



(51) МПК
H01P 1/203 (2006.01)
H01B 11/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007147843/09, 25.12.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 25.12.2007

(45) Опубликовано: 10.10.2009 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Инженерно-технический справочник по электросвязи. Кабельные и воздушные линии связи.** - М.: Связь, 1964, с.45-52.
БЕЛОРУССОВ Н.И. и др. Электрические кабели, провода и шнуры, Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1987, с.295, 395-399. RU 11922 U1, 16.11.1999. SU 259215, 28.11.1999.

Адрес для переписки:

109456, Москва, Рязанский пр-кт, 75, корп. 4, 1-я башня, 7 этаж, ООО "ИНТЕЛИС-правовая поддержка", пат.пов. Т.Н. Коноплянниковой, рег.№ 601

(72) Автор(ы):

Мишуков Александр Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

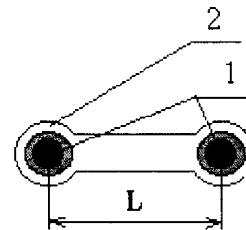
Мишуков Александр Иванович (RU)

(54) ПАССИВНЫЙ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР

(57) Реферат:

Изобретение направлено на повышение помехоустойчивости электротехнического оборудования и радиоэлектронной аппаратуры, уменьшение материальных затрат при обеспечении эффективной фильтрации в обоих направлениях (от сети к аппарату и от аппарата в сторону сети). Указанный технический результат достигают тем, что пассивный широкополосный электродинамический фильтр выполнен в виде направленной короткой соединительной линии с пространственно разнесенной фиксированной геометрией, по меньшей мере, двух многопроволочных проводников, изготовленных определенным способом, заключенных в общую диэлектрическую

оболочку. Данный технический результат в локальном сетевом контуре достигается путем использования способа фильтрации широкополосных радиочастотных электрических помех с применением пассивного широкополосного электродинамического фильтра, выполненного в виде направленной короткой соединительной линии. 4 ил., 3 табл.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

H01P 1/203 (2006.01)*H01B 11/00* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007147843/09, 25.12.2007**(24) Effective date for property rights:
25.12.2007(45) Date of publication: **10.10.2009 Bull. 28**

Mail address:

**109456, Moskva, Rjazanskij pr-kt, 75, korp. 4, 1-
ja bashnja, 7 ehtazh, OOO "INTELIS-pravovaja
podderzhka", pat.pov. T.N. Konopljannikovej,
reg.№ 601**

(72) Inventor(s):

Mishukov Aleksandr Ivanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Mishukov Aleksandr Ivanovich (RU)**(54) PASSIVE WIDEBAND ELECTRODYNAMIC FILTER**

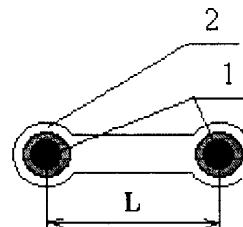
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: invention is aimed at higher noise immunity of electrotechnical equipment and radio electronic instrumentation, reduction of material costs with provision of efficient filtration in both directions (from network to apparatus and from apparatus to network). Specified technical result is achieved by the fact that passive wideband electrodynamic filter is arranged in the form of directional short connecting line with spatially distanced fixed geometry, of at least two multi-wire conductors made in a certain manner, enclosed in common dielectric shell.

EFFECT: technical result in local network circuit is achieved by application of method of filtration of wideband radio frequency electric noise with application of passive wideband electrodynamic filter made in the form of directional short connecting line.

4 dwg, 3 tbl



Фиг. 1

Изобретение относится к изделиям электротехнической промышленности, кабельной подотрасли, к разделу: «кабели специального назначения» и может быть использовано для подключения электротехнического и радиотехнического оборудования к источникам питания напряжением как переменного (независимо от числа фаз), так и постоянного тока.

Анализ материалов патента позволяет установить, что стержнем устройства является специально спроектированный кабель с разнесенными в пространстве токопроводящими жилами с соответствующей их геометрией.

Из уровня техники известен высококачественный 16 амперный сетевой кабель, содержащий разнообразные фильтрационные элементы. Для достижения широчайшего демпфирования в области высоких частот применяется до девяти разных ферритовых сердечников, и эта исключительная широкополосная фильтрация достигается только при помощи их комбинации. Фильтрация начинается на сравнительно низких частотах, но все еще заметна даже на частотах выше 1 гГц. Благодаря использованию тщательно отобранных материалов получился весьма эффективный фильтр для всех высокочастотных искажений. Нежелательные ВЧ-сигналы, возникающие на гребне чистой синусоидальной волны переменного питания, просто преобразуются в безвредное тепло (Кабели «Fisch», Германия. По каталогу - справочнику «Десятой Международной выставки «Hi-Fi Show&Home Theatre' 2006». Продукция представлена компанией «ГОНГ-АВ»).

Известен сетевой кабель VALHALLA Reference фирмы Nordost. В данном сетевом кабеле используются семь проводников структуры mono-filament с экструдированным серебром, переплетенных согласно специальной конфигурации, при этом активная и емкостная реактивная составляющие комплексного сопротивления линии имеют жестко ограниченные допуски. Здесь основная задача - минимизировать активную составляющую комплексного сопротивления за счет использования драг. металла (Ag) (Кабели «Nordost», США. По каталогу - справочнику «Десятой Международной выставки «Hi-Fi Show&Home Theatre' 2006». Продукция представлена компанией «Barnsly Sound Org.»).

Все предыдущие технические решения, используемые при построении сетевых кабелей, за счет своей относительной широкополосности обладают одинаковыми недостатками, которые кроются в отсутствии эффективной фильтрации и полной незащищенности электронного устройства от разнообразных электрических сетевых помех и незащищенности сети от проникновения помех со стороны блока питания самого изделия.

Задача, на решение которой направлено предложенное изобретение, заключается в создании такой конструкции пассивной широкополосной электродинамической фильтрующей соединительной линии с распределенными параметрами и способа фильтрации помех, которые исключали бы указанные выше недостатки.

Технический результат, достигаемый при реализации изобретения, заключается в повышении помехоустойчивости электротехнического оборудования и радиоэлектронной аппаратуры, уменьшении материальных затрат при обеспечении эффективной фильтрации в обоих направлениях (от сети к аппарату и от аппарата в сторону сети).

Указанный технический результат достигается в пассивном широкополосном электродинамическом фильтре, предназначенном для подключения электротехнического и радиотехнического оборудования в локальных сетевых контурах, выполненном в виде соединительной линии, состоящей из, по меньшей мере,

двух многопроволочных проводников, изготовленных с учетом анизотропных свойств металла за счет совмещения физического начала составляющей их проволоки, при этом диаметр d проволоки находится в интервале:

$$0,03 \leq d \leq 0,1 \text{ мм, а}$$

количество n проволок выбрано из:

$$15 \leq n \leq 610,$$

причем длина H соединительной линии выбрана из интервала:

$$H \ll \lambda,$$

где λ - длина волны,

и выполненной с пространственно разнесенной фиксированной геометрией за счет заключения проводников в общую диэлектрическую оболочку, расстояние между которыми рассчитывается исходя из минимизации погонной емкости $C_{\text{погон.}}$, при этом

$C_{\text{погон.}}$ соединительной линии находится в интервале:

$$C_{\text{погон.}} \leq 2,5 \text{ пФ.}$$

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 изображено сечение направленной короткой соединительной линии (НКСЛ); на фиг.2 - расчет шага укладки проводников для направленной короткой соединительной линии; на фиг.3 - одножильный медный монтажный провод с изоляцией из фторопласта; фиг.4 - направленная короткая соединительная линия.

Поставленная задача достигается за счет особой геометрии построения кабеля.

Данное изобретение представляет определенно новое и полезное

усовершенствование кабеля, предназначенного для подключения электротехнического и радиотехнического оборудования к источникам питания напряжением как переменного (независимо от числа фаз), так и постоянного тока.

В данном случае под источниками питания необходимо понимать как глобальные сетевые энергосистемы, предназначенные для большого количества потребителей, включающие в себя все доступные виды получения электроэнергии, так и локальные сети, использующие электромеханические, электронные и прочие преобразователи напряжения, предназначенные для обеспечения работы электрооборудования отдельно взятого потребителя. Под глобальными сетевыми системами необходимо подразумевать крупных поставщиков электроэнергии с их линиями передач и трансформирующими подстанциями. Примером же локальной сети может служить передвижной дизельный или бензиновый генератор, аккумуляторная батарея, а также вторичные источники электроэнергии на базе электронных и электромеханических преобразователей.

Известно, что токопроводящие линии, предназначенные для передачи электромагнитных колебаний частотой 50 Гц и 60 Гц на большие расстояния от производителя электроэнергии до его потребителей, многократно могут изменять геометрию проводника. При этом изменяется не только сечение и форма токопроводящих элементов, расстояние между ними, но и виды диэлектриков, находящихся в их окружении.

Открытые высоковольтные линии электропередачи, кабельные вводы в жилые, офисные и производственные здания, включая разводку питания до конкретного оборудования, являют собой наглядный пример геометрических метаморфоз токопроводящих конструкций.

Возрастающие требования к качеству источников электроэнергии, питающих сложное радиотехническое оборудование, не могут оставить без внимания вопрос борьбы с разнообразными сетевыми помехами и устранения причин, их вызывающих.

Бурное развитие компьютерной техники, различных телекоммуникационных систем во многом изменило характер сетевых помех.

Применение импульсных блоков питания сопровождается выбросом в сеть нежелательных электромагнитных колебаний в широком частотном спектре.

5 Возникает необходимость применения специальных внутриконтруктивных технических решений для осуществления фильтрации сетевого напряжения, что приводит к удорожанию изделия. Появляется новый класс оборудования - сетевые кондиционеры. Практика показывает, что подобные сложные реализации не во всех
10 случаях могут справиться с возложенной на них задачей.

Практические наблюдения за работой отдельных сложных радиотехнических устройств обращают внимание на следующие явления:

- параметры глобальной энергосистемы, представленные в виде колебательного контура, с завидным постоянством сохраняют свои значения в больших временных
15 интервалах и зависят, главным образом, от суточной активности крупных потребителей, которыми являются промышленные предприятия. При необходимости производитель электроэнергии осуществляет коррекцию ($\cos\varphi$) (падение напряжения от номинального значения «просадка» изначально во внимание не принималось);

20 - небольшие потребители электроэнергии (в пределах от 1-30 кВт), как правило, подключаются к системе энергоснабжения посредством ответвлений от центрального фидера кабелем малого сечения. Этот факт приводит к образованию локального колебательного контура со своими особенностями.

Особенности локального контура

25 С физической точки зрения ответвления от основного фидера представляют собой короткие соединительные линии с токопроводящими проводниками круглого сечения 1-3 мм², выполненными из меди или алюминия, расстояние между которыми варьируется от 1 до 3 мм, а длина от нескольких метров до нескольких сотен метров.

30 Сопротивление линии носит комплексный характер. При этом погонная индуктивность X_L как составляющая реактивного сопротивления определяется количеством и толщиной токопроводящих жил в структуре токопровода и коэффициентом укрутки, а емкостная X_C - приведенной площадью поверхности
35 проводников, расстоянием между ними и параметрами диэлектрика. Величины X_L и X_C в данном локальном контуре невелики и вряд ли оказывают существенное влияние на фазовые соотношения тока и напряжения питающей сети. Однако целый ряд экспериментов в различных офисных и производственных помещениях показал, что
40 изменяя характер реактивности и величину активной составляющей комплексного сопротивления линии, можно добиться хороших результатов при фильтрации помех.

В ходе практических экспериментов было обнаружено, что уменьшение X_C до нескольких пикофард приводит к существенному улучшению работы
45 радиоэлектронной аппаратуры. Появление модельных рядов аппаратуры со съемными сетевыми кабелями позволило быстро и эффективно проводить наблюдения за теми изменениями, которые возникают при смене штатного соединителя на испытуемый.

50 Определение спектра и величины помех, вбрасываемых в локальный контур импульсными блоками питания из случайной выборки изделий, осуществлялось при помощи системы для проверки индустриальных помех, состоящей из селективного вольтметра - SMV - 11 и эквивалента сети - NNB - 111. Данные наблюдения привели к выводу о том, что мы имеем дело с резонансами на ряде гармоник, в том числе и в

радиочастотном диапазоне.

Подключение дополнительного оборудования в локальную сеть питания приводило к существенному смещению этих резонансов в ту или иную сторону частотного диапазона. Изменения в работе аппаратуры становились заметными даже при включении в сеть ненагруженных удлинителей, в которых токопроводящие жилы были упакованы таким образом, что расстояние между ними определялось лишь толщиной диэлектрика. Стало быть и величина X_C в данном случае работала.

Настоящая заявка базируется на вышеизложенном и подразумевает создание направленной короткой соединительной линии (далее по тексту - НКСЛ), предназначенной выполнять роль фильтрующего сетевого кабеля для радиоэлектронной аппаратуры и электротехнического оборудования, работающего в условиях локального сетевого контура. Примером такого симбиоза может являться подключение к сети компьютера, плазменной телевизионной панели, DVD плеера, холодильника, утюга и кондиционера, а также ламп накаливания и т.д.

Примечание

Под короткой соединительной линией подразумевается токопроводящая линия, длина которой меньше электромагнитной длины волны, передаваемой по ней. («Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей» Нейман А.Р. 1981 г.)

Частным случаем является предложенная короткая линия (0,000031-0,000062λ) при частоте переменного тока питающей сети, равной 50 Гц.

Принцип фильтрации реализован в пассивном широкополосном электродинамическом фильтре с распределенными параметрами, выполненном в виде направленных коротких соединительных линий (0,000031-0,000062λ) с пространственно разнесенной фиксированной геометрией проводников, используемых в качестве сетевых кабелей для подключений радиотехнического и электротехнического оборудования.

Примечание

В процессе изготовления НКСЛ учитываются анизотропные свойства токопроводящей жилы. При механической обработке, в частности при волочении прутка, кристаллическая структура металла претерпевает многочисленные изменения. Вследствие этого его физические свойства в разных направлениях становятся неоднородными. Поэтому готовое изделие снабжается соответствующими маркерами в виде стрелочных указателей и логотипом фирмы изготовителя, при этом чтение текста происходит от физического начала токопроводящей жилы.

В 80-х годах прошлого столетия многие производители межблочных соединительных линий обратили свое внимание на тот факт, что качество работы данных изделий существенно зависит от направления укладки проводников.

Во время собственных экспериментов мне довелось убедиться в том, что сетевые кабели также существенным образом проявляют свои анизотропные свойства, влияющие на конечный результат работы радиоаппаратуры.

Таким образом, спроектированная мною токопроводящая линия обладает следующими свойствами:

а) крайне ограниченной полосой пропускания, особенно в области радиочастотного диапазона,

б) минимальным значением величины X_C ,

в) при этом я позаботился о том, чтобы линия не разогревалась.

При изготовлении первых образцов расчет производился на токи до 7 А и сетевом

напряжении ~220 В, что соответствует потребителям с оборудованием, мощность которого не превышает 1500 Вт,

г) линия гибкая,

д) напряжения пробоя превышает 3500 В,

е) диэлектрик обеспечивает высокую термостойкость и влагозащиту,

ж) линия не имеет высокой себестоимости, при этом драгметаллы в ней

отсутствуют.

Расчет емкости соединительной линии ведется в системе СГС.

На фиг.1 показаны два проводника круглого сечения, представленные в форме плоского конденсатора с параллельными пластинами АА и ВВ.

Для расчета емкости линии воспользуемся формулой плоского конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon_0 \times S}{d} \quad (1.1)$$

где S - площадь пластин конденсатора, d - расстояние между ними (в соответствии с фиг.1 эта величина обозначена как L). В линии WFD 001 она равнялась 12 мм, длина линии $H=0,000031$, $\lambda=1,85$ м. Диаметр токопроводящей жилы задан в пределах: $0,4 \times 10^{-3} \leq D \leq 2 \times 10^{-3}$ (м)

Абстрагируемся от свойств диэлектрика, т.к. при данных расчетах необходимо оценить в первую очередь величины емкости двух типов соединительных линий с их геометрическими пропорциями. В первом приближении представим каркас линии, выполненный из идеального диэлектрика, тогда в системе СГС диэлектрическая проницаемость примет следующий вид:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9} \quad \left(\frac{\Phi}{M}\right)$$

Величины отрезков

$$AA = BB = \frac{1}{2} = \frac{\pi d}{2} = 0,628 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

при

$$D = 0,4 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

и

$$AA = BB = \frac{1}{2} = \frac{\pi d}{2} = 3,14 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

при

$$D = 2,0 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

Расстояние между пластинами АА и ВВ (назовем его действующим - $L_{\text{действ}}$) будет определяться следующим выражением:

$$L_{\text{действ}}^1 = L - 0,2 \times 10^{-3} = 11,8 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

и

$$L_{\text{действ}}^2 = L - 1,0 \times 10^{-3} = 11,0 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

При этом площадь пластин конденсатора может быть представлена выражением:

$$S = \frac{\pi \times d}{2} \times H$$

После подстановки соответствующих значений получим:

$$S^1 = \frac{3,14 \times 0,4 \times 10^{-3}}{2} \times 1,85 = 1,1618 \times 10^{-3} \text{ (м}^2\text{)}$$

$$S^2 = \frac{3,14 \times 2 \times 10^{-3}}{2} \times 1,85 = 5,809 \times 10^{-3} \text{ (м}^2\text{)}$$

По формуле (1.1) определим величину емкости приведенного конденсатора:

$$C_1 = \frac{1,1618 \times 10^{-3}}{113,04 \times 10^9 \times 11,8 \times 10^{-3}} \approx 0,87 \times 10^{-12} \text{ (Ф)}$$

$$C_2 = \frac{5,809 \times 10^{-3}}{113,04 \times 10^9 \times 11 \times 10^{-3}} \approx 4,7 \times 10^{-12} \text{ (Ф)}$$

Следовательно, погонная емкость при диаметре токопроводящей жилы D=0,4 мм будет близка к величине 0,5 pF/м, а при D=2 мм - 2,7 pF/м.

При неудачном выборе материала диэлектрика каркаса эти параметры ухудшаются. Поэтому величину L можно увеличить (например, на 25%), и она составит 15 мм. Тогда расчетные параметры для жил:

$$0,4 \times 10^{-3} \leq D \leq 2 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

примут следующие значения: для D=0,4 мм погонная емкость будет близка к величине 0,38 pF/м, а при D=2 мм - 2 pF/м.

Дальнейшее разнесение в пространстве токопроводящих жил ограничивается экономической нецелесообразностью.

Таблицы, представленные ниже, наглядно отражают ряд соотношений, полезных при проектировании НКСЛ.

Расчет сопротивления линии производился по формуле:

$$R = \frac{\rho \times l}{S}$$

с соответствующей размерностью: L - в метрах, ρ - ом×мм²/м; S - в мм².

При этом значение ρ для меди взято равным 0,0175 ом×мм²/м.

Таблица № 1

H	d	s	n	S	R
1000	0,05	0,0019625	60	0,11775	148,6199575
1,85	0,05	0,0019625	60	0,11775	0,27496921
3,7	0,05	0,0019625	60	0,11775	0,549893843

D общий	0,387298
D общий/d	7,74967

H	d	s	n	S	R
1000	0,06	0,002826	42	0,118692	147,4404341
1,85	0,06	0,002826	42	0,118692	0,272764803
3,7	0,06	0,002826	42	0,118692	0,545529606

D общий	0,38844
D общий/d	6,480741

H	d	s	n	S	R
1000	0,07	0,0038465	32	0,123088	142,1747043
1,85	0,07	0,0038465	32	0,123088	0,263023203
3,7	0,07	0,0038465	32	0,123088	0,526046406

D общий	0,39598
D общий/d	5,656854

H	d	s	n	S	R
1000	0,08	0,005024	24	0,120576	145,1366773
1,85	0,08	0,005024	24	0,120576	0,268502853
3,7	0,08	0,005024	24	0,120576	0,537005706

D общий	0,391918
D общий/d	4,898979

H	d	s	n	S	R
1000	0,08	0,005024	233	1,170592	14,94970066
1,85	0,08	0,005024	233	1,170592	0,027656946
3,7	0,08	0,005024	233	1,170592	0,055313892

D общий	1,221147
D общий/d	15,26434

H	d	s	n	S	R
1000	0,08	0,005024	337	1,693088	10,33614319
1,85	0,08	0,005024	337	1,693088	0,019121865
3,7	0,08	0,005024	337	1,693088	0,03824373

D общий	1,468605
D общий/d	18,35756

H	d	s	n	S	R
1000	0,08	0,005024	610	3,06464	5,7102955
1,85	0,08	0,005024	610	3,06464	0,010564047
3,7	0,08	0,005024	610	3,06464	0,021128093

D общий	1,975854
D общий/d	24,69818

H	d	s	n	S	R
1000	0,09	0,0063585	18	0,114453	152,9011909
1,85	0,09	0,0063585	18	0,114453	0,282867203
3,7	0,09	0,0063585	18	0,114453	0,565734406

D общий	0,381838
D общий/d	4,242641

H	d	s	n	S	R
1000	0,1	0,00785	15	0,11775	148,6199575
1,85	0,1	0,00785	15	0,11775	0,274946921
3,7	0,1	0,00785	15	0,11775	0,549893843

D общий	0,387298
D общий/d	3,872983

H — длина линии в метрах, **d** — диаметр проволоки в мм, **s** — сечение проволоки мм², **n** — число проволок в проводнике, **S** — сечение проводника, **R** — сопротивление линии в Омах.

Сводная таблица № 2

d	n	S (мм²)	D жилы	D жилы/d пр	H (км)	R (Ом)
0,05	60	0,11775	0,3873	7,7455967	0,000031 λ	0,274947
0,06	42	0,118692	0,38884	6,480741	0,000031 λ	0,272765
0,07	32	0,123088	0,396	5,656854	0,000031 λ	0,263023
0,08	24	0,1205776	0,39192	4,898979	0,000031 λ	0,268503
0,09	18	0,114453	0,38184	4,242641	0,000031 λ	0,282867

0,1	15	0,11775	0,3873	3,872983	0,000031 λ	0,2744947
0,08	233	1,170592	1,22115	15,26434	0,000031 λ	0,024657
0,08	337	1,693088	1,46861	18,35756	0,000031 λ	0,019122
0,08	610	3,06464	1,97585	24,69818	0,000031 λ	0,010564

Из таблиц 1, 2 видно, что при большом сечении жилы ее сопротивление падает, а в месте с ним изменяются фильтрующие свойства при работе в условиях локального контура. Однако с уменьшением сечения прутка, составляющего жилу, сопротивление линии возрастает, увеличиваются и фильтрующие возможности на коротких отрезках линии. При этом хочу отметить тот факт, что три последние жилы в таблице №2 весьма пригодны для выполнения сетевой подводки от распределительного щитка до розетки потребителя. Они прекрасно образуют фильтр на длине 10-15 метров.

Таким образом, способом эффективной фильтрации служит точный расчет параметров самой линии.

Оптимизация всех этих параметров не может быть решена в отрыве от экономических и технологических факторов. Вот почему было выбрано семейство проводов МГТФ, изготовление которых давно освоено отечественными производителями. Данные кабели обладают весьма подходящими свойствами, включая свойства диэлектрика, для организации локальных сетевых контуров.

Ниже будет описан частный случай выполнения двухпроводной линии. При этом линии с большим количеством токопроводящих проводников выполняются аналогичным образом.

В качестве основного компонента данной разработки применен уже имеющийся образец отечественной кабельной продукции, коим является монтажный провод - монтажный гибкий термостойкий во фторопластовой оболочке (МГТФ) с сечением токопроводящей жилы 0,12 мм². Речь идет об изменении его целевого назначения и внесении поправок в технологические циклы производства без существенных дополнительных затрат. Имеется в виду укладка проволоки в соответствии с ее физическим началом и концом.

Ниже приводятся некоторые характеристики семейства проводов МГТФ. Медные монтажные провода служат для выполнения электрических соединений как внутри приборов и аппаратов, так и между ними. Одно из применений монтажных проводов - удлинение выводов термопреобразователей сопротивления для подключения их к измерительным приборам.

МГТФ - одножильный медный монтажный провод с изоляцией из фторопласта (фиг.3), где позиция 3 - фторопластовая изоляция, позиция 4 - скрученная медная жила. Сечение жилы выбирается из следующего ряда: 0,03, 0,05, 0,07, 0,12, 0,35 мм². Температура эксплуатации от -40°С до +200°С.

Основные технические характеристики

Монтажный провод МГТФ рассчитан на номинальное напряжение 250 В переменного тока с частотой до 5 кГц.

Зависимость электрического сопротивления провода МГТФ от сечения жилы проводника приведена в таблице №3.

Таблица №3		
Сечение токопроводящей жилы, мм	Число и диаметр проволок в токопроводящей жиле, мм	Электрическое сопротивление токопроводящей жилы 1 км провода, Ом, не более
0,03	7×0,08	569,45

0,05	10×0,08	398,69
0,07	14×0,08	271
0,12	24×0,08	174,4
0,2	19×0,12	100
0,35	19×0,15	60

5

То что жила образована проволокой сечением 0,08-0,12 мм, во многом определило этот выбор. При таком сечении проводников, составляющих жилу, кабель не может обладать широкой полосой пропускания и сохранять частотновременные параметры сигнала.

10

Борьба с X_C может вестись по двум направлениям: во-первых, можно увеличить расстояние между токопроводящими жилами, а во-вторых, по возможности уменьшить приведенную поверхность конденсатора, в данном случае речь идет об оптимизации величины диаметра жилы.

15

Таким образом, структура НКСЛ выглядит так, как это представлено на фиг.2, где позиция 1 - сечение провода МГТФ, позиция 2 - диэлектрический каркас.

Фиксация проводников в пространстве обеспечивается диэлектрическим каркасом. Расстояние L выбирается в зависимости от диаметра жилы и диэлектрических параметров каркаса, косвенно связанных с величиной пропускаемых токов через линию, и величины напряжения локальной сети.

20

Российским инженерам-кабелестроителям такая геометрия знакома. Технология изготовления так называемых ленточных кабелей была освоена в 80-х годах прошлого столетия.

25

Первые образцы НКСЛ были выполнены мною в 2004 году вручную на основе каркаса, изготовленного из ватмановской чертежной бумаги, и благополучно работают в звуковых системах класса High-End по сей день. Ниже представлена фиг.4, на которой изображена одна из первых моделей. Эта линия названа мной «кабелем с пространственно разнесенной, фиксированной геометрией проводников (Wires fixed in distance - WFD)».

30

При необходимости расчет L может быть произведен по формуле (1.1) при заданных значениях величины погонной емкости линии. (Расчет L для соединительной линии ведется в системе СГС.)

35

Для расчета L - расстояния между токоведущими жилами линии - воспользуемся формулой плоского конденсатора, придав ей следующий вид:

$$L = \frac{\epsilon_0 \times S}{C} \quad (1.2)$$

40

где S - площадь пластин приведенного конденсатора, d - расстояние между ними (в соответствии с фиг.1 эта величина обозначена как L).

Диаметр токопроводящей жилы задается исходя из соображений допустимой плотности тока в соответствии с энергоемкостью потребителя. В нашем случае:

$$0,4 \times 10^{-3} \leq D \leq 2 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

45

Абстрагируемся от свойств диэлектрика, а величину погонной емкости установим в пределах 0,4 pF/м. В первом приближении представим каркас линии, выполненный из идеального диэлектрика, тогда в системе СГС диэлектрическая проницаемость примет следующий вид:

50

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9} \left(\frac{\Phi}{M} \right)$$

Величины отрезков

$$AA = BB = \frac{1}{2} = \frac{\pi d}{2} = 0,628 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

при

$$D = 0,4 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

и

$$AA = BB = \frac{1}{2} = \frac{\pi d}{2} = 3,14 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

при

$$D = 2,0 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

Расстояние между пластинами AA и BB (назовем его действующим - $L_{\text{действ}}$) будет определяться следующим выражением:

$$L_{\text{действ}}^1 = L - 0,2 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

и

$$L_{\text{действ}}^2 = L - 1,0 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

При этом площадь пластин конденсатора может быть представлена выражением:

$$S = \frac{\pi \times d}{2} \times H$$

где H - длина соединительной линии (в нашем случае равная 1,85 м).

После подстановки соответствующих значений получим:

$$S^1 = \frac{3,14 \times 0,4 \times 10^{-3}}{2} \times 1,85 = 1,1618 \times 10^{-3} \text{ (м}^2\text{)}$$

$$S^2 = \frac{3,14 \times 2 \times 10^{-3}}{2} \times 1,85 = 5,809 \times 10^{-3} \text{ (м}^2\text{)}$$

Подставим эти значения в формулу (1.2), получим:

$$L_1 = \frac{1,1618 \times 10^{-3}}{113,04 \times 10^9 \times 0,87 \times 10^{-12}} \approx 11,8 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

$$L_2 = \frac{5,809 \times 10^{-3}}{113,04 \times 10^9 \times 4,7 \times 10^{-12}} \approx 11 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

НКСЛ ПРИМЕНЯЕТСЯ

1. В качестве кабеля питания:

- аппаратуры наземных стационарных и передвижных радиолокационных комплексов,

- оборудования, предназначенного для сбора и обработки телеметрической информации,

- гидроакустических приборов,

- систем хранения точного времени.

2. В качестве кабеля питания телевизионных приемников и компьютерных мониторов.

3. В качестве кабеля питания цифровой и измерительной техники.

4. В качестве кабеля питания звукозаписывающей и звуковоспроизводящей техники (бытовая и студийная аппаратура).

5. В качестве сетевого кабеля для бытовой техники: холодильников, стиральных машин, посудомоечных машин, нагревательных приборов, кондиционеров, осветительных приборов, зарядных устройств для аккумуляторов, телефонных «баз», зарядных устройств сотовых телефонов, бытовых вентиляторов, кухонных комбайнов, миксеров, кофемолок и прочего электрооборудования.

ПРЕИМУЩЕСТВА СОЕДИНИТЕЛЕЙ НКСЛ

1. Использование НКСЛ для компонентов звукового тракта позволяет получить глубокошелонированное и хорошо структурированное пространство сцены при соблюдении абсолютного тонального и тембрального баланса. Достижение подобных результатов невозможно при использовании традиционных сетевых кабелей.

2. Наблюдающиеся изменения качества изображения на экранах телевизионных приемников и на дисплеях компьютерных мониторов можно охарактеризовать следующим образом:

- улучшается контрастная глубина изображения. События на переднем плане очень хорошо отделены от событий на заднем плане видеоизображения,

- подчеркивается объемность отдельных предметов и изображения в целом,

- глаз наблюдателя начинает улавливать фактуру материала, из которого изготовлены предметы, попадающие в поле зрения объектива,

- заметно улучшается восприятие быстро движущихся объектов. Появляется возможность лучшего распознавания и идентификации при просмотре спортивных состязаний,

- особенно заметно улучшение качества визуальных иллюзий в проекционной технике, когда изображение переносится на большие экраны.

3. Отмечено улучшение формы сложных сигналов, вырабатываемых генераторами измерительной аппаратуры.

4. Полагаю, что влияние НКСЛ на быстродействие компьютерных систем целесообразно исследовать в соответствующих лабораториях.

5. Снижается нагрузка на зрительный аппарат человека, что является важным фактором при длительной работе оператора персональных компьютеров.

6. НКСЛ не содержит драгоценных и редкоземельных металлов.

7. При длине линии 0,000031λ подавление помех в радиочастотном диапазоне составляет не менее - 5 дБ.

8. Ток утечки под напряжением 3500 В составляет - 0,12 мА.

9. Сопротивление линии составляет 9 МОм (измерения производились на установке для проверки электрической безопасности - GPI - 745 А).

10. Содержание меди в одной НКСЛ в 7-8 раз меньше, чем то, которое в настоящее время тратится на изготовление изделий аналогичного назначения.

НКСЛ при минимальных материальных затратах обеспечивает эффективную фильтрацию в обоих направлениях (от сети к аппарату и от аппарата в сторону сети).

Частным существенным признаком НКСЛ является: плоская геометрия с широко разнесенными в пространстве токопроводящими жилами.

Формула изобретения

Пассивный широкополосный электродинамический фильтр, предназначенный для подключения электротехнического и радиотехнического оборудования в локальных сетевых контурах, выполненный в виде соединительной линии, состоящей из, по меньшей мере, двух многопроволочных проводников, изготовленных с учетом анизотропных свойств металла за счет совмещения физического начала составляющей их проволоки, при этом диаметр d проволоки находится в интервале:

$$0,03 \leq d \leq 0,1 \text{ мм, а}$$

количество p проволок выбрано из:

$$15 \leq p \leq 610,$$

причем длина N соединительной линии выбрана из интервала:

$H \ll \lambda$,

где λ - длина волны,

и выполненной с пространственно разнесенной фиксированной геометрией за счет
5 заключения проводников в общую диэлектрическую оболочку, расстояние между
которыми рассчитывается исходя из минимизации погонной емкости $C_{\text{погон.}}$, при этом

$C_{\text{погон.}}$ соединительной линии находится в интервале:

$$C_{\text{погон.}} \leq 2,7 \text{ pF/м.}$$

10

15

20

25

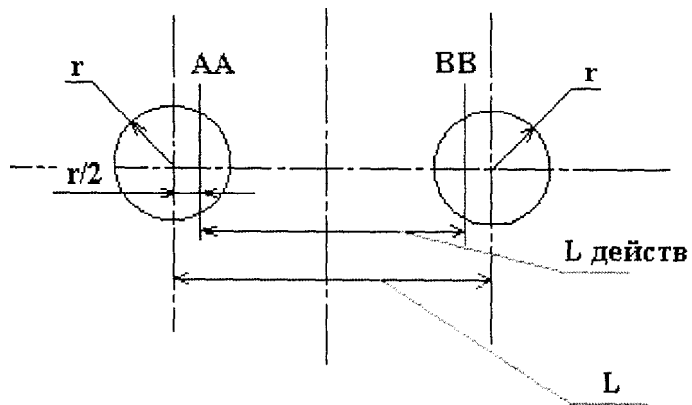
30

35

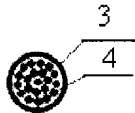
40

45

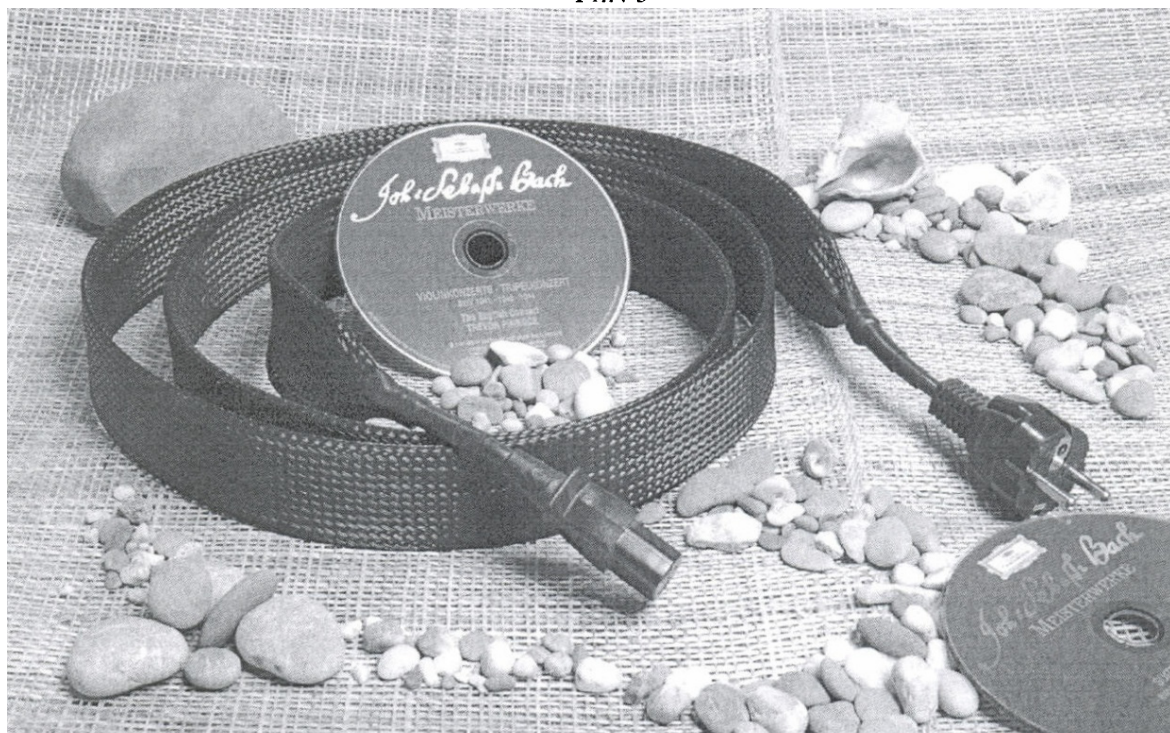
50



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4