

## **Руководство по организации правильного электропитания**

Материал подготовлен компанией Shunyata Research для новой книги Роберта Харли (Robert Harley)

Для того чтобы описать продукцию компании Shunyata, не нужно красивых слов. Не нужно громких девизов, неоновой рекламы и красивых упаковок. Продукция Shunyata Research представляет собой результат глубоких исследований, сочетание лучших в индустрии конструкционных материалов и совершенных технологий обработки. Все изделия производства компании Shunyata подвергаются тщательному тестированию. Цель их разработки и производства заключается в сведении к минимуму сопротивления цепей электропитания, которое оказывает заметное отрицательное воздействие на эффективность бытовой и профессиональной аудио и видео аппаратуры. Кроме того, использование продукции компании Shunyata позволяет минимизировать воздействие высокочастотных помех, генерируемых работающей аппаратурой, на качество воспроизводимого сигнала. Продукция Shunyata Research позволит даже низкобюджетной технике избавиться от тех ограничений качества воспроизведения, которые накладываются массовым производством или сочетанием в рамках одной системы радикально различающихся между собой подходов к разработке и производству.

Настоящий документ представляет собой полноценное руководство по организации электропитания. Оно позволит наилучшим образом понять механизмы взаимодействия различных элементов системы электропитания, осознать их важность и познакомиться с методиками их подбора. Рекомендации, изложенные в настоящем руководстве, базируются на результатах исследований, осуществленных компанией Shunyata, преследуемых ею подходах к разработке и производству и многолетнем опыте по созданию систем электропитания, признанных ведущими мировыми музыкантами, звукоинженерами, изготовителями и владельцами аудио-видео аппаратуры.

### **Почему кабель электропитания имеет значение?**

Правильно изготовленный высокоэффективный кабель электропитания должен являться связующим звеном между источником и потребителем электроэнергии и отличаться собственным низким сопротивлением и устойчивостью к помехам. Основным назначением кабеля электропитания является обеспечение линейного тракта передачи электроэнергии, защищенного от собственных и сторонних электромагнитных помех и отличающегося малым собственным сопротивлением. С подобной точки зрения роль кабеля электропитания в аудиовизуальной системе становится более значительной - он является первичным сторонним элементом конструкции каждого из компонентов системы. Без должного внимания к его конструкции кабель электропитания может превратиться в источник электромагнитных помех, что окажет отрицательное воздействие на производительность прочих элементов системы электропитания.

Нередко кабель рассматривается как последний элемент системы электропитания аппаратуры. Если же рассматривать кабель с точки зрения самой аппаратуры, он превращается в отнюдь не последний, а наоборот – в первый элемент системы электропитания. Ведь чем дальше потенциальный источник электромагнитных помех расположен от компонента аудиовизуальной системы, тем меньшее влияние оказывают создаваемые им помехи на конструкцию аппаратуры. Таким образом, кабель является первичным элементом тракта электропитания аудиовизуальной техники.

С учетом того, что кабель электропитания физически является внешним элементом обмотки трансформатора блока питания, любое воздействие на него может привести к снижению производительности аппаратуры. Каждый элемент конструкции кабеля должен разрабатываться и создаваться с неизменной целью оптимизации структуры тракта электропитания. Кабель должен быть построен на основе отборных медных проводников, оснащен высококачественными коммутационными разъемами и должным образом экранирован для защиты от электромагнитных помех. В качестве меры защиты от помех также могут использоваться проводники особой формы. Наконец, отличительным признаком истинно качественного кабеля является его электрическая нейтральность. Это означает минимальные значения емкостных и индуктивных составляющих собственного сопротивления, что позволит кабелю стать полноценным и достойным элементом конструкции любой электронной аппаратуры.

## **Кабель электропитания как система**

Кабель электропитания должен рассматриваться не в качестве самостоятельного продукта, а в качестве интегрированной системы, созданной с целью качественной передачи электрической энергии и оснащенной достаточными средствами защиты от электромагнитных помех. Также необходимо осознавать, что кабели, подключенные к одной цепи электропитания, взаимодействуют между собой. Это означает, что кабель, тестируемой в составе некоего набора кабельной продукции, становится неотъемлемой частью этого набора – как с точки зрения электрики, так и в контексте демонстрируемых характеристик. Это одна из причин существования противоречивых мнений насчет использования в рамках одной системы кабелей, отличающихся друг от друга по конструкции. Однако в большинстве случаев отмечается, что кабели одной марки сходные по конструкции и уровню качества, демонстрируют согласованные характеристики, показатели которых не зависят от используемого оборудования. С учетом этого при тестировании кабельной продукции рекомендуется использовать в рамках тестовой системы кабели одного изготовителя, сопоставимые между собой - это единственный способ адекватно оценить индивидуальные характеристики определенного изделия.

