



Die Bedeutung der Elektrozuführung für Aufnahme- und Klangsysteme

Bevor wir die Methoden zum Einrichten eines idealen Stromzuführungssystems für die Aufnahme und für die Musik- bzw. Klangwiedergabe untersuchen, sollten wir verstehen, weshalb die elektrischen Bedingungen einen starken Einfluss auf den Klang haben. Zu oft wird das Wechselstromsystem in seiner Beziehung zur Leistung von Aufnahme- bzw. Wiedergabesystemen falsch verstanden. Dies kann zu einer falschen oder überzogenen Anwendung von Wechselstromaufbereitungen führen. Im Extremfall kann das Stromzuführungssystem als insgesamt inkonsequent ignoriert werden. In beiden Fällen wird eine Verfälschung des ursprünglichen Signals des Systems das Ergebnis sein.

Die Klangquelle

Wenn auf die „Quelle“ eines Wiedergabe- bzw. Aufnahmesystems Bezug genommen wird, dann nennen die meisten Leute das eigentliche Medium, egal ob es sich um eine Stimme, ein Musikinstrument handelt, eine Schallplatte, eine CD oder ein Magnetband. Aus der Sicht der Elektronikkomponenten gibt es jedoch eine zugrundeliegende „Quelle“, die viel fundamentaler als das Medium ist, dass über ein Aufnahme- bzw. Wiedergabesystem befördert wird.

Die eigentliche Quelle von dem, was wird bei jedem Aufnahme- bzw. Wiedergabesystem hören, ist der von der Wandsteckdose gezogene Strom nach seiner Gleichrichtung durch das Netzteil, was in einer relativ stabilen Gleichstromquelle resultiert. Diese Gleichstromquelle ist die fundamentale Energiequelle, die den Klang möglich macht. Zum Beispiel: Bei einem Verstärker ist es der (durch die Signalquelle modulierte) Gleichstromquellen-Strom, der die Spulen in einem Lautsprecher treibt. Wenn die Stromquelle instabil oder unsauber ist, dann ist das auch bei der Ausgabe der Fall. Dies gilt ungeachtet der speziellen Informationen in der Signalquelle. Wenn die Wechselstromquelle schwankt oder wenn irgendeine Unregelmäßigkeit bei der Stromquelle auftritt, dann macht sich das im Hörbereich deutlich bemerkbar. Die Annahme, dass Netzteile eine perfekte störungsfreie Gleichspannung liefern, die unter Last nicht schwankt, ist bestenfalls unrealistisch und eher eine völlige Fiktion. Es gibt kein perfektes Netzteil, das filtern, sperren bzw. mehrere Formen von hochfrequenten EMI (ElectroMagnetic Interference)- und RFI (Radio Frequency Interference)-Störungen, die durch Elektroniksysteme erzeugt werden, handeln kann. In einfachsten Worten: Der Wechselstrom verkörpert die Grundlage für wiedergegebenen Klang bei Aufnahme-, Klang- und Musiksystemen.

Ein kurzer historischer Abriss

Viele Jahre lang bestand die vorherrschende Lösung für ein Wechselstromsystem in der Installation einer großen, gewöhnlich schweren Mehrfachausgangsbox mit irgendeiner Form von massivem Tiefpassfilter, d.h. Transformator, Drossel oder Spule. Diese Bauelemente wurden unter der Ansicht entwickelt, dass die Wechselstromzuführung ein einfaches, niederfrequentes Ereignis ist, das lediglich einen Schutz gegen externe, netzbezogene Quellen von hochfrequenten Störungen, Leitungsspitzen und Spannungsstößen benötigt. Diese Boxen wurden als Mauern betrachtet, die sämtliche netzbedingten Störungen, Stöße oder Spitzen fernhalten, die eine Herausforderung in Bezug auf die Leistung und Sicherheit von Elektroniksystemen darstellen. Das primäre Problem in Verbindung mit dem Tiefpassfilter bzw. dem Entzerrer liegt in dessen Unfähigkeit, momentane Spitzenstromimpulse den Brückengleichrichtern oder digitalen Schaltnetzteilen in der benötigten Zeit zuzuführen, in der sie diese Impulse normalerweise von der Wandsteckdose her empfangen. Die zweite, gleichermaßen wichtige Betrachtung besteht in der Tatsache, dass diese „Filter-Entwürfe“ auch durch die Komponenten selbst erzeugte Störungen abblocken und dass diese Störungen Rückwirkungen auf die anderen Komponenten innerhalb des Systems haben.

Enge Kontrolle

Elektronische Netzteile ziehen den Strom nicht auf lineare Art und Weise, wie das bei einer Glühlampe, einem Lüfter oder einem einfachen Motor der Fall ist. Die Brückengleichrichter und die digitalen Schalt- netzteile im Elektronikbereich ziehen Momentanstromstöße von den höchsten und den niedrigsten Spitzen der Sinuswelle ab. Dies geschieht innerhalb von Millisekunden, damit die Speicherkondensatoren der Netzteile gefüllt werden können. Sowohl die Vollweg-Brückengleichrichter als auch die digitalen Schalt- netzteile erzeugen während dieses Vorganges ein beträchtliches Maß an Störungen, deren Frequenz sich bis zur 50. Oberwelle der Netzfrequenz erstreckt. Dies bedeutet: Aus der Sicht der Stromversorgung ist die Wechselstromübertragung ein hochfrequentes Nahbereichs-Ereignis und kein niederfrequentes (50...60 Hz)-Ereignis.

Mit diesem grundlegenden Verständnis der Rolle, welche der Wechselstrom beim Klang spielt, und der hochfrequenten Störungen, die von elektronischen Systemen erzeugt werden, kommen zwei entscheidende Elemente zum Vorschein, die beim Aufbau eines idealen Stromsystems von höchster Bedeutung sind: *Dynamic Transient Current Delivery (DTCD)* und *Component to Component Interference (CCI)*.

DTCD - Dynamic Transient Current Delivery(= dynamische transiente Stromzuführung)

Die Maximierung des unbehinderten momentanen und kontinuierlichen Stromflusses zur Elektronik hin ist entscheidend für die Leistung der Aufnahme- und Wiedergabesysteme. Die Aufnahme- und Klang- wiedergabeelektronik ist darauf ausgelegt, dass sie über eine unbeschränkte Schnittstelle zum Strom optimal funktioniert. Dies für die Quellenelektronik genauso wie für die Verstärkung. Wenn vor einem Elektroniksystem irgendetwas angeordnet wird, das die DTCD des Wechselstromes beschränkt, behindert bzw. verlangsamt, dann verschlechtert sich die ultimative Leistung des Systems. Deshalb raten die meisten Elektronikhersteller von der Anwendung von Stromaufbereitern ab, welche den momentanen Stromfluss stören. Ausgehend vom Wechselstrompaneel gibt es einfache Methoden und Maßnahmen, die jeder implementieren kann, um den sofortigen Zugriff von seinem Unterhaltungssystem aus auf dessen Stromquelle zu verbessern, ohne in Bezug auf den Schutz oder die Leistung irgendwelche Kompromisse eingehen zu müssen.

CCI - Component to Component Interference (= Störung von Komponente zu Komponente)

Ein vorrangiges Anliegen beim Aufbau eines Elektrozuführungssystems zum Zwecke der Aufnahme oder des Klanges sollte darin bestehen, die einzelnen Komponenten von den Hochintensivitätsfeldern der EMI- und der RFI-Störungen zu trennen, welche den die Elektroniksysteme umgebenden Raum sättigen.

Die Netzteile der Klang- und Aufnahmeelektronik sind von Natur aus verbunden und befinden sich in unmittelbarer Nähe zueinander. Alle Komponenten innerhalb dieser Systeme haben einen eindeutigen elektrischen „Fußabdruck“ und geben von ihrer digitalen Schaltungstechnik bzw. ihren Gleichrichtern innerhalb der Netzteile stammende Störungen ab. Die Netzteile erzeugen erhebliche elektromagnetische Störungen (EMI), die hauptsächlich von den Schaltgleichrichtern stammen. Das digitale Equipment erzeugt außerdem Hochfrequenzstörungen (RFI).

Sowohl Hochfrequenzstörungen als auch elektromagnetische Störungen können auf verschiedenen Wegen von einer Komponente zur anderen übertragen werden. Der erste Weg besteht in der Weiterleitung über die Netzkabelanschlüsse und über Zusammenschaltungen von Verbindungskabeln. Der zweite Weg besteht in der induktiven Kopplung über Netzkabel und andere Elektronikanschlüsse.

Stromversorgungen geben nicht nur eine Rückwelle an Störenergie über das Erdungssystem und über die Netzkabel ab. Ihre digitalen Schaltnetzteile bzw. Gleichrichter strahlen auch intensive Felder an elektromagnetischen Störungen (EMI) in Gigahertzbereich. Diese beeinträchtigt die gesamte Elektronik und Verkabelung in ihrer unmittelbaren Umgebung.

Die bei weitem effektivste Methode der Minimierung des Einflusses dieser Störungen liegt in der Behandlung der anfänglichen äußeren Stellen der elektrischen Schnittstelle für jede Komponente, d.h. das Netzkabel und die Hauptverteilerstellen des Systems, die Netzleiste und die Stromaufbereiter.

Ein richtig konstruiertes Netzkabel kann als „erste Verteidigungslinie“ fungieren, in-dem der Stromver- sorgungsport und der IEC-Bereich (IEC = International Electro-technical Commission) gegen die abge- strahlte Energie abgeschirmt wird, welche die Elektronik umgibt. Die Netzkabel sollten außerdem auch

als Niedrigimpedanzpfad für die Rückwelle der Stromversorgungsstörungen dienen, um einen Ausgangspfad aus dem System zu realisieren. Netzkabel mit einer geringen messbaren Impedanz, Re-sistenz und Reaktanz sind zu bevorzugen, da sie eine neutrale Verbindung für eine reaktive Stromversorgungscharakteristik und den saubersten Ausgangspfad für die Abführung / Filterung der Erdungsstörungen an der Verbindungsstelle zum Verteiler bieten.

Neben der Bereitstellung einer optimalen DTCD und einfacher Schutzvorkehrungen gegen Spannungsspitzen und Überspannung sollte eine vorrangige Rolle des Stromverteilers in der Bereitstellung eines passiven Ausgangspfades für vom System erzeugte Störungen bestehen. Die besten Verteiler bieten eine Trennung der einzelnen Komponenten, so dass von einer Komponente ausgehende Erdungsstörungen andere Komponenten, die am gleichen Wechselstromverteiler angeschlossen sind, nicht beeinträchtigen. Das klingt möglicherweise einfach, das ist aber genau das Ziel. Die Stromverteilung sollte ein unkomplizierter Zuführungspfad für die momentanen Wechselstromimpulse sein, der es möglich macht, dass die Elektronik mit höchstem Wirkungsgrad arbeiten kann.

Im Gegensatz zur gängigen Theorie werden netzbedingte bzw. äußere Störungen, die außerhalb der unmittelbaren Umgebung eines Systems erzeugt werden, als eine Gefährdung für die Systemleistung stark überbewertet. Der größte Teil der Elektronik, wenn nicht sogar die gesamte Elektronik hat eingebaute Stromversorgungselemente, die ankommende Störungen problemlos filtern oder umleiten können. Dies lässt den massiven Umfang an Störungen, die innerhalb des Systems erzeugt werden, geringer erscheinen. Unter der Annahme, dass die empfindlichsten elektrischen Elemente innerhalb der Aufnahme- und Wiedergabesysteme liegen, ist dies eine gute Stelle, um mit dem Aufbau einer idealen Stromversorgungskette zu beginnen, und zwar mit einer, die einen maximalen Strom und minimale wechselstrombedingte Verzerrungen liefert.

Der grundlegende Entwurf der Verbindungselemente, der Netzkabel und der Stromverteilung kann die Beeinträchtigung durch elektromagnetische Störungen (EMI) und hochfrequente Störungen (RFI) stark beeinflussen, was wiederum die Auflösung und die Detaillierung bei aufgenommenem oder wiedergegebenem Klang erheblich beeinflussen kann.

Einfache Systemlösung

Wenn wir es gelten lassen, dass die Schnittstelle des elektronischen Netzteils mit dem Strom ein hochfrequentes, dynamisches (kurzzeitiges) Ereignis ist, dann wird es klar, dass der ideale Signalpfad für den Strom direkt mit einem Minimum an hinzugefügter Komplexität sein sollte. Die Bereitstellung von einfachen und unbehinderten Niedrigimpedanz-Strombahnen unter Anwendung von festen Verbindungen/Anschlüssen und hochwertigen Materialien resultiert in den konsistentesten und wünschenswertesten Ergebnissen. Je näher das Signal in Richtung der Elektronik navigiert, desto kritischer werden diese Elemente. Umgekehrt gilt: Je komplexer und behinderter der Pfad ist bzw. je mehr reaktive Elemente zwischen der Schalttafel und einem Elektroniksystem eingesetzt werden, desto beeinträchtiger und unvorhersagbarer sind die Ergebnisse. Beachten Sie bitte, dass die Reduzierung von wahrgenommenen Störungen nur dann von Wert ist, wenn dies ohne eine Beschränkung oder Behinderung der DTCD getan werden kann. Einige schätzen möglicherweise eine Reduzierung der wahrgenommenen Störungen auf ein Niveau, bei dem die Verluste in Bezug auf Zeitsteuerung, Unmittelbarkeit und Dynamik tolerierbar sind. Im Vergleich zu einem Klang, der in Bezug auf den Dynamikgehalt unbeeinträchtigt ist und eine Störungstrennung hat, ist die Wahl jedoch klar.

Die am leichtesten zu steuernden Stromsystemkomponenten wie z.B. Leistungsschalter, die Erdung, festgeschaltete Leitungen, Steckdosen, Stromverteiler und Netzkabel sollten zwei einfache Funktionen ausführen: Jeder Teil der Wechselstromkette sollte behandelt bzw. ausgewählt werden, um eine dynamische transiente Stromzuführung (DTCD = Dynamic Transient Current Delivery) für die Elektronik und, im Falle der Nähe zum eigentlichen System, eine Trennung der Auswirkungen von abgestrahlten bzw. weitergeleiteten elektromagnetischen Störungen, die von dazugehörigen Systemkomponenten erzeugt werden, zu erreichen.