

В.Б. ШВАЙЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент, НТУУ «КПИ»;
О. ШАРАДГА, аспирант, НТУУ «КПИ»;
Д. В. ТИТКОВ, ассистент, НТУУ «КПИ»

КОНЦЕПЦИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ФИЛЬТРОВ

Предлагаются методы повышения эффективности помехоподавляющих фильтров, изменяющих избирательность на основе мониторинга помеховой обстановки в кондуктивных цепях. Проведена оценка экономической эффективности и технической реализации на современной элементной базе. Сделаны выводы о возможности удаленного управления фильтрами на основе облачных распределенных вычислений и прогнозирования изменения электромагнитной обстановки.

Ключевые слова: интеллектуальные помехоподавляющие фильтры, концепция, мониторинг, облачные вычисления, обработка

Введение. Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) в конкретной электромагнитной обстановке (ЭМО) по кондуктивным цепям требует применения конструктивных, схмотехнических и организационных средств [1,2]. Наиболее распространенными техническими средствами, которые позволяют уменьшить уровень кондуктивных ИРП являются помехоподавляющие фильтры (ППФ), номенклатура которых охватывает более тысячи типоминималов, выпускаемых почти сотней компаний во всем мире [3].

Актуальность. Паразитные параметры элементов ППФ накладывают ограничения на вносимое затухание вблизи собственных резонансных частот. Известны интеллектуальные сетевые ППФ, управление которыми осуществляют с использованием микропроцессоров (МП), в которых предусмотрена перестройка основных/паразитных параметров элементов, что позволяет перемещать собственные резонансные частоты в защищаемом диапазоне частот [4]. Однако существует проблема как дистанционной оценки ЭМО, так и удаленного управления МП. Поскольку количество электронных устройств, подключенных к сети электропитания и генерирующих помехи, все время возрастает, а паразитные параметры существенно влияют на эффективность ППФ, то управление параметрами, определяющими частоты резонанса и добротность звеньев фильтра, является актуальным.

Постановка задачи. Известна структура фильтра, позволяющая адаптировать его характеристики в соответствии с помеховой обстановкой [5]. Возможны несколько процедур, которые позволяют повысить эффективность фильтра. Некоторые из них требуют значительных вычислительных ресурсов

и реализация такого устройства приведет к существенному подорожанию изделия [6].

Особенности концепции. Предложена концепция интеллектуального помехоподавляющего фильтра с удаленной обработкой данных как элемента информационной системы. Целесообразно дополнить известную структуру беспроводным модулем (передатчиком) для удаленного контроля работы ППФ. Структура такого интеллектуального фильтра представлена на рис.1.

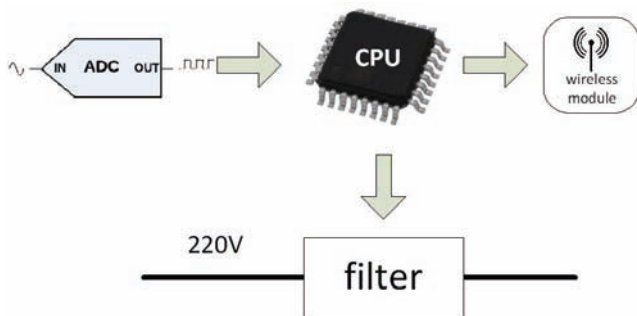


Рисунок 1 – Структурная схема интеллектуального фильтра

Для современных информационных систем характерна возможность гибкого масштабирования. Удаленное управление и мониторинг может обеспечить структуру ППФ по рис.2.

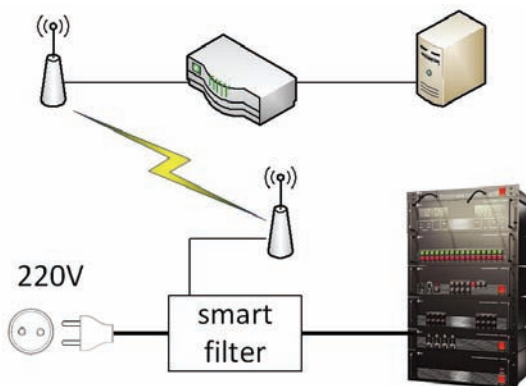


Рисунок 2 – Структурная схема интеллектуального помехоподавляющего фильтра с удаленной обработкой

Оценка возможности и доступности реализации цифровой части интеллектуального фильтра. Современные технологии распределенных об-

точных вычислений [7] позволяют, на основе технико-экономического анализа [8], обеспечить обработку в реальном времени процессов с верхними граничными частотами, соответствующими требованиям и нормам [9] на параметры ЭМС по кондуктивным путям.

Для прямой (без сжатия) передачи данных через беспроводные сети нужен поток, который можно рассчитать по формулам:

$$\text{Vtrate} = \text{разрядность АЦП} * \text{Частота Дискретизации} = 24 * 48000 = 1,152 * 10^6$$

Практически все современные микроконтроллеры способны обработать нужный поток данных. Ниже, для примера, приведены характеристики одного из самых распространенных микроконтроллеров.

Название: C8051F350

Ядро: MCS-51

Быстродействие: 50 MIPS

Тактовая частота: 50 МГц

Память: Flash 8КБайт

Стоимость: \$2.25

Перечень нескольких АЦП, предлагаемых на современном рынке таких устройств, представлены в табл. 1

Таблица 1 – АЦП, доступные на современном рынке

| Название | Разрядность | Частота выборок (SPS) | Стоимость за 1000 штук |
|----------|-------------|-----------------------|------------------------|
| AD7176-2 | 24 | 250 KSPS | \$10.25 |
| AD7764 | 24 | 312 MSPS | \$10.10 |
| AD7765 | 24 | 165 KSPS | \$8.56 |
| AD7766 | 24 | 128 KSPS | \$6.02 |
| AD7767 | 24 | 128 KSPS | \$8.60 |
| AD7762 | 24 | 625 KSPS | \$15.10 |

Для обеспечения беспроводного удаленного доступа возможно применение соответствующих микросхем приемо-передатчиков, инкапсулированных в корпусе ППФ. Перечень и основные параметры бюджетных модулей представлен в табл. 2.

Таблица 2 – Беспроводные модули, доступные на современном рынке

| Название | Протокол | Пропускная способность | Расстояние | Стоимость за 1000 штук |
|-------------------------------|-----------|------------------------|------------|------------------------|
| NRF24LE1 | свой | до 2 Mps | до 500 м | \$3 |
| HC-05 | Bluetooth | до 1.5 Mps | до 500 м | \$4 |
| LinkSprite Cuhead WiFi module | WiFi | до 2 Mps | До 1.5км | \$45 |
| wizfi210 | WiFi | до 11 Mps | До 2 км | \$53 |

Кроме того, в настоящее время на рынке предлагают решения, объединяющие в одной микросхеме как модуль предварительной обработки, так и высокоскоростной приемо-передатчик.

В зависимости от количества конечных устройств (фильтров), расположения в пространстве и вычислительных потребностей такую систему можно легко и быстро масштабировать к необходимой структуре. Система с несколькими ППФ и пространственным разнесением представлена на рис. 3.

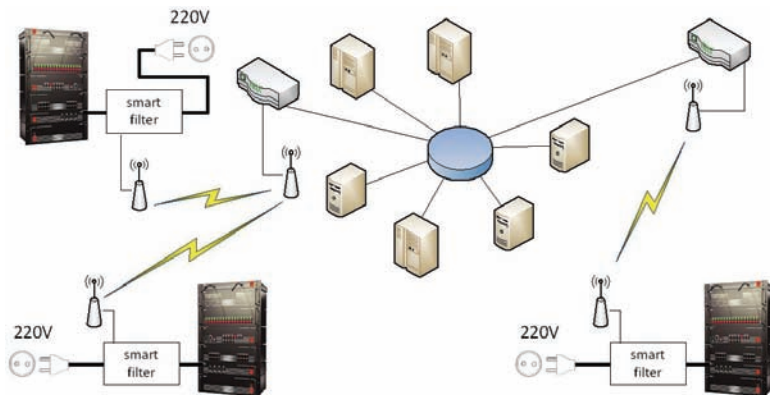


Рисунок 3 – Структурная схема комплексной системы интеллектуальных ППФ с удаленной распределенной обработкой

Выводы. Быстрая адаптация параметров фильтра к условиям электромагнитной обстановки позволит существенно, в десятки раз, уменьшить уровень помех на критических частотах, обеспечив тем самым электромагнитную совместимость.

Предложена концепция нового ППФ с беспроводным интерфейсом и распределенной обработкой данных реального времени, который может быть реализован на основе современной элементной базы.

Список литературы: 1. Векслер Г.С. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания / Векслер Г.С. и др. – К.: Техніка, 1990. – 167 с. 2. Кечев Л.Н. ЭМС и информационная безопасность в системах телекоммуникации / Л.Н. Кечев, П.В. Степанов. – М.: Изд. дом «Технологии», 2005. – 320 с. 3. Смирнов И. Г. Телекоммуникационные системы: электромагнитные помехи и электромагнитная совместимость / И. Г. Смирнов // Компьютерные сети: Сети и системы связи. – 1997. – № 4. – С. 23-27. 4. Пілінський В.В. Особливості мікропроцесорного керування параметрами дроселя протизавадового фільтра для керування характеристиками загасання в смузї частот 3...5 декад / В.В.Пілінський, С.М. Веретюк, А.О. Довженко, В.Б. Швайченко // Електроніка і зв'язь. Тем.вып. «Електроніка і нанотехнології». – 2011. – № 4. – С. 182-187. 5. Пілінський В.В. Програмно-технічна система забезпечення захисту інформаційних ресурсів по колам електроживлення / В.В.Пілінський, В.Б. Швайченко, О.О. Довженко, В.М. Бакіко // Інформаційні технології в освіті. – 2010. – Вип. 7. – С. 170-174. 6. С. Gazda et al. A wideband common-mode suppression filter for bend discontinuities in differential signaling using tightly coupled microstrips // IEEE Trans. Adv. Pack. – Nov. 2010. – Vol. 33, no. 4. – PP. 969–978. 7. Лунтовський А.О.

Розподілені сервіси телекомунікаційних мереж та повсюдний комп'ютинг і Cloud-технології / А.О. Лунтовський, М.М. Клімаш, А.І. Семенко. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2013. – 368 с. **8.** Згуровский М. З. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами / М. З.Згуровский, А. А. Павлов. – К. : Наукова думка, 2010. – 575 с. **9.** CISPR 22 Edition 6.0 2008-09 IEC STANDARDS+ Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement– Режим доступа : http://www.webstore.iec.ch/preview/info_cispr22{ed6.0.RL}b.pdf>. – Дата обращения: 29 сентября 2014.

Bibliography (transliterated): 1. Veksler, G.S. et al. Podavlenije elektromagnitnyh pomeh v cepjah elektropitanija Kiev: Technika, 1990. Print (Russian). 2. Kechiev, L. N. , and Stepanov, P.V. *EMS i informacionnaja bezopasnost' v sistemah telekommunikacij* Moscow: Izdatelskij dom Tehnologiji, 2005 . Print (Russian). 3. Smirnov, I. G. "Telekommunikacionnye sistemy: elektromagnitnye pomehi i elektromagnitnaja sovместimost'." *Komp'juternye seti: Seti i sistemy svjazi*. No. 4. 1997. 23-27. Print (Russian). 4. Pilinskij, V. V., Veretjuk, S.M., Dovgenko, A.O. and Shvaichenko, V.B. "Osoblivosti mikroprocesornogo keruvannja parametrami drosselja protyžadovogo fil'tra dlja keruvannja charakteristikami zagasannja v smuzi chastot 3-5 dekad." *Elektronika i svjaz'*. No. 4. 2011. 182–185. Print (Ukrainian). 5. Pilinskij, V. V., Bakiko, V.M., Dovzhenko, O.O. and Shvaichenko, V.B. "Programno-tehnichna sistema zabezpečennja zahystu informacijnyh resursiv po kolam elektrozhivlennja." *Informacijni tehnologii v osviti*. No. 7, 2010. 170–174. Print (Ukrainian). 6. C. Gazda et al,»A wideband common-mode suppression filter for bend discontinuitiesin differential signaling using tightly coupled microstrips,» *IEEE Trans.Adv. Pack.*, vol. 33, no. 4, pp. 969–978, Nov. 2010.Print. 7. Luntovskij, A.O., Klimash, M.M. and Semenko, A.I. . *Rozpodileni servisy telekomunikacijnyh mereg ta povsjudny kompjutynг i Cloud-tehnologiji*. L'viv: NU «L'vivska politehnika», 2013. Print (Ukrainian). 8. Zгуровskij, M.Z. and Pavlov, A.A. *Prinjatje reshenij v setevyh sistemah s ogranichennymi resursami*. Kiev: Nauk.dumka, 2010. Print (Russian) 9. CISPR 22 Edition 6.0 2008-09 IEC STANDARDS+ Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement >. Web. 29 September 2014 < http://www.webstore.iec.ch/preview/info_cispr22{ed6.0.RL}b.pdf >.

Поступила (received) 10.10.2014

УДК 621.391:681.3:396(075)

Концепція удосконалення інтелектуальних мережевих заводових фільтрів / В. Б. Швайченко, О. Шарадга, Д.В. Титков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 50 (1092). – С. 168-172. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-0740.

Пропонуються методи підвищення ефективності проти заводових фільтрів, які змінюють вибірковість за результатами моніторингу заводової обстановки в кондуктивних колах. Проведено оцінювання економічної доцільності і технічної реалізації на сучасній елементній базі. Зроблені висновки щодо можливості віддаленого керування фільтрами на основі хмарних розподілених обчислень та прогнозування електромагнітної обстановки. Запропонована концепція нового ППФ безпровідним інтерфейсом і розподіленою обробкою даних реального часу.

Ключові слова: інтелектуальні протизаводові фільтри, концепція, моніторинг, обробка, хмарні обчислення.

УДК 621.391:681.3:396(075)

Концепция совершенствования интеллектуальных сетевых помехоподавляющих фильтров / В. Б. Швайченко, О. Шарадга, Д.В. Титков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 50 (1092). – С. 168-172. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-0740.

Предлагаются методы повышения эффективности помехоподавляющих фильтров, изменяющих избирательность на основе мониторинга помеховой обстановки в кондуктивных цепях. Проведена оценка экономической эффективности и технической реализации на современной элементной базе. Сделаны выводы о возможности удаленного управления фильтрами на основе

облачных распределенных вычислений и прогнозирования изменения электромагнитной обстановки.

Ключевые слова: интеллектуальные помехоподавляющие фильтры, концепция, мониторинг, облачные вычисления, обработка.

The concept of improving the intelligent network EMI Filters / V. B. Shvaichenko, O. Sharadjah, D. V. Titkov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Technique and electrophysics of high voltage. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2014. – № 50 (1092). – С. 168-172. – Bibliogr.: 9. – ISSN 2079-0740.

Offers methods to improve the efficiency of EMI filters, changing the selectivity based on the monitoring of the interference environment in the conductive circuits. The evaluation of cost-effectiveness and technical implementation using modern components. Conclusions about the possibility of remote control filters based on cloud computing and distributed forecasting changes the electromagnetic environment.

Keywords: intelligent network filters, concept, monitoring, cloud computing.