

ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

В статье приведена краткая информация о различных технологиях передачи звуковых сигналов. Основное внимание уделено технологиям NFMI и e2e, предложенными компаниями NXP и Siemens, которые используются для передачи звука на наушники как от мобильных телефонов, так и от других источников звуковых сигналов. Кратко описана технология индукционной связи, которая используется для создания комфортных условий слабослышащим.

В. Макаренко

TECHNOLOGY WIRELESS TRANSMISSION OF AUDIO SIGNALS

Abstract – The article provides an overview of the various technologies of transmission of audio signals. The focus is on technology NFMI and e2e, proposed by NXP and Siemens, which used to transmit sound to the headphones from both mobile phones as well as from other sources of audio signals. Briefly described inductive coupling technology, used to create comfortable conditions for the hearing impaired.

V. Makarenko

Одна из важнейших тенденций в системах передачи звуковых сигналов – развитие беспроводных технологий. Эти тенденции особенно сильно проявляются в области потребительской электроники и медицинской техники. В потребительской электронике – это беспроводные головные телефоны (наушники) для связи с мобильными телефонами и другими устройствами, а в медицине – это слуховые аппараты, позволяющие людям с дефектами слуха хорошо слышать музыку или речь, передаваемую с любых устройств в помещениях с повышенным уровнем шума.

Конкуренция между производителями мобильных телефонов и слуховых аппаратов усиливается в направлении создания более удобных для пользователя устройств прослушивания звуковых сигналов. Производители используют для этих целей самые различные технические решения. Однако у всех производителей существует очень важный вопрос – нужен ли, так называемый, стример для промежуточной связи между слуховыми аппаратами или наушниками и такими устройствами как телевизор и телефон?

На сегодняшний день в мире используют две основных технологии для беспроводной передачи аудиосигналов:

- передача сигналов по радиоканалу
- передача сигналов с помощью технологии NFMI (Near Field Magnetic Induction – магнитная индукция ближнего поля).

Какой способ лучше использовать для беспроводной технологии – радиопередачу или магнитную индукцию ближнего поля? От выбора способа передачи данных зависит производительность и энергопотребление конкретных устройств. Причем различие характеристик может быть довольно значительным.

При передаче сигналов по радиоканалу используется несколько технологий – Bluetooth, передача сигналов с помощью частотной или другого вида модуляции на самых различных частотах. В настоящее время именно Bluetooth чаще всего используется для связи малопотребляющих устройств, расположенных на небольших расстояниях [1]. Невозможно представить современный смартфон или мобильный телефон, который не поддерживал бы этот протокол. Его используют для обмена данными между пользователями (картинки, видеофайлы и т. д.), для коммуникации с различными датчиками, для передачи аудиосигналов в беспроводные наушники и т. д. Основными достоинствами Bluetooth являются: малое потребление, достаточно высокая скорость передачи данных, малые габариты устройств. Однако для некоторых приложений этого оказывается недостаточно, так как у Bluetooth есть целый ряд ограничений. Их можно продемонстрировать на примере беспроводных наушников.

Для обеспечения передачи стереофонических аудиосигналов с помощью Bluetooth необходимы приемник и передатчик, а также

пара наушников, соединенных с помощью проводов (рис. 1). Передатчик находится в смартфоне или в MP3-плеере, а приемник встроен либо в одном из наушников, либо закреплен на проводе. На приемник по каналу Bluetooth поступает общий аудиопоток левого и правого каналов. Сигнал правого канала передается во второй наушник по проводу.



Рис. 1. Типовая схема подключения Bluetooth-наушников

Хотя современные Bluetooth-устройства и позволяют передавать информацию на два и более устройств одновременно, передача стереосигналов на каждый наушник по радиоканалу не используется по двум причинам – увеличенное энергопотребление и значительное затухание сигнала на частоте 2.4 ГГц. Это связано с тем, что организм человека содержит около 60% воды. Сигналы с частотами несколько гигагерц значительно ослабляются в водной среде. Даже при прохождении сигнала через голову сигнал значительно ослабляется, что приводит к неустойчивой передаче звукового сигнала.

Так как излучение сигнала Bluetooth осуществляется ненаправленной антенной, это приводит к “загрязнению” эфира в радиусе нескольких метров. Если передавать сигналы на каждый наушник, то уровень помех, создаваемых устройством Bluetooth, возрастает. Поэтому наиболее простым решением является проводное соединение со вторым наушником.

Компания ReSound (GN Hearing) предлагает собственное решение для беспроводной передачи стереофонических сигналов к каждому из наушников по радиоканалу на частоте 2.4 ГГц [2].

Однако при просмотре телевизионных программ и передаче звука с помощью Bluetooth наблюдается запаздывание звука по отношению к изображению, что нарушает синхронность изображения, звука голоса и музыки. Этот недостаток отсутствует при использовании ЧМ-модуляции для передачи звуковых сигналов. Использование ЧМ-модуляции обеспечивает широкий частотный и динамический диапазон, что в свою очередь обеспечивает высокое качество передачи звука. Кроме того, ЧМ-передатчик имеет аналоговые входы, что позволяет напрямую подключать его к выходу на наушники телевизора или музыкального центра. Запаздывание звуковых сигналов по отношению к видеоряду при использовании такой технологии не наблюдается. Передачу звука на наушники слуховых аппаратов с помощью ЧМ использует фирма Phonak [2].

Однако в последнее время набирает популярность передача звуковых сигналов с использованием технологии NFMI, которая позволяет создавать узконаправленный, высокоэффективный и малопотребляющий канал передачи данных с высокой пропускной способностью. В настоящее время NFMI имеет практическую реализацию, например, в виде беспроводных наушников на базе микросхем NxH2280 от компании NXP.

К достоинствам технологии NFMI можно отнести:

- возможность передачи сигналов на расстоянии нескольких метров
- возможность формирования направленного поля для передачи данных
- не требуется промежуточная аппаратура для осуществления передачи данных.

Однако она обладает и рядом недостатков:

- для двунаправленной передачи данных, например, разговора по телефону, требуется промежуточный интерфейс
- значительная потребляемая мощность
- большие габариты передающей катушки
- необходимы защитные механизмы, чтобы предотвратить радиообмен с другими устройствами, работающими в том же частотном диапазоне.

Как следует из названия “магнитная индукция ближнего поля”, технология NFMI предназначена для обмена данными на коротких расстояниях. Для этого используются две катушки, которые передают информацию с помощью магнитного поля. Диапазон частот, в котором может осуществляться передача, ограничен полосой от 3 до 15 МГц.

Для сравнения на рис. 2 приведены графики зависимости относительной напряженности поля при передаче сигналов с помощью Bluetooth и NFMI (при отсутствии каких-либо препятствий).

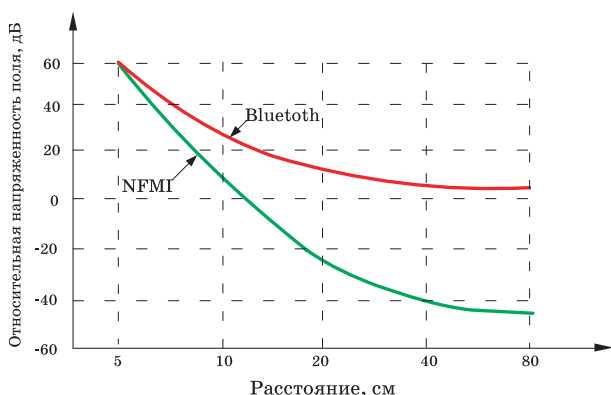


Рис. 2. Графики зависимости относительной напряженности поля при передаче сигналов с помощью Bluetooth и технологии NFMI

Из графиков следует, что радиосигналы затухают значительно медленнее с ростом расстояния от излучающей антенны, чем сигналы NFMI. Но такие графики справедливы для распространения сигналов в свободном от препятствий поле. При прохождении через ткани человеческого тела сигнал NFMI практически не затухает, а сигнал Bluetooth значительно ослабляется. Поэтому для передачи звуковых сигналов с помощью NFMI между наушниками понадобится сигнал значительно меньшей мощности, что увеличивает время работы наушников от встроенного аккумулятора.

Новая разработка NXP [3, 4] позволяет ускорить внедрение беспроводной технологии NFMI в мобильную аппаратуру и слуховые аппараты. Технология магнитной индукции ближнего радиуса, разработанная китайской компанией Cannice Technology, обеспечивает гораздо лучшую проникающую способность

при передаче сигналов через проводящие среды благодаря использованию переменного магнитного поля вместо электрического.

Выпускаемая компанией NXP микросхема NxB2280 является трансивером NFMI со сверхнизким потреблением и выполняет все функции, необходимые для осуществления связи по методу NFMI. Микросхема обеспечивает надежную связь в пределах тела пользователя. Эта технология хорошо отработана и уже десятилетие используется в слуховых аппаратах. Трансивер NxB2280 для сети NFMI поставляет NXP и поддерживает стартовый набор, включающий плату приложения, программное обеспечение для прошивки и программное обеспечение для разработки.

В технологии NFMI используются катушки индуктивности в качестве антенн. Для реализации направленной передачи необходимо располагать передающую и приемную катушки параллельно (рис. 3). Тогда линии магнитного поля, создаваемые катушкой передатчика, пересекают витки катушки приемника и происходит прием полезного сигнала.

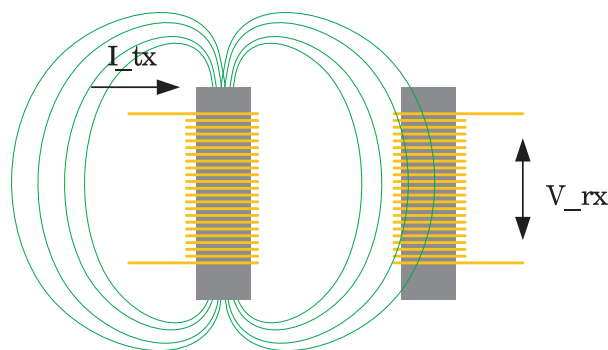


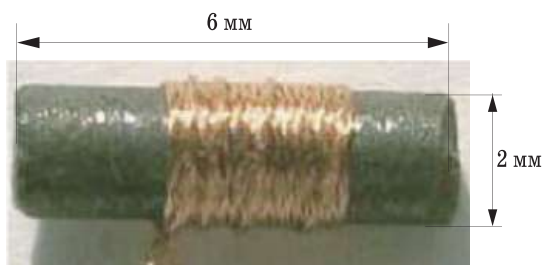
Рис. 3. Взаимное расположение катушек индуктивности для реализации технологии NFMI

Если же катушки расположены перпендикулярно и магнитные линии не пересекают витки катушки приемника, то сигнал принят не будет. Конструкция и габаритные размеры катушки показаны на рис. 4.

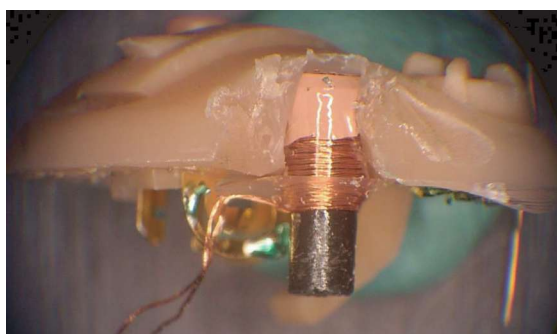
Структура ИМС NxB2280 приведена на рис. 5. Микросхема содержит [5]:

- программируемый пользователем микроконтроллер на базе ARM Cortex-M0
- набор системных периферийных модулей – блоки тактирования и контроля питания DMA

- периферийные модули общего назначения – таймеры, порты ввода/вывода
- коммуникационные интерфейсы I²C, UART, SPI
- аудиосистему, включающую программируемый пользователем цифровой сигнальный процессор Cool Flux DSP, аудиокодек и интерфейс I²S
- приемопередатчик NFMI.



а)



б)

Рис. 4. Конструкция и габаритные размеры катушки для использования совместно с микросхемой NxH2280 (а) и ее размещение в наушнике (б)

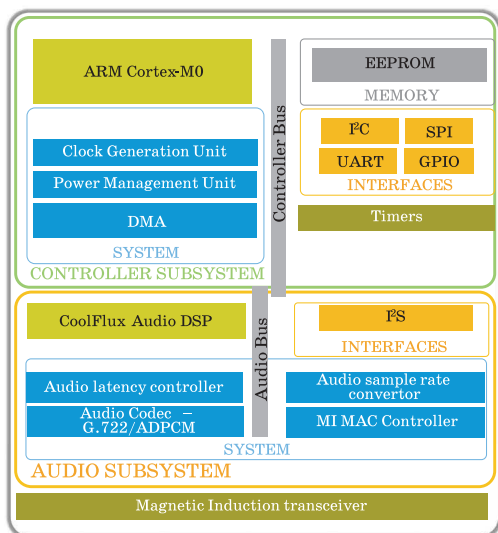


Рис. 5. Структура микросхемы NxH2280

Основные характеристики микросхемы NxH2280:

- ИМС реализует технологию NFMI второго поколения
- скорость передачи данных 596 кбит/с
- низкое энергопотребление:
 - при передаче звука в обоих направлениях 1.6 мВт при частоте дискретизации 16 кГц
 - при передаче звука в одном направлении 2.5 мВт при частоте дискретизации 48 кГц
- площадь, занимаемая микросхемой 10.4 мм²
- оптимизированный протокол для передачи звука с малой задержкой
- возможность работы как с внутренним, так и внешним микроконтроллером
- возможность работы одновременно с 15 аналогичными устройствами
- максимальное расстояние для уверенного приема 1 м.

Информация о частоте несущего колебания передатчика отсутствует.

Для настройки и программирования микросхемы NxH2280 компания NXP предлагает стартовый набор [5] NxH2280 Software Development Kit (рис. 6).



Рис. 6. Стартовый набор NxH2280 Software Development Kit

Этот набор позволяет создавать прототипы NFMI-устройств и исследовать возможности однонаправленной и двунаправленной передачи данных и звуковых стереофонических сигналов. Основным элементом набора является отладочная плата, на которой помещен микроконтроллер LPC1115, аудиокодек, соединители для отладки и программирования, разъем

mini-USB, ЖК-дисплей, пользовательские и системные кнопки. В набор входят три отладочные платы, три NFMI антенны, одна плата отладки LPCXpresso, USB-кабель, два кабеля для соединения с источниками звуковых сигналов, Flash-накопитель с документацией и ПО.

На рис. 7 приведена функциональная схема системы приема стереофонических сигналов с использованием технологии NFMI, построенная на ИМС NхН2280.

Для связи с мобильным телефоном по каналу Bluetooth или с другими источниками звуковых сигналов используется приемопередатчик Bluetooth CSR8670 [6] со встроенной системой подавления шумов окружающего пространства, который позволяет подключать к низкочастотным входам источник стереофонического сигнала и до шести микрофонов.

Полученный по аналоговому каналу или посредством Bluetooth сигнал обрабатывается в процессоре ИМС NхН2280 и через линию задержки подается на усилитель наушника левого канала. Одновременно сигнал правого канала через кодер G.722 и блок формирования ВЧ-сигнала (NFMI radio) подается в передающую катушку. Сигнал принимается модулем NFMI наушника правого канала, декодируется и подается на усилитель наушника правого канала.

Линия задержки в модуле левого канала компенсирует задержку, вносимую кодером, декодером и другими узлами обработки сигнала правого канала (рис. 7).

Компания Siemens использует передачу цифровых данных с помощью технологии e2e 3.0, которая аналогична технологии NFMI [7]. Функциональная схема приемопередатчика, реализующего технологию e2e, приведена на рис. 8.

Сигналы с выходов микрофонов поступают на входы сигнального процессора звуковых сигналов (Audio Signal Processor), который осуществляет преобразование аналоговых сигналов в цифровой код и формирует НЧ-сигнал для прослушивания на громкоговорителе (Speaker). В качестве громкоговорителя чаще всего используются миниатюрные наушники. Цифровой сигнал поступает в кодер звуковых сигналов и через схему контроля ошибок подается на модулятор. Усиленный модулирован-

ный сигнал подается в катушку, которая используется как в режиме приема, так и в режиме передачи.

В режиме приема принятый катушкой сигнал усиливается и через демодулятор поступает в блок коррекции ошибок, с выхода которого через декодер – на вход сигнального процессора.

По эффективности передачи (по затратам энергии) устройства, реализующие технологии e2e и NFMI, практически одинаковы.

Для обеспечения комфортных условий слабослышащим в общественных местах во многих слуховых аппаратах встраивают так называемую “телефонную” катушку. Это миниатюрная катушка индуктивности, которая принимает электромагнитные волны звуковой частоты, излучаемые катушкой передатчика. Передача сигналов осуществляется на низкой частоте [8].

Индукционная система обладает целым рядом достоинств по сравнению с другими методами передачи звуковых сигналов:

- слабослышащему или кохлеарноимплантированному человеку нужен только слуховой аппарат или кохлеарный имплант с активированной телефонной катушкой, чтобы уверенно слышать и понимать аудиоинформацию в условиях повышенного шума
- нет необходимости в дополнительных устройствах, таких как наушники (переключения слухового аппарата в режим “Т” достаточно, чтобы слуховой аппарат начал принимать сигнал, формируемый индукционной системой)
- в зонах, где установлена индукционная система, гарантируется прием сигналов без помех, на качество получаемой слабослышащим или глухим человеком информации больше не влияют акустические особенности помещения
- область, в пределах которой “работает” индукционная система, может быть ограничена объемом помещения или отдельной зоной в нем (это определяется в каждом конкретном случае, например, стойка регистрации в аэропорту, кабинет для консультаций в банке, комната приема посетителей в учреждении).

На рис. 9 приведен пример размещения индукционной системы в помещении.

Индукционная система состоит из кабеля и усилителя. Кабель скрытым образом монтируется по периметру помещения. Усилитель, со-

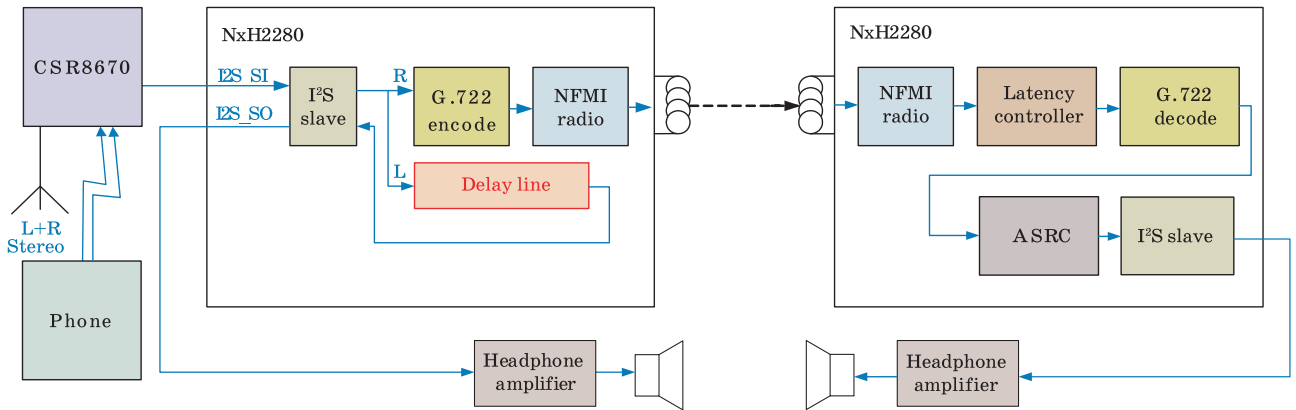


Рис. 7. Функциональная схема системы приема стереофонических сигналов с использованием технологии NFMI

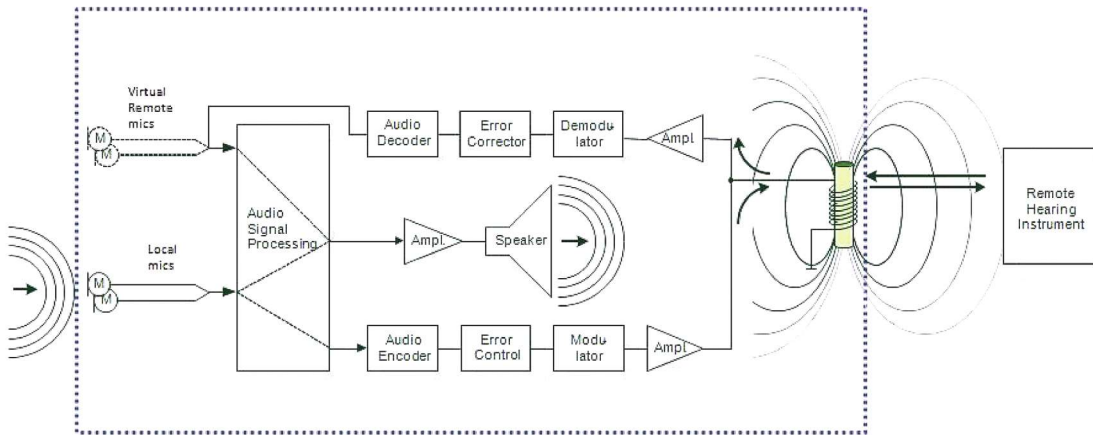


Рис. 8. Функциональная схема приемопередатчика, реализующего технологию e2e

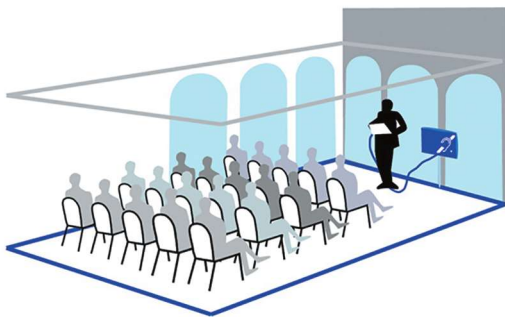


Рис. 9. Пример размещения индукционной системы в помещении

единенный с источником аудиосигналов (стереосистема, микрофон ведущего и т.д.), передает преобразованный акустический или электрический сигнал на индукционную катушку слухового аппарата (речевого процессора кох-

леарного импланта).

Разумеется, индукционные системы имеют и некоторые ограничения по сравнению с устройствами, использующими другие методы передачи звука (беспроводную передачу звука по ЧМ-каналу или инфракрасную передачу):

- дальность передачи сигнала ограничивается зоной охвата системы и мощностью усилителя, питающего излучающую катушку
- в индукционных системах только один канал передачи, поэтому их нельзя использовать для одновременной трансляции на нескольких языках.

В итоге выбор оптимального способа передачи звука зависит от того, какие задачи необходимо решить в первую очередь. Там, где можно использовать различные виды передачи звука, применять индукционные системы более логично и выгодно. Помимо стоимости, они выигрывают также с точки зрения ком-

форта и удобства. Важным доводом для руководителей общественных зданий может стать и тот аргумент, что когда в помещениях установлены индукционные системы, посетителей не нужно обеспечивать дополнительными аксессуарами (например, ЧМ-приемниками или наушниками), а по окончании визита собирать их и дезинфицировать либо заменять на новые, не бывшие в употреблении.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Гавриков Микросхемы NxH2280 для беспроводной технологии NFMI – там, где Bluetooth бессилён. – https://www.terraelectronica.ru/news_utr.php?ID=223&utm_campaign=UNITERA-552&utm_source=Sendsay&utm_medium=email&utm_content=20161114.

2. Борьба за беспроводное будущее http://www.istokaudio.com/special/articles_for_specialists_in_t/detail.php?ID=2184.

3. <http://www.cannice.com/en/product-details-114.html>.

4. <https://community.nxp.com/servlet/JiveServlet/downloadBody/331587-102-1-267335/MHW-N1979%20Designing%20NFMI-based%20Wireless%20Earphones%20with%20Hearables%20Application%20Development%20Kit%201.0.pdf>.

5. <https://community.nxp.com/servlet/JiveServlet/downloadBody/331726-102-1-267476/FTF-MHW-N1979%20Designing%20NFMI-based%20Wireless%20Earphones%20with%20Hearables%20Application%20Development%20Kit%201.0.pdf>

6. http://www.csr.com/sites/default/files/csr8670_bga_technical_overview.pdf.

7. https://media.sivantos.com/siemens-website/media/2014/11/2014_09_e2e-energy-efficient-inter-aural-audio-transmission.pdf e2e 3.0

– energy efficient inter-aural audio transmission.

8. Телефонная катушка в слуховых аппаратах – польза или прихоть? – http://www.istokaudio.com/special/articles_for_specialists_in_t/detail.php?ID=7288.



RPxx-RW – DC/DC-преобразователи с выходной мощностью 75...240 Вт для систем повышенной надежности

Малые габаритные размеры, высокий КПД, соответствие стандартам UL-60950, EN50155 и EN60950 – основные требования к оборудованию железнодорожного транспорта, которым отвечают преобразователи серий RPxx-RW.

Преобразователи RPxx-RW рассчитаны на работу в диапазоне температур от -40 до 85 °С без снижения выходной мощности

RPxxH-RW



RPxxQ-RW



Преобразователи серий RP75H-RW, RP90Q-RW, RP100H-RW, RP120Q-RW, RP180H-RW и RP240H-RW имеют базовое основание с крепежными отверстиями для применения в оборудовании, подверженному воздействию значительных вибраций

- КПД до 93%
- входное напряжение 24 (9...36), 48 (18...75), 110 (43...160) В
- выходное напряжение 5, 12, 15, 24 или 48 В



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Rescom в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmajs.ua, www.vdmajs.ua