## **Высококачественные альтернативы**

Рынок кабелей электропитания отличается столь широким ассортиментом, что выбор модели, достойной тестирования, может оказаться непростой задачей. Метод отбора кандидатов для тестирования прост – проведите небольшую аналитическую работу. Выберите те модели, в основе конструкции которых лежит внятно объясненная технология. Убедитесь, что эти модели обладают объективным коммерческим успехом, имеют специализированное назначение и обладают внешними признаками качественного исполнения. Хороший кабель электропитания не вносит изменений в индивидуальный характер работы аудиовизуальной системы. Напротив, он должен обеспечить возможность функционирования аппаратуры именно таким образом, который был положен в основу ее конструкции.

Очевидным аргументом в пользу отказа от штатных кабелей электропитания и замены их на высококачественные изделия, является ощутимое снижение уровня шума и весьма впечатляющие улучшения микродинамических характеристик обрабатываемого сигнала. Избегайте моделей, которые изменяют исходный частотный состав сигнала, смещают его спектральный баланс или искажают естественную звуковую сцену. Стоимость высококачественного кабеля электропитания отнюдь не должна достигать астрономических размеров. При выборе кабеля электропитания залогом соблюдения разумного баланса между качеством и ценой является достаточное время, потраченное на тестирование нескольких образцов продукции в условиях, максимально приближенных к реальности.

## **«Прогрев» кабелей электропитания**

Для достижения наилучшей производительности новый кабель электропитания нуждается в «прогреве», поэтому в начале использования он может оказывать отрицательное влияние на чистоту и отчетливость звучания аудиосистемы. Период прогрева кабеля электропитания составляет в среднем пять дней непрерывной работы. Хорошим методом «прогрева» кабеля электропитания является использование его для подключения понижающего трансформатора (например, слаботочного источника питания), вентилятора или светильника. Подобный подход позволит избежать неприятных ощущений от описанных выше искажений, привносимых новым кабелем в характер звучания аудиотехники.

## **Распределители и стабилизаторы электропитания**

Так как большинство жилых помещений и студий звукозаписи оснащены одной розеткой электропитания на стену, а практически любая аудиовизуальная система имеет в своем составе несколько компонентов, различные устройства для распределения электропитания получили широкое распространение. В своей простейшей реализации распределитель электропитания представляет собой набор параллельно подключенных розеток, а некоторые стабилизаторы оснащены функцией стабилизации напряжения.

Большинство распределителей электропитания и стабилизаторов напряжения используются для подключения развлекательных аудиовизуальных систем, в составе которых нередко присутствуют многочисленные и разнообразные компоненты. Являясь общей точкой организации электропитания для них, распределитель электропитания или стабилизатор напряжения играет важную роль в процессе обеспечения корректной функциональности системы в целом.

При разработке и производстве распределителя электропитания или стабилизатора напряжения каждому элементу конструкции устройства должно быть уделено особое внимание. К нему должны предъявляться те же требования, которые предъявляются к любому высококачественному элементу системы организации электропитания. Идеальный распределитель электропитания или стабилизатор напряжения должен быть построен на основе солидных проводников значительной толщины и оснащен высококачественными разъемами, клеммами и прочими коммутационными элементами, использование которых гарантирует целостность контактов. Кроме того, устройство должно успешно подавлять не только сторонние электромагнитные помехи, но, что даже более важно – собственные помехи, генерируемые работающей аппаратурой.

Рассуждая упрощенно, распределитель электропитания должен выступать в роли своеобразного дополнения к кабелю электропитания, используемого с той же целью – передача электроэнергии. В то время как кабель, помимо прочего, выполняет функцию защиты тракта электропитания от электромагнитных помех, генерируемых работающей аппаратурой, распределитель электропитания должен быть элементом защиты от помех различного происхождения, передаваемых посредством электрической сети. При этом кабель и распределитель одинаково важны не только для защиты от подобных помех, но и собственно для обеспечения непрерывного электропитания. Очевидно, что распределитель электропитания должен быть оснащен средствами защиты от нестабильности напряжения. Подобные средства защиты относятся к категории электронных компонентов системы обеспечения электропитания и подробно описаны в соответствующем разделе настоящего документа.

## **Высококачественные альтернативы**

Ключевой момент в процессе выбора распределителя электропитания - необходимость избегать излишних сложностей. Для достижения наилучшей эффективности аудиосистемы распределитель, обеспечивающий оптимальные условия для передачи электроэнергии, является более разумным выбором, чем устройство, в конструкции которого акцент смещен на защиту от сторонних электромагнитных помех. Изделия на основе трансформаторов, катушек и преобразователей сигнала обладают высокой собственной индуктивностью и вследствие этого являются недостаточно прозрачной средой для полноценной передачи электроэнергии. Присутствие в составе аудиосистемы подобного устройства может привести к нарушению фазово-временной целостности и динамики воспроизводимого сигнала.

Если бы разработчики высококачественной записывающей и воспроизводящей аудиотехники полагали, что кроме основной катушки трансформатора в цепи электропитания их изделий должен присутствовать еще один индуктивный элемент, они позаботились бы об этом. Аналогично, если бы они считали уместным использование дополнительной реактивной нагрузки, соответствующий элемент также присутствовал бы в составе конструкции. В реальности же создатели современной высококачественной аудиотехники оснащают свою продукцию источниками электропитания, предназначенными для обработки исходной электроэнергии волновой природы, не подвергнутой каким-либо прочим способам обработки, и тем более – воздействию сторонней паразитной нагрузки.

## **Электрические розетки**

Подобно распределителям электропитания, настенные розетки также являются критическим элементом цепи электропитания, общей точкой подключения подчас весьма разнообразных и многочисленных электронных компонентов. Розетка представляет собой пример открытого электрического контакта, который может повысить сопротивление цепи электропитания. В свою очередь пониженная проводимость цепи питания может оказать отрицательное влияние на производительность аппаратуры. По этой причине даже такие моменты, как обработка электрических кабелей и закрепление их в клеммах розетки, играют важную роль в процессе организации электропитания аппаратуры. Необходимо осознавать, что даже один недостаточно надежный контакт фазы, земли или нейтрали может оказать ощутимое отрицательное влияние на то качество воспроизведения, которое принято ожидать от аппаратуры высокого класса.

Большинство электрических розеток, установленных в жилых домах, являются бюджетными изделиями среднего, а нередко - низкого качества. Стоимость подобного изделия редко превышает 50 центов, в то время как цена профессиональной розетки может превысить 20 долларов. Разумеется, с учетом этого у строительной или ремонтной организации нет оснований для установки в домах электрических розеток высокого качества, но для ценителей звука подобное решение является доступным способом повышения эффективности аппаратуры. Замените традиционную электрическую розетку на профессиональное изделие высокого качества. В случае если используемая сеть электропитания оснащена несколькими розетками, рекомендуется заменить даже те из них, которые не используются для подключения аппаратуры. В качестве изготовителей высококачественных электрических розеток можно рекомендовать компании Leviton и Hubbell.

## **Изоляция элементов сети электропитания**

Данное техническое решение применяется в электрических сетях крупных нежилых зданий. При строительстве подобных объектов часто требуется прокладка электрических кабелей в особой металлической изоляции. Не углубляясь в технические подробности, изоляция каких-либо элементов сети электропитания имеет смысл только в том случае, если все электрические кабели в доме проложены в специальных металлических трубах, а все розетки установлены с использованием металлических монтажных коробок. В противном случае изоляция элементов сети электропитания не окажет положительного эффекта на производительность аппаратуры.

## **Высококачественные альтернативы**

Помимо упоминавшейся выше продукции компаний Leviton и Hubbell, в настоящее время на рынке присутствует достаточно широкий ассортимент специализированных электрических розеток, предназначенных для подключения аудиотехники. Стоимость подобных изделий составляет не менее нескольких сотен долларов. В составе их конструкции нередко присутствуют особые контактные элементы и полированные поверхности, а используемые в их производстве конструкционные материалы подвергаются особой обработке. Наиболее значимой особенностью таких изделий является то, что каждое из них оказывает индивидуальное влияние на характер работы аппаратуры. Поэтому при выборе конкретной модели решающим фактором является индивидуальное восприятие результатов этого влияния. Здесь, как и в случае с кабелями электропитания, нет четко выраженной зависимости стоимости изделия от его качества.

Основным аргументом в пользу выбора той или иной электрической розетки является соответствие ее конструкции базовым представлениям об электрической проводимости и контактах. На практике это означает, что контактные поверхности розетки должны быть изготовлены из высококачественного металла высокой проводимости и отличаться размерами, обеспечивающими максимальную площадь контактной поверхности. Контактные группы должны быть изготовлены из меди или латуни и обеспечивать возможность подключения электрического кабеля площадью поперечного сечения не менее 5 мм. Розетка, механизм которой помещен в солидный металлический корпус, обеспечит достаточное рассеивание тепла и предотвратит нежелательный перегрев кабелей и контактов.

Отделка контактных поверхностей розетки серебром, золотом или никелем может считаться достоинством ее конструкции, но подобные конструкции нередко оказывают излишнее, а иногда - недопустимое воздействие на характер звучания аппаратуры. Характеристики контактных поверхностей вряд ли улучшают проводимость среды передачи электроэнергии и радикально снижают воздействие сторонних электромагнитных помех. Гораздо чаще они обуславливают определенные смещения тонального баланса воспроизводимого звука. Подобно прочим изделиям высокого класса, для которых нередко характерны предельно высокие цены, оптимальным выбором являются электрические розетки относительно доступной стоимости, конструкция которых разработана на основе обширных знаний и практических достижений в области электротехники.

### **Изолированные и выделенные линии электропитания**

Для того, кто может позволить себе создание выделенной линии электропитания, данное техническое решение является наилучшей основой для грамотной системы электропитания аппаратуры. Но нередко сам термин «выделенная линия электропитания» вызывает у ценителей высококачественного звука некоторое недоумение. Для начала определим понятие «выделенная линия электропитания». Большинство электрических цепей в обычном доме на самом деле представляют собой систему из нескольких линий, подключенных параллельно к одному источнику. Попробуйте отключить автоматический прерыватель, обслуживающий ту электрическую цепь, к которой подключена Ваша аппаратура. После этого проверьте состояние прочих розеток в данной и соседних комнатах. Вы убедитесь, что многие, а нередко – все электрические розетки в доме подключены к одной и той же электрической цепи. С данной точки зрения выделенная электрическая линия представляет собой цепь, предназначенную для подключения одной единственной электрической розетки и оснащенную индивидуальным электрическим прерывателем. Иными словами, кабель выделенной линии с одной стороны подключен к соответствующей электрической розетке, с другой – к индивидуальному электрическому прерывателю, при этом присутствие в составе цепи каких-либо прочих потребителей и коммутационных элементов не допускается.

### **Почему это важно?**

Не вдаваясь в излишние подробности, можно утверждать, что чем меньше потребителей разделяют одну цепь электропитания, тем меньшему искажению подвергаются элементарные импульсы переменного тока, в неразрывной связи с которыми находится сигнал, воспроизводимый аппаратурой. Особенно это касается усилителей аудиосигнала, которые нередко отличаются весьма значительным энергопотреблением. В реальности удаление из цепи электропитания одного усилителя аудиосигнала и подключение его к выделенной линии немедленно принесет заметные улучшения в динамике воспроизводимого аудиосигнала и позволит более полно раскрыть потенциал используемой аппаратуры.

При проектировании и строительстве студий звукозаписи, домашних кинотеатров и прочих подобных объектов необходимо использовать любую возможность для создания выделенных линий электропитания. Более того, выделенные линии являются фундаментом полноценной системы электропитания аудиовизуальной системы, поэтому их созданию необходимо уделить особое внимание. Две-три дополнительные выделенные линии являются идеальным решением, которое позволит организовать раздельное электропитание для слаботочной и силовой электроники. В контексте общей эффективности аудиовизуальной системы раздельное электропитание силовой электроники (например, усилителей аудиосигнала, проекторов и активных акустических систем) и источников сигнала и прочей слаботочной техники приносит гораздо большую пользу, чем раздельная организация цифровых и аналоговых цепей в рамках одного устройства. Обладание выделенной линией электропитания также предоставляет более широкие возможности по использованию распределителей электропитания. Например, усилители аудиосигнала могут быть подключены непосредственно к сети электропитания, в то время как для подключения источников сигнала и прочих слаботочных устройств рекомендуется использовать распределители электропитания с функцией ограничения тока.

Создание одной, а еще лучше – двух дополнительных выделенных линий также существенно улучшит общую пропускную способность сети электропитания и создаст более благоприятные условия для передачи электроэнергии. В свою очередь, это благоприятно отразится на производительности прочих элементов системы электропитания, в частности – будет способствовать снижению влияния перекрестных помех. Подобная открытая структура системы электропитания имеет огромное значение, поэтому необходимо использовать все возможности для ее реализации.

#### **Защита от замыканий через землю**

Наравне с преимуществами использования выделенных линий электропитания существует риск столкнуться с замыканием через землю, которое обычно выражается в помехах на частоте 50 Гц, хорошо слышимых через акустические системы. Подобное явление может возникнуть в том случае, если несколько выделенных линий электропитания созданы без должного внимания к вопросу заземления. Не вдаваясь в излишне глубокие технические подробности, решение подобной проблемы сводится к соблюдению равной длины кабельных трасс, формирующих выделенные линии электропитания, и использованию аналогичных проводников для обеспечения заземления каждой из линий. При соблюдении данных условий все выделенные линии будут иметь равный потенциал по отношению к земле.

При необходимости электрик может намеренно увеличить длину определенных кабельных трасс с тем, чтобы протяженность каждой из них равнялась протяженности самой длинной трассы. На практике это достигается прокладкой кабеля не по кратчайшему маршруту, соединяющему точки подключения, а путем использования кабеля нужной длины, закрепляемого на доступных архитектурных элементах. Подобное решение является несравненно лучшей альтернативой искусственному выравниванию сопротивления разных по протяженности кабельных трасс.

#### **Запас по характеристикам**

Для достижения наилучшей эффективности характеристики всех элементов выделенной линии электропитания – от автоматического прерывателя до розетки – должны иметь определенный запас. Электрический кабель с площадью поперечного сечения проводника не менее 5 мм<sup>2</sup> (10AWG), автоматический прерыватель номиналом до 30 А, розетки номиналом не менее 20 А и, при возможности - выделенный распределительный щит являются отнюдь не пустой тратой средств, а напротив – разумной инвестицией. Электричество не ведет себя как вода, которая спокойно струится через дом под небольшим напором. Будучи импульсным явлением, переменный электрический ток весьма сложен по своей природе, особенно – в контексте взаимодействия с различными трансформаторами и прочими преобразующими элементами конструкции аудиовизуальной аппаратуры.

#### **Последний этап: распределительный щит**

Распределительный щит - это место, где установлены все автоматические прерыватели цепи и прочие подобные элементы. С точки зрения практики, щит является последним этапом, на котором электромагнитные помехи могут оказать отрицательное воздействие на эффективность записывающей и воспроизводящей аппаратуры. Будет уместным напомнить, что индивидуальные автоматические прерыватели с запасом по характеристикам, коммутирующие выделенные линии электропитания, являются эффективным шагом на пути создания оптимальной среды передачи электроэнергии и повышения производительности аудиовизуальной аппаратуры. Подключение всех используемых прерывателей к одной и той же фазовой линии также является действенным средством повышения качества воспроизведения сигнала, особенно если для подключения прерывателей выбрана фазовая линия, к которой подключено минимальное количество потенциальных источников электромагнитных помех. Классическим примером источника помех могут служить такие устройства, как холодильники, кондиционеры, аквариумы и прочие устройства, в составе конструкции которых присутствуют электрические двигатели.

### **Максимальная защита**

Немногие осведомлены о существовании относительно недорогих средств защиты сетей электропитания, с установкой которых в пространстве распределительного щита легко справится любой квалифицированный электрик. Подобные устройства имеют расплывчатое название «средства общей защиты от перепадов напряжения». Использование таких средств позволит защитить не только аудиовизуальную аппаратуру, но и все прочие электроприборы, используемые в доме. Устройства защиты оснащены светодиодными индикаторами, предназначенными для оповещения пользователя о нестабильности напряжения в сети, а наиболее совершенные изделия – средствами аварийного переключения на резервные схемы электропитания. С учетом этого можно утверждать о широком выборе изделий, даже для тех пользователей, которые предпочитают концентрироваться на эффективности своей аппаратуры в большей степени, чем на ее защите. Несмотря на то, что большинство стабилизаторов напряжения и распределителей электропитания оснащены определенными решениями для защиты от нестабильности напряжения, наилучшим средством защиты является специализированное устройство, физически размещенное в распределительном щите – ведь именно там сопротивление контура заземления минимально.

### **Лучшие бюджетные средства оптимизации системы электропитания**

Поскольку электрические характеристики цепи электропитания непосредственно влияют на производительность аппаратуры, многочисленные контакты в составе этой цепи имеют огромное значение. Любой контакт, отличающийся низкой надежностью или подвергающийся воздействию помех, снижает эффективность системы электропитания в целом. Поэтому рекомендуется периодически нанимать квалифицированного электрика для проверки состояния всех контактов в составе цепи. Заодно можно воспользоваться его услугами по замене обычных электрических розеток на высококачественные изделия и проверке электрических кабелей на предмет коррозии. Кроме того, рекомендуется своевременно заменять электромеханические изделия, проявляющие признаки деградации, и устройства, срок службы которых подходит к концу. Например, в процессе эксплуатации электрических прерывателей в составе их конструкции синтезируются отложения посторонних веществ, которые могут стать источником электромагнитных помех в сети питания.

Соблюдение этих простых профилактических мер позволит заметно повысить эффективность как бытовой, так и профессиональной воспроизводящей и записывающей аппаратуры.

## **ОБЗОР ОСНОВ ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Материал подготовлен компанией Shunyata Research для новой книги Роберта Харли (Robert Harley)

### **Влияние средств передачи электроэнергии на производительность аппаратуры**

Перед тем, как перейти к практическим действиям по оптимизации существующей или созданию идеальной системы электропитания, необходимо осознать зависимость между ее характеристиками и производительностью аудиовизуальной аппаратуры, в частности – качеством воспроизведения звука. В силу ограниченности знаний большинства пользователей о принципах передачи электроэнергии эта зависимость подчас отнюдь не очевидна для них. В результате чрезмерное внимание к системе электропитания является столь же распространенным явлением, как ее полное игнорирование, основанное на ложном представлении о незначительности данного вопроса. Являясь недопустимой крайностью, оба таких подхода могут привести к невозможности полноценной реализации основного назначения аудиовизуальной аппаратуры – воспроизведения изображения и звука.

### **Источник звука**

При использовании данного термина в контексте воспроизводящей или записывающей аппаратуры большинство из нас представляют себе некое устройство (музыкальный инструмент или голос), носитель данных (компакт-диск) или средство его воспроизведения. Однако с точки зрения электроники существует гораздо более глубокий источник, вернее – основа звука, чем данные, обрабатываемые аппаратурой.

Фактической основой того, что мы слышим при работе аудиотехники, является электроэнергия, поступающая в систему из сети электропитания, переменный электрический ток, преобразуемый блоком питания аппаратуры в более стабильную постоянную форму. Именно благодаря источнику постоянного электрического тока само существование звука становится возможным. Например, рассматривая в качестве примера усилитель аудиосигнала, можно заключить, что постоянный электрический ток, модулируемый входным аудиосигналом, заставляет двигаться головки громкоговорителей в составе конструкции акустических систем. Поэтому, чем менее стабилен источник электроэнергии или чем более он подвержен воздействию помех, тем больше несоответствие выходного сигнала системы исходному, записанному на компакт-диске или полученному из эфира. Если же нестабильно исходное напряжение в сети электропитания, то отклонения от нормы в звучании системы будут легко воспринимаемы на слух. Представление о том, что блоки питания аппаратуры генерируют постоянный электрический ток, свободный от помех и не зависящий от мощности нагрузки, является в лучшем случае заблуждением, а чаще – грубой ошибкой. В мире не существует блока питания, конструкция которого была бы настолько совершенной, что обеспечивала бы достойную защиту от многочисленных и разнообразных электромагнитных помех, генерируемых работающей аппаратурой. Резюмируя изложенное выше в простых терминах, можно утверждать, что переменный электрический ток является основой сигнала, обрабатываемого и воспроизводимого аудиовизуальной аппаратурой.

### **Краткая историческая справка**

В течение многих лет доминирующим подходом к созданию системы электропитания было использование массивных коммутационных изделий, оснащенных высокочастотным фильтром, как правило – на основе трансформатора или дросселя. Причиной использования подобных решений было представление об электрическом токе как простом низкочастотном волновом явлении. При этом защита системы электропитания от перепадов напряжения и сторонних высокочастотных помех рассматривалась в качестве достаточной профилактической меры. Считалось, что таким образом система электропитания будет защищена от сторонних помех и нестабильности амплитуды электрического тока, как основных факторов, представляющих собой угрозу работоспособности и корректной функциональности электронной аппаратуры. Однако при этом были упущены из вида два фундаментальных момента. Во-первых, использование устройств с интегрированными высокочастотными фильтрами препятствует своевременной обработке системой электропитания мгновенных изменений в динамике электрического тока, потребляемого аппаратурой. Во-вторых,



что не менее важно, подобные изделия отражают не только сторонние электромагнитные помехи, но и собственные помехи, генерируемые аппаратурой. В результате, в отсутствие адекватного средства подавления, собственные помехи аппаратуры оказывают негативное воздействие на ее эффективность.

### **Обращаясь к подробностям...**

В отличие от светильников и электрических двигателей, электронные блоки питания не создают постоянной нагрузки на сеть. Напротив, создаваемые ими нагрузки имеют пульсирующую природу, определяемую моментальным значением электропотребления аппаратуры. Продолжительность подобной пульсации нередко измеряется несколькими миллисекундами, необходимыми для полной зарядки конденсаторов, присутствующих в составе конструкции любого блока питания. Вследствие этого блок питания является источником значительных электромагнитных помех, значение частоты которых нередко достигает 50-й гармоники частоты электрического тока, используемого в сетях электропитания. Таким образом, обработку переменного электрического тока блоком питания электронной аппаратуры нужно рассматривать не как низкочастотное, а как высокочастотное явление.

Таким образом, базовое представление о том, какую роль переменный электрический ток играет в процессе воспроизведения аудио-видеосигнала и формировании собственных помех аудиовизуальной аппаратуры, позволяет сформулировать два фундаментальных принципа, требующих внимания при построении идеальной системы электропитания. Этими принципами являются: Моментальная Динамическая Передача Электроэнергии (Dynamic Transient Current Delivery, DTCD) и Взаимное Влияние Компонентов Системы (Component to Component Interference, CCI).

### **Моментальная Динамическая Передача Электроэнергии (Dynamic Transient Current Delivery, DTCD)**

Беспрепятственная и непрерывная передача электроэнергии является критическим фактором в обеспечении полной производительности аудиовизуальной аппаратуры. Разработка и производство воспроизводящей и записывающей техники осуществляется с расчетом на возможность беспрепятственного потребления ею электрической энергии. Данное утверждение справедливо как для источников аудио-видеосигнала, так и для средств его обработки и воспроизведения. Присутствие в цепи электропитания аудиовизуальной системы хотя бы одного устройства или изделия, препятствующего передаче электроэнергии (т.е. реализации принципа DTCD), оказывает отрицательное воздействие на эффективность всей системы. Именно по этой причине большинство изготовителей аудиовизуальной аппаратуры скептически относятся к средствам распределения электропитания и стабилизации напряжения, неизбежно влияющим на свободную передачу электроэнергии. В любой области сети электропитания пользователю доступны простые методы оптимизации, применение которых обеспечит аудиовизуальную аппаратуру непосредственным доступом к сети электропитания без риска для ее работоспособности и производительности.

### **Взаимное Влияние Компонентов Системы (Component to Component Interference, CCI)**

Одним из основных моментов, требующих внимания при построении системы электропитания, является изоляция каждого компонента аудиовизуальной техники от значительных радиочастотных и электромагнитных помех, генерируемых прочими компонентами.

Как правило, блоки питания различных компонентов аудиовизуальной системы находятся в непосредственной близости друг от друга и электрически связаны между собой. Каждый компонент обладает индивидуальными электротехническими характеристиками, в частности – составом и уровнем помех, генерируемых блоком питания. При этом элементы цепей выпрямления создают в основном электромагнитные помехи, а цифровые тракты – радиочастотные помехи. Существует несколько путей распространения радиочастотных и электромагнитных помех от одного компонента аудиовизуальной системы к другому. Основным из них является сеть электропитания,

вторым по значимости – наводки по кабелям электропитания и прочим коммутационным элементам.

Таким образом, можно утверждать, что блоки питания являются основным, но не единственным источником собственных электромагнитных и радиочастотных помех электронной аппаратуры. Данные помехи могут лежать в широком диапазоне частот (вплоть до гигагерцового), существовать в непосредственной близости от работающей аппаратуры и оказывать разнообразное воздействие на цепи электропитания и прочие элементы конструкции окружающих компонентов аудиовизуальных систем. В настоящее время наиболее эффективным способом защиты от подобных помех является соответствующая обработка определенных элементов цепей электропитания каждого компонента электронной аппаратуры, прежде всего - электрических кабелей, коммутационных узлов, средств стабилизации и распределения электроэнергии.

Качественный кабель электропитания играет роль первой линии защиты тракта электропитания аппаратуры от ее собственных помех. Кроме того, электрический кабель должен являться высокопроводящим элементом для отвода помех, генерируемых блоком питания компонента аппаратуры с тем, чтобы предотвратить дальнейшее проникновение данных помех вглубь конструкции элемента. Кабель электропитания, отличающийся минимальным значением собственного сопротивления, является предпочтительным выбором благодаря своей способности к полноценному отводу собственных помех.

Помимо реализации принципа DTCD и первичных средств защиты от нестабильности напряжения, основным назначением распределителя электроэнергии является обеспечение высокопроводимого пути отвода собственных электромагнитных помех, генерируемых оборудованием. Наиболее совершенные модели распределителей содержат полностью изолированные каналы электропитания. Использование подобных изделий позволит полностью избежать воздействия помех, генерируемых определенным компонентом системы, на прочие компоненты, подключенные к тому же распределителю. Несмотря на простоту формулировки, именно это является одним из наиболее важных аспектов функциональности распределителя электроэнергии. Высококачественный распределитель должен представлять собой нейтральную среду передачи электроэнергии, способную динамично обрабатывать изменения мгновенного значения величины электрического тока. Соблюдение данного условия обеспечит возможность корректной обработки воспроизводимого сигнала и позволит достичь максимальной производительности аппаратуры.

Вопреки популярному мнению, сторонние электромагнитные помехи, существующие в непосредственной близости от электронной аппаратуры, не являются значительной угрозой эффективности системы. Подавляющее большинство блоков питания, используемых в составе конструкции современной электронной техники, оснащены схемами фильтрации или отражения сторонних помех и, в отнюдь не меньшей степени – помех, генерируемых самой аппаратурой. С учетом того, что воспроизводящая и записывающая техника наиболее чувствительна к помехам, действенным шагом на пути совершенствования системы электропитания будет создание условий, в которых система будет обладать максимальной проводимостью и защищенностью от нестабильности характеристик сети.

Использование в составе системы электропитания тщательно разработанных и грамотно изготовленных элементов позволит свести к минимуму последствия воздействия электромагнитных и радиочастотных помех на качество записи и воспроизведения сигнала.

### **Избегая сложностей...**

Если принять за основу тот факт, что взаимодействие электронного блока питания аппаратуры с электрической сетью является динамическим высокочастотным явлением, то становится очевидным, что идеальный тракт электропитания должен непосредственно связывать между собой источник и потребитель электроэнергии и не содержать в своем составе лишних элементов. Использование высококачественных материалов и коммутационных элементов с целью создания простой высокопроводимой сети электропитания принесет значительные и ощутимые результаты. Чем больше расстояние между источником электроэнергии и ее потребителем, тем большее значение имеют обсуждаемые здесь элементы. Справедливо также утверждение о том, что с увеличением сложности конструкции сети электропитания и количества реактивных элементов в ее составе, растет объем стороннего воздействия на исходные характеристики электропитания,

подводимого к аппаратуре, а значит – непредсказуемость результатов ее функционирования. Не забывайте, что меры защиты от сторонних помех действительны лишь в том случае, если их применение не вступает в противоречие с описанным выше принципом DTCD. Чрезмерные меры снижения помех нередко приводят к заметному нарушению фазовых и динамических характеристик звука. И даже если изначально подобные жертвы рассматриваются пользователем как допустимые, при сравнении подобной системы с оборудованием, к которому грамотно применены щадящие меры изоляции от помех, преимущества последнего решения становятся очевидными.

Использование в составе системы электропитания таких открытых для модернизации и обслуживания компонентов, как автоматические прерыватели, средства заземления, выделенные и изолированные линии питания, высококачественные электрические розетки, кабели и распределители электропитания служит двум основным целям: обеспечение условий для свободной динамической передачи электроэнергии на всех участках сети и защита всех участков сети от собственных помех, генерируемых работающей аппаратурой.