



(19) **KG** (11) **1983** (13) **C1**
(51) **H04B 3/54** (2017.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20160057.1

(22) 13.07.2016

(46) 30.08.2017, Бюл. № 8

(71) Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР (KG)

(72) Оморов Т. Т.; Боронин А. Г.; Такырбашев Б. К.; Новиков А. В. (KG)

(73) Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР (KG)

(56) Патент RU № 2463705, C2, кл. H04B 3/54, 2012

(54) Система проводной телеметрии по линиям электроснабжения

(57) Настоящее изобретение относится к области связи между различными объектами телесигнализации и телеуправления по линиям электроснабжения (PLC-связь).

Задача изобретения заключается в разработке более эффективной системы связи по распределительной линии энергоснабжения, путем снижения затухания информационного сигнала при его передаче по силовым линиям от модема концентратора системы к модемам счетчиков потребителей и обратно.

Задача решается тем, что разработкой в устройстве приёма-передачи системы информации на стороне потребителя, последовательно с нагрузкой включают скомпенсированный по току 50 Гц трансформатор, первичная обмотка которого образует колебательный контур несущей частоты, а компенсационная обмотка через высокочастотный дроссель подключена к выходу операционного усилителя, вход которого подключен к датчику Холла, который подключен к магнитному потоку третьей измерительной обмотки трансформатора.

Технический результат - повышение эффективности связи вследствие снижения затухания информационных сигналов при их передаче. В результате компенсации тока 50 Гц сердечник трансформатора работает в обычном режиме, без подмагничивания с высоким значением магнитной проницаемости, что обеспечивает высокое значение индуктивности при минимуме витков обмотки контура и обеспечивает высокое значение эквивалентного сопротивления колебательного контура, высокие заградительные свойства.

1 н. п. ф., 1 фиг.

Настоящее изобретение относится к области связи между различными объектами телесигнализации и телеуправления по линиям электроснабжения (PLC-связь).

Известны системы телеметрии под общим названием Автоматизированная Система Коммерческого Учёта Электроэнергии (АСКУЭ: www.pue8.ru; www.eu.sama.ru/askue), согласно которой счётчики энергии абонентов, подключенные к силовому понижающему трансформатору, объединяются в одну проводную или беспроводную информационную сеть. На стороне трансформатора устанавливают электронный блок-концентратор, который осуществляет сбор данных со счётчиков и отправляет их на центральный диспетчерский пункт, откуда через концентратор на счётчики поступают команды управления. Использование беспроводной сети (GPRS, Zigbee, Wi-Fi, WMAN) решает проблему передачи данных на любые расстояния при условии наличия организованной связи, но стоимость трафика высока. Использование проводной дополнительной линии связи чревато существенными начальными затратами. Необходимо решить задачу организации связи со счётчиками, а именно - организовать связь по самим проводным линиям электропередачи (узкополосная PLC-связь на частотах 9-95 кГц по стандарту Cenelec - Европейской комиссии по стандартизации в области электрооборудования).

Для обеспечения усиления, кодирования и декодирования модулирующего сигнала несущей частоты применяются различные сигнальные процессоры, например AFE 03* при FSK, SFSK-модуляции. Однако линии электроснабжения не проектировались для целей информационных связей, высока индуктивность проводов, их индуктивное сопротивление ($Z_{\text{лс}}=2\pi f L$). Можно привести грубую оценку ослабления модулированного сигнала в силовой линии электропередачи. В линиях энергоснабжения индуктивность силовых проводов составляет ориентировочно 100 мкГц на каждые 50 м., т. е. реактивное сопротивление на частоте 100 кГц равно 63 Ом. В то же время активное сопротивление у потребителя мало ($Z_{\text{н}}=9.7$ Ом при нагрузке 5 кВт), ослабление K_c несущего сигнала можно будет определить с учётом 2-го закона Кирхгофа: $K_c=Z_{\text{н}}/Z_{\text{лс}}+Z_{\text{н}}$ (1), где $Z_{\text{лс}}$ индуктивное сопротивление линии связи от предыдущего до последующего абонента и ослабление будет равно $9.7/63+9.7=0.13$ или 17.5 дБ. Такая величина ослабления значительна, тем более на фоне помех, порождаемых импульсными преобразователями энергии, щёточными двигателями, сварочными аппаратами. На практике дальность связи по PLC не превышает 200...300 м. Производители для обеспечения устойчивой связи вынуждены разными способами увеличивать входное сопротивление шины потребителя на несущей частоте.

Так в изобретении (патент RU № 2269869, C2, кл. H04B 3/54, 3/58, 2006 «Способ для передачи высокочастотных сигналов по сетям низкого напряжения и соответствующее устройство») предлагается в аппаратуре каждого потребителя электрической энергии укладывать силовой провод в массивные цилиндрические гильзы из магнитного материала. Эта мера приводит к возникновению индуктивного сопротивления, а включенного последовательно с сопротивлением нагрузки, к уменьшению потерь энергии полезного сигнала. Однако предложенная мера не совершенна: для получения достаточной индуктивности в сильноточной цепи нужно или много провода толстого диаметра, или много магнитного материала. Предложено применить массивные магнитные гильзы (длина 10 см, диаметр - 8 см).

В изобретении (патент RU № 2463705, C2, кл. H04B 3/54, 2012) предлагается включать последовательно с сопротивлением нагрузки потребителя «простые фильтры», настроенные на одну или несколько частот несущей. Колебательный контур теряет широкополосность, однако его эквивалентное резонансное сопротивление в добротность раз выше индуктивного, во столько же раз может быть уменьшена индуктивность контура. Однако простой фильтр без магнитного сердечника в сильноточной цепи вынужден иметь значительные габариты и значительные потери. Применение же сердечников с большой магнитной проницаемостью при токах подмагничивания, характерных для потребителя (20...40 А), в схеме прототипа, не имеет смысла, теряются их магнитные свойства. В конечном случае в обоих примерах применены малоэффективные решения, характеризующиеся вышеперечисленными недостатками.

Задача изобретения заключается в разработке более эффективной системы связи по распределительной линии энергоснабжения, путем снижения затухания информационного сигнала при его передаче по силовым линиям от модема концентратора системы к модемам счетчиков потребителей и обратно.

Задача решается тем, что в устройстве приёма-передачи системы информации на стороне потребителя, последовательно с нагрузкой включают скомпенсированный по току 50 Гц трансформатор, первичная обмотка которого образует колебательный контур несущей частоты, а компенсационная обмотка через высокочастотный дроссель подключена к выходу операционного усилителя, вход которого подключен к датчику Холла, который подключен к магнитному потоку третьей измерительной обмотки трансформатора.

На чертеже на фиг. 1, приведена схема приёмного устройства модема на стороне потребителя электрической энергии.

Между шинами электропитания 1 и 2 действует как напряжение 220 В, 50 Гц, так и напряжение несущей частоты f_n , которое через первичную обмотку 3 и сопротивление нагрузки 4 образуют последовательную цепь тока. Датчик Холла 5 измеряет напряженность магнитного поля, генерируемую током измерительной обмотки 6. Цепи питания датчика не показаны, выход датчика Холла 5 подключен ко входу операционного усилителя 7 через резистивно-ёмкостной фильтр низкой частоты 8. Операционный усилитель 7 нагружен через высокочастотный дроссель 9 на компенсационную обмотку 10. Конденсатор 11 служит элементом колебательного контура несущей частоты, а конденсатор 12 выполняет роль высокочастотного фильтра несущей частоты. Сердечник трансформатора выполнен на основе феррита с высокой магнитной проницаемостью.

Колебательный контур 3, 11 имеет высокое сопротивление на несущей частоте при отсутствии намагничивающего тока с частотой 50 Гц, т. е. контур выполняет заградительную

функцию. Условие минимизации намагничивающего тока обеспечивается за счёт протекания встречного тока частотой 50 Гц через компенсационную обмотку 10. Проток ток возбуждается под действием напряжения на выходе операционного усилителя 7. Это напряжение является следствием наличия разности между током обмотки 3 (I_3) умноженным на количество ее витков (n_3) и током обмотки 10 (I_{10}) помноженного на количество ее витков (n_{10}):

$$\Delta U * K_x = I_3 * n_3 - I_{10} * n_{10};$$

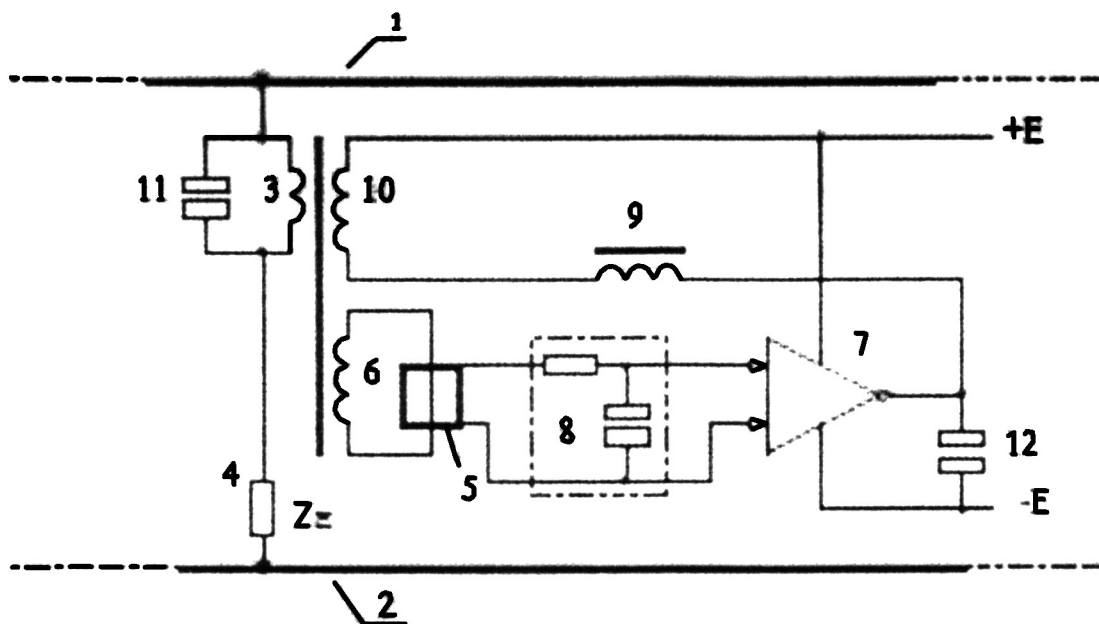
где K_x - коэффициент преобразования датчика Холла 5 указанной разности ампер витков. Быстродействия и коэффициента усиления операционных усилителей достаточно, чтобы разность токов 50 Гц по сердечнику трансформатора свести к практическому нулю. Высоочастотный дроссель 9 и конденсатор 12 блокируют попадание несущей частоты, трансформируемой из обмотки 3, на выходной каскад операционного усилителя 7. Таким образом, в отсутствие тока 50 Гц в сердечнике трансформатора, он имеет максимальную магнитную проницаемость и, следовательно, большую индуктивность в десятки мкГн при малых габаритах и витках, большое эквивалентное сопротивление колебательного контура, что решает проблему функции заградительного фильтра.

В макетах приёмного устройства были применены сердечники МН 2000, К20/12/5/6, первичная обмотка - 4 витка, добротность контура - 20, эквивалентное сопротивление контура 36 Ом. Ослабление K_c сигнала с учётом 2 закона Кирхгофа:

$K_c = Z_n + Z_k / Z_{лс} + Z_n + Z_k$ и при сопротивлении нагрузки абонента - 9 Ом, индуктивному сопротивлению линии между абонентами (63 Ом) составляет: $36 + 9,7 / (36 + 9,7 + 63) = 0,42$, т. е. в три раза меньше, чем в отсутствие устройства.

Формула изобретения

Система проводной телеметрии по линиям электроснабжения, с использованием модуляции несущих частот, между счётчиками, установленными у потребителей энергии и концентратором данных, установленным вблизи силового трансформатора, содержащая в модеме приёма-передачи счётчика потребителя заградительный фильтр, подключенный последовательно с нагрузкой потребителя, отличающаяся тем, что заградительный фильтр содержит трансформатор, первичная обмотка которого образует параллельный колебательный контур несущей частоты, компенсационная обмотка трансформатора подключена через высокочастотный дроссель к выходу операционного усилителя, вход которого подключен к датчику Холла, который подключен к магнитному потоку третьей измерительной обмотки трансформатора, сердечник которого выполнен из материала с высокой магнитной проницаемостью.



Фиг. 1

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03