

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

УДК 622.83

©Черевко Е.А.¹, Добровольская Л.А.²

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ДАТЧИК ТОКА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОСЕЛКОВЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В статье изложены сведения о разработке авторами интеллектуального датчика тока, оборудованного радиointерфейсом и предназначенного для работы в системе автоматического контроля режимов работы поселковых электрических распределительных сетей 0.4 кВ.

Ключевые слова: интеллектуальный датчик тока, радиointерфейс, контроль режимов, сети 0.4 кВ

Черевко О.О., Добровольська Л.О. Інтелектуальний датчик струму для автоматичного контролю режимів роботи селищних розподільних електричних мереж. У статті викладені відомості про розробку авторами інтелектуального датчика струму, обладнаного радіоінтерфейсом і призначеного для роботи в системі автоматичного контролю режимів роботи селищних електричних розподільних мереж 0.4 кВ.

Ключові слова: інтелектуальний датчик струму, радіоінтерфейс, контроль режимів, мережі 0,4 кВ

O.O. Cherevko, L.O. Dobrovolskaya. Intellectual sensor of current for automation control of the operation modes of settlement distributive electric networks. In the article information is presented, concerning development of intellectual sensor authors current, equipped by a radio-interface and intended for work into ATS of the modes of operations of settlement electric distributive networks of 0.4 kV.

Keywords: intellectual sensor of current, radio-interface, control of the modes, networks 0.4 kV.

Постановка проблемы. В условиях постоянного роста потребления электроэнергии (ЭЭ) в промышленности и в быту и усиления государственной политики энергосбережения большое значение приобретает снижение так называемых коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях, представляющих собой одну из существенных составляющих энергосбережения.

Значительную часть коммерческих потерь составляют хищения электроэнергии, приобретающие в последние годы угрожающие масштабы.

Хищению электроэнергии способствует известная специфическая особенность данного товара, заключающаяся в том, что его производство, передача, распределение и приобретение (потребление) происходят одновременно. На всех указанных этапах данный товар нет возможности складировать (аккумулировать) и хранить. Завершающим этапом этого цикла является реализация электрической энергии ее потребителям.

Наибольшее число хищений и наибольшие объемы похищаемой электроэнергии имеют место в бытовом секторе, в частности, в поселковых распределительных сетях. Причинами этого являются, с одной стороны, постоянный рост тарифов на электроэнергию при одновременном возрастании объема ее потребления и снижении платежеспособности населения, а с другой стороны – относительная доступность и простота осуществления того или иного способа хи-

¹ магистр, асистент, ГВУЗ « Приазовского государственного технического университета», г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ « Приазовского государственного технического университета», г. Мариуполь

щения электроэнергии, несовершенство конструкций приборов учета, первичных и вторичных схем их коммутации, неудовлетворительное техническое состояние измерительных трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН), отсутствие правовой базы для привлечения к ответственности расхитителей электроэнергии и т. д. [1].

На основании вышеизложенного следует, что дальнейшие работы по совершенствованию способов и технических средств по автоматическому выявлению мест несанкционированного отбора электроэнергии весьма актуальны.

Анализ последних исследований и публикаций. Существуют два основных способа хищений:

1. *Технологические способы хищения.* К технологическим способам относятся хищение электроэнергии в питающих электросетях, хищение путем изменения схем первичной и вторичной коммутации к приборам учета и измерительным ТТ и ТН, а также хищение путем внешнего воздействия на счетный механизм приборов учета электроэнергии.

При использовании электронных счетчиков также обнаружилась возможность воздействия на их счетный механизм без нарушения целостности пломб и изменения схемы вторичной коммутации. Конструкция электронного счетчика включает в себя электромагнитные элементы (привод шаговых двигателей отсчетных устройств, встроенные ТТ и др.). Низкочастотное воздействие на эти элементы мощным электромагнитным полем промышленной частоты с помощью специального соленоида позволяет влиять на показания счетчика. Изготовление подобного соленоида не представляет сложности. Конструкция, число витков, их сечение и другие параметры такого соленоида обычно подбираются опытным путем до тех пор, пока воздействие на счетчик не приведет к более медленному отсчету импульсов или к полному останову счетного механизма.

2. *Расчётные способы хищений.* В соответствии с существующими инструкциями по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении значение небаланса (разницы между отпущенной и потреблённой электроэнергией) не должно превышать некоторых допустимых значений, определяемых, в основном, классами точности измерительных приборов.

В общем случае фактический расход электроэнергии не равен произведению разницы показаний счетчика активной энергии ($\Pi_1 - \Pi_2$) на расчетный коэффициент счетчика $K_{расч}$ и на коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения ТТ K_i и ТН K_u :

$$W = K_{расч} K_i K_u (\Pi_1 - \Pi_2), \text{ кВтч.}$$

Значение расчетного коэффициента счетчика $K_{расч}$ определяется его параметрами (постоянной счетчика, передаточным числом счетчика и коэффициентом счетчика), которые в различных вариантах указаны на табличке счетчика и которые не всегда правильно принимаются во внимание энергоснабжающими (сбытовыми) организациями, иногда учитываются частично или вообще не учитываются.

Достаточно подробно эта ситуация изложена также в патенте на полезную модель [2] и в статье [3]. В патенте предложено техническое решение, основанное на применении датчиков тока (ДТ), размещаемых определенным способом на линии электропередачи.

Известен способ бесконтактного измерения токов, основанный на применении датчиков Холла [4].

ДТ прямого усиления используют эффект Холла. Магнитная индукция и напряжение Холла создаются измеряемым первичным током, который необходимо преобразовать в выходной ток датчика. Ток управления подается с помощью стабилизированного источника тока.

ДТ компенсационного типа, использующие эффект Холла, называют еще датчиками с нулевым потоком, т.е. со 100 %-й обратной связью. В своем устройстве они имеют встроенную компенсационную цепь, с помощью которой характеристики ДТ, использующих эффект Холла, могут быть существенно улучшены.

К недостаткам этих датчиков необходимо отнести:

- необходимость наличия стабилизированных источников постоянного тока управления;
- отсутствие возможности автоматического бесконтактного считывания и обработки информации;
- отсутствие двухсторонней связи с центральным управляющим устройством.

Известны *ДТ*, основанные на применении магнитодиодов [5].

ДТ на основе использования магнитодиодов состоит из магнитопровода, охватывающего провод с измеряемым током, и двух магнитодиодов, размещенных в зазорах магнитопровода и соединённых со входом дифференциального операционного усилителя (*ОУ*).

Датчик помещается в диамагнитный диэлектрический корпус. При отсутствии тока в проводе на магнитодиодах задаются одинаковые падения напряжения, определяемые магнитной индукцией в зазорах магнитопровода, задаваемой постоянными магнитами, включёнными в общую магнитную цепь. Рабочая точка каждого из магнитодиодов выбирается на линейном участке вольтамперной характеристики. При этом напряжение на выходе дифференциальной схемы равно нулю.

С появлением в проводе измеряемого тока изменяется магнитная индукция в зазорах магнитопровода, вследствие чего изменяется падение напряжения на магнитодиодах и на выходе *ОУ* появляется напряжение соответствующей полярности, пропорциональное измеряемому току. Это напряжение, усиленное *ОУ*, является выходным сигналом датчика тока. При смене направления измеряемого тока изменяется знак напряжения на выходе датчика тока, т.е. он реагирует как на величину, так и на направление измеряемого тока.

Описанный датчик имеет следующие недостатки:

- необходимость наличия внешнего стабилизированного источника постоянного тока;
- отсутствие возможности автоматического считывания и обработки информации;
- температурная нестабильность датчика тока, что требует периодической коррекции рабочей точки *ОУ*;
- отсутствие двухсторонней связи с центральным управляющим устройством (*УУ*).

Известно техническое решение по определению мест несанкционированного подключения с помощью переносных токоизмерительных клещей [6], которыми периодически измеряют токи в общей линии электропередачи в местах подключения потребителей и в самих ответвлениях к потребителям.

Этот способ позволяет определять практически все места несанкционированного подключения и величину похищаемой электроэнергии.

Существенными недостатками этого способа являются:

- отсутствие постоянного контроля распределения токов в линии электропередачи и в присоединениях потребителей;
- сложность доступа к намеченным точкам измерения и связанная с этим необходимость использования специальной техники, например, автовышек;
- отсутствие возможности автоматического считывания и обработки информации;
- отсутствие двухсторонней связи с *УУ*.

Цель статьи. В статье приводятся краткие сведения по созданию авторами усовершенствованного датчика тока, лишённого приведенных выше недостатков.

Рассмотрены два основных вопроса:

1. Разработка принципиальной схемы датчика.
2. Выбор способа и технических средств для передачи информации, формируемой датчиком тока, в пункты её дальнейшей обработки на основе двухсторонней связи.

Изложение основного материала. Анализ существующих датчиков тока показывает:

Во-первых, *ДТ* не должен иметь первичную обмотку, включаемую последовательно в силовую цепь, поскольку реализация способа контроля в соответствии с [2] представляется весьма громоздкой при врезке датчиков тока в силовые цепи в местах подключения потребителей. Кроме того, наличие большого количества соединений снижает надёжность работы системы и усложняет обслуживание распределительных сетей.

Во-вторых, необходимо решить задачу получения, обработки и передачи информации в цифровой форме о величине тока на обрабатывающий центр (сервер).

В-третьих, необходимо выбрать вид интерфейса у датчика для двухсторонней связи с *УУ*, располагаемым обычно на диспетчерском пункте.

На первом этапе работы был выполнен анализ способов связи *ДТ* с *УУ*. Для анализа и сравнения были выбраны две технологии передачи данных:

- технология передачи данных по электросетям;

– беспроводные технологии передачи данных.

Технология передачи данных по электросетям. В настоящее время наиболее распространёнными в мире системами передачи данных по линиям электросети являются так называемые PLC (Power Line Communication). Достаточно подробная информация об этих системах содержится в [8]. Наибольшее распространение получили три пакета спецификаций: HomePlug, UPA и HD-PLC. Несмотря на отсутствие единого стандарта, PLC-технология получает все большее распространение. В настоящее время в мире существует более 100 компаний, выпускающих активные и пассивные компоненты для PLC-сетей. Тем не менее, несмотря на все преимущества (высокая пропускная способность – до 200 Мбит/с, простота использования, надёжность, низкая стоимость), длина линий электросетей, при которых эта связь работает, составляет для сетей 220-380 В не более 200 метров.

Беспроводная технология передачи данных. Беспроводная связь по радиоканалу при сохранении перечисленных выше преимуществ, обладает гораздо большим радиусом действия. Эта технология в настоящее время отработана достаточно хорошо (например, мобильная связь).

Учитывая, что протяжённость поселковых распределительных сетей электрических сетей обычно превышает 200 метров, а проходимость радиосигналов в СВЧ-диапазонах практически не ограничена различными экранирующими сооружениями, авторами был сделан выбор в пользу радиointерфейса для ДТ. Кроме того, отпадает необходимость в дополнительных источниках питания электронной схемы ДТ, поскольку необходимая энергия может быть обеспечена путём отбора от контролируемой сети.

Авторами разработан съёмный датчик тока, который легко крепится и снимается на токопроводящий провод в любом месте.

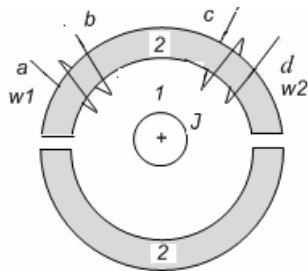


Рис. 1 – Преобразователь величины тока в напряжение

Проводник 1 с измеряемым током J (рис. 1) охватывается магнитопроводом, состоящим из двух ферритовых полуколец 2. На верхнем полукольце располагаются две обмотки, одна из которых $W1$ обеспечивает работу выпрямителя, а вторая $W2$ является измерительной. Выпрямитель обеспечивает питание всей схемы датчика напряжением от 2.5 до 5 В.

В состав ДТ входят приёмно-передающая антенна, приёмник управляющего сигнала, блок питания датчика, первичный преобразователь, ключ, операционный усилитель, выпрямитель, АЦП, микроконтроллер с радиопередатчиком.

В состав управляющего устройства УУ входят приёмно-передающая антенна, блок управления датчиком, включающий в себя микроконтроллер с радиопередатчиком, усилитель мощности в области сверхвысоких частот УМ СВЧ, приёмник информации, передаваемой датчиком.

При подаче команды управления начинает работать радиопередатчик УУ, излучая электромагнитные колебания в диапазоне нелицензируемых частот, которые усиливаются УМ СВЧ. Эти колебания электромагнитного поля воспринимаются полосковой антенной датчика и после обработки подаются на высокоомный вход ключа. После его срабатывания происходит подача питания на входы остальных блоков, входящих в состав датчика тока. Аналоговый сигнал, поступающий с измерительной обмотки преобразователя, выпрямляется, усиливается, преобразуется в цифровую форму и поступает на вход радиопередатчика и передаётся на приёмник УУ также на нелицензируемой частоте. Расчеты и эксперименты на модели датчика показали, что класс точности ДТ не хуже 1 %.

Разъёмный корпус датчика (рис. 2) должен изготавливаться из диэлектрического, диамагнитного материала. На рисунке 2 приняты обозначения: 1 – верхняя часть составного корпуса; 2 – нижняя часть составного корпуса; 3 – отверстия для крепёжных деталей; 4 – отверстия для проводника с током; 5 – герметизирующая прокладка между верхней и нижней частями корпуса.

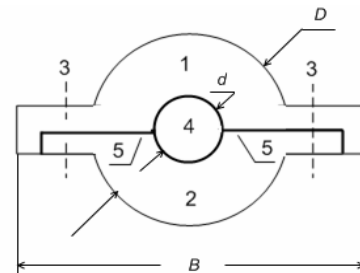


Рис. 2 - Вид датчика тока с торца

Вся электронная часть датчика располагается в верхней части составного корпуса. В нижней части располагается только нижнее полукольцо тороидального магнитопровода. Геометрические размеры датчика тока: D – от 60 мм до 80 мм, d – в зависимости от сечения провода линии электропередачи, B – от 90 до 110 мм. Длина датчика – до 120 мм. Количество крепёжных отверстий – 4.

В датчике могут быть использованы любые встраиваемые микроконтроллеры, АЦП, приёмопередающие и другие ИМС с подходящими характеристиками.

При выборе авторами способа обмена информацией датчика тока с управляющим устройством рассматривался также способ передачи информации по силовым проводам.

Выводы

Разработанная конструкция интеллектуального датчика тока лишена недостатков, имеющих у существующих типов датчиков для измерения величины тока, предназначенных для работы в автоматизированных системах контроля режимов работы распределительных электрических сетей. Преобразование аналогового сигнала датчика в цифровую форму позволяет сопрягать его с вычислительной техникой и обеспечивать его достаточную помехоустойчивость при передаче по радиоканалу. Конструкция датчика позволяет легко его монтировать и демонтировать на проводах линий электропередач.

Список использованных источников:

1. Красник В.В. 101 способ хищения электроэнергии / В.В. Красник. – М. : Ростехэнергонадзор, 2009. – 107с.
2. Пат. 09592 Україна, МПК G 02 J 13/00. Структурна схема визначення місць несанкціонованого підключення до лінії електропередачі / Л.О. Добровольська, О.О. Черевко // № 47879; заявл. 18.09.2009; опубл. 25.02.2010. – бюл. № 4. – 4 с.
3. Добровольская Л.А. К вопросу автоматизированного контроля потерь электроэнергии в распределительных сетях 0.4 кВ / Л.А. Добровольская, Е.А. Черевко // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. пр. – Маріуполь : ПДТУ, 2009. – Вип. 19. – С. 227-230.
4. Датчики тока на основе эффекта Холла [Электронный ресурс] ([http://www.edu.dvgups.ru / METDOC/.../INF.../2.htm](http://www.edu.dvgups.ru/METDOC/.../INF.../2.htm)).
5. Егиазарян Г.А. Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение / Г.А. Егиазарян, В.И.Стафеев. – М.: Радио и связь, 1987. – 95с.
6. Токовые клещи [Электронный ресурс] (http://www.chauvin-arnoux.ru/clamps_description.htm).
7. Ремизевич Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений. От общих подходов – к семействам HC05 b HC08 Motorola / Т.В. Ремизевич. – М. : Додэка, 2000. – 272с.
8. Охрименко В. Технология передачи данных по электросетям / В. Охрименко // Электронные компоненты и системы. – 2009. – № 10. – С. 22-28.
9. Охрименко В. Широкополосная технология передачи данных по электросетям: проблемы и решения / В. Охрименко // Электронные компоненты и системы. – 2011. – № 11. – С. 9-19.

Bibliography

1. Krasnik V.V. 101 method of plunder of the electric power / V.V. Krasnik – M. : Rostehenergonadzor, 2009. – 107p. (Rus.)
2. Patent 09592 Ukraine, G 02 J 13/00. The structure scheme for determination of places of unapproved connection to a transmission line / L.A. Dobrovolskaja, E.A. Cherevko // № 47879; declared 18.09.2009; published 25.02.2010. – bul. № 4. – 4 p. (Ukr.)
3. Dobrovolskaja L.A. On the question of the automated control of electric power losses in distributive networks 0.4 kV / L.A. Dobrovolskaja, E.A. Cherevko // Visnyk of Priazovskyi state technical university: Scientific works. – Mariupol : PSTU, 2009. – № 19. – P. 227 – 230. (Rus.)
4. Current sensors on the basis of Hall effect [Electronic resource] // ([http://www.edu.dvgups.ru / METDOC/.../INF.../2.htm](http://www.edu.dvgups.ru/METDOC/.../INF.../2.htm)) (Rus.)
5. Egiazarjan G.A. Magnetodiodes, Magnetotranzistores and their application / G.A. Egiazarjan, V.I. Stafeev. – M. : Radio and communication, 1987. – 95p. (Rus.)

6. The current pincers [Electronic resource] // (http://www.chauvin-arnoux.ru/clamps_description.htm) (Рус.)
7. Remizevich T.V. Microcontrollers for embedded applications. From the general approaches - to families HC05 b HC08 Motorola / T.V. Remizevich. – М. : Dodeka, 2000. – 272p. (Рус.)
8. Ohrimenko V. Technology of data transfer on electric systems / V. Ohrimenko // Electronic components and systems. – 2009. – № 10. – P. 22-28. (Рус.)
9. Ohrimenko V. Broad-band technology of data transfer on electric systems: problems and decisions / V. Ohrimenko // Electronic components and systems. – 2011. – № 11. – P. 9-19. (Рус.)

Рецензент В.С. Зайцев
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 30.11.2011

УДК 004.896

©Федоренко Д.Ю.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ТРЕНДОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В статье рассматривается задача классификации технологических трендов в заранее predetermined экспертом классы. Описываются математические основы построения классификатора и программная реализация агентов распознавания трендов, предназначенных для формирования фактов, которые впоследствии будут использованы экспертной системой

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, экспертные системы, агенты ввода, визуальный анализ трендов, LVQ-сеть.

Федоренко Д.Ю. Використання функції розпізнавання трендів для автоматичної обробки параметрів технологічних процесів, що контролюються. У статті розглядається задача класифікації технологічних трендів у попередньо задані експертом класи. Описується математичні основи побудови класифікатора та програмна реалізація агентів розпізнавання трендів, що призначені для формування фактів, що надалі будуть використані експертною системою

Ключові слова: автоматизовані системи керування, експертні системи, агенти вводу, візуальний аналіз трендів, LVQ-мережа.

D.Yu .Fedorenko. Application of the function of trends recognition for automatic processing of the controlled parameters of various technological processes. The article describes the problem of industrial trends' classification into classes, predetermined by an expert.. described were mathematical bases of classifier construction and programmed realization of trends recognition, envisaged for formation of facts, to be used by an expert system later on

Keywords: control systems, expert systems, input agents, visual trend's analysis , LVQ-network.

Постановка проблемы. В задачах управления технологическими процессами большую роль играет визуальный анализ оператором-экспертом тенденций изменения трендов контролируемых параметров. Визуальный анализ позволяет обобщенно анализировать текущее состояние процесса и делать необходимые выводы без применения математической обработки

* ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь