

УДК 621.311.62

П. В. АФАНАСЬЄВ, канд. техн. наук, доцент;

М. П. ТРЕМБОВЕЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент;

В. М. БОНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент;

Н. А. ТРИНТИНА, канд. техн. наук, доцент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

БЕЗПЕРЕБІЙНЕ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

Розглянуто підвищення надійності роботи джерел безперебійного живлення центрів обробки даних. Обґрунтовано потребу в нових підходах до створення та вдосконалення структур і законів функціонування різноманітних типів перетворювачів електричної енергії, що входять до складу джерел безперебійного живлення. Запропоновано методи боротьби із завадами: побудовою структури системи гарантованого електропостачання, використанням окремого живлення навантажень за допомогою перетворювального обладнання та особливих вимог до кабелів. Сформульовано методи захисту складових центрів обробки даних.

Ключові слова: безперебійне живлення; центр обробки даних; енергоефективність; електромагнітна сумісність; системи гарантованого електропостачання.

Вступ

Існує чимало різноманітних джерел безперебійного живлення (ДБЖ) інформаційного призначення, серед яких центри обробки даних (ЦОД) та серверні [1]:

- подвійного перетворення;
- лінійно інтерактивні;
- байпасні;
- постійного струму.

У своєму складі ЦОД використовує різні електронні пристрої інформаційного призначення, вимогливі до якості електроенергії та перерв в електроживленні (вони можуть виходити з ладу навіть при спотвореннях сигналів лише за частку мілісекунд). Сьогодні забезпечення ефективної роботи електронних пристроїв інформаційного призначення ЦОД є вельми актуальне.

Основна частина

Проблема підвищення надійності роботи ДБЖ та енергоефективності потребує нових підходів до створення чи вдосконалення структур і законів функціонування різноманітних типів перетворювачів електричної енергії, що входять до складу ДБЖ (різні типи перетворювального обладнання та нелінійних елементів). Водночас ці елементи породжують у системах вищі гармонічні складові у спектрі струмів та напруг, несиметрію багатозонових сигналів, а вищі гармонічні складові зумовлюють додаткове підвищення температури елементів системи, втрати потужності й усіякі порушення режимів роботи.

Електромагнітна сумісність (ЕМС) — це передусім здатність обладнання ЦОД нормально функціонувати в електромагнітному середовищі, не створюючи електромагнітних завад щодо іншого обладнання. Забезпечити ЕМС можливо лише у разі послідовного розв'язання таких питань:

◆ посилення вимог до обладнання, які призводять до спотворень в електромережі. Це реалізується додатковим обладнанням для усунення спотворень;

◆ підвищення вимог до якості електроенергії в мережах [3];

◆ послаблення вимог до обладнання щодо рівнів спотворень, за наявності яких це обладнання надійно працюватиме.

Проблема ЕМС особливо загострюється за умов значного зростання нелінійних перетворювальних навантажень, фізичної зношеності електротехнічного та електронного обладнання, недостатньої потужності промислової мережі, тобто джерелами електромагнітних завад є не тільки параметри та характеристики навантаження, а й первинні джерела електроенергії.

Проблеми щодо забезпечення ЕМС у ЦОД сьогодні є найважливіші, оскільки основне завдання ЦОД полягає у надійному оперуванні інформацією та її зберіганні, що безпосередньо відбивається на оцінюванні якості електричної енергії. Вплив електроенергії зменшеної якості (нижчої за допустимі значення) у ЦОД здебільшого призводить до порушень у роботі інформаційно-обчислювальних систем. Поняття ЕМС взагалі характеризує вимоги до елементів ДБЖ і їх взаємний вплив, а якість електроенергії подається як характеристика вимог, що висуваються до електроенергії промислової мережі [3].

Якість електроенергії — це поняття продукції, яку постачають, а в разі невідповідності заданим нормам претензії висуваються тільки постачальнику, тобто енергокомпаніям.

Сьогодні можна спостерігати зближення двох напрямків, тобто підвищення енергоефективності та ЕМС в електроенергетиці. Теоретично, стан ЕМС навантаження з генератором досягається,

© П. В. Афанасьєв, М. П. Трембовецький, В. М. Бондаренко, Н. А. Тринтіна, 2019

коли струм навантаження пропорційний до напруги генератора протягом будь-якого інтервалу часу, що є умовою оптимального передавання електроенергії від генератора до навантаження, мінімізуючи втрати електроенергії.

Одним із основних показників системи гарантованого електропостачання (СГЕ) є рівень ЕМС, який зумовлює техніко-економічні показники, впливи на інші системи та навколишнє середовище [2].

Рівень ЕМС визначається переліком таких вимог до окремих елементів СГЕ: задано якість $u(t)$ і $i(t)$; задано якість напруги на вході; відсутність чи задано мінімальний рівень впливу електромагнітних процесів електричних джерел на перебіг під час навантаження; задано мінімальний рівень впливу елементів системи один на одного; задано мінімальний рівень впливу на навколишнє середовище. Визначення умов існування ЕМС, оцінювання величин електромагнітних завад (ЕМЗ) та можливість забезпечення ЕМС дають змогу сформулювати подальші заходи щодо вимірювання ЕМЗ і ЕМС, а також шляхи їх поліпшення.

Моделі для оцінювання ЕМС в ЦОД мають ураховувати такі типи завад: стрибок струму і напруги; наявність резонансів та їх параметри; перетікання енергії між елементами СГЕ; кінцеві зміни сигналів.

Вплив силових елементів СГЕ на ЕМС оцінюється здебільшого в цілому. Оцінювання реакції електромережі здійснюється за такими параметрами: коливання напруги, збільшення напруги понад припустиму, яка має перехідний характер, гармонічні коливання та гармоніки, несиметрія напруги.

Аналізуючи ЕМС у СГЕ, потрібно також враховувати ЕМЗ, які поділяються за своїм характером на короткотермінові та довготермінові.

Збільшення рівня завад, що поширюються від джерела до навантаження, спостерігається здебільшого по електромережах СГЕ, при наведенні напруги в інформаційних лініях ЦОД поля джерела через електромагнітний зв'язок. У скловолоконних інформаційних лініях ЦОД завади через електромагнітний зв'язок повністю відсутні. У

разі появи несиметричної ЕМЗ у жилах електричного кабелю на жилах сусіднього неекранованого кабелю може бути наведена значна напруга. Зменшення наведеної напруги можна забезпечити заземленим екрануванням кабелