleine Signalspannungen abgeben, werden höchste Ansprüche an die Störfreiheit der Signalübertragung und an die Qualität des Mikrofonverstärkers gestellt. Dieser muss in der Lage sein, Einstreuungen zu unterdrücken und die Signale rauscharm, verzerrungsarm und mit hoher Linearität des Amplitudenganges zu verstärken. Es war das Ziel, einen besonders hochwertigen Vorverstärker zu entwickeln, der den hohen Ansprüchen im Studiobereich gerecht wird.

Der Mikrofonvorverstärker hat die Aufgabe:

- die extrem schwache Mikrofonspannung mit einer geeigneten Eingangsimpedanz aufzunehmen,
- Störsignale, die von der Mikrofonleitung aufgefangen werden, zu unterdrücken und
- die Mikrofonspannung so zu verstärken, dass am Ausgang der gewünschte Line-Pegel mit der richtigen Ausgangsimpedanz und der benötigten Leistung zur Verfügung steht.

Dieses alles soll mit einem möglichst ausgeglichenen Amplitudenfrequenzgang, mit geringen

bzw. geeigneten Verzerrungen und mit geringem Rauschen erfolgen, dabei aber eine hohe Verstärkung gewährleisten. Ausserdem soll der Mikrofonvorverstärker das Mikrofon mit der erforderlichen Speisespannung versorgen (Phantomspannung) und die Wahl der Phasenlage (Phase Reversal) ermöglichen. Zudem soll die Eingangsimpedanz gewählt werden können und ein  $-20\text{dB}$  Pad (Dämpfung) für sehr empfindliche Mikrofone zur Verfügung stehen. Natürlich wird eine einstellbare Verstärkung benötigt – und im Idealfall auch eine gute Kontrolle über das Clippingverhalten, sei es durch Anzeige der Clippingschwelle oder durch Sicherstellung einer «weichen» oder «röhrenähnlichen», möglicherweise einstellbaren Clipping-Charakteristik.

**Lösung:** Aufwendige Recherchen ergaben verschiedene Bauteile und Lösungsansätze, die erlauben, ein vielseitig einsetzbares Gerät zu bauen, das über besonders exzellente Klangeigenschaften verfügt.

Ein wesentlicher Teil dieses Schaltungskonzepts beinhaltet die Verwendung von Transformatoren (Übertrager) – damit lassen sich effizient Störgeräusche vermeiden. Diese Lösung ist allerdings teuer. Jedoch können Transformatoren das Signal durchaus positiv beeinflussen. In dieser Arbeit kamen Jensen-Transformatoren zum Einsatz. Sie gehören zu den besten der Welt und mussten in den USA bestellt werden.

Ein weiteres Merkmal dieser Schaltung ist die zuschaltbare Röhrenstufe. Sie soll eine Verstärkung von etwa eins haben und dem Signal einen röhrentypischen Klangcharakter verleihen. Die Intensität dieses Klangcharakters ist frei wählbar. Er manifestiert sich in leichten, röh-

rentypischen nichtlinearen Verzerrungen, die in Kombination mit einem Ausgangsübertrager den speziellen warmen Röhrensound ausmachen, wie er bei gewissen Stimm- und Gitarrenaufnahmen besonders erwünscht ist.

Die Summe der gewählten Massnahmen haben zu einem vielseitig einsetzbaren Verstärker geführt, der bezüglich Dynamik, Signal-Rauschabstand, Störunterdrückung und Wahl der Bauteile den Stand der Technik repräsentiert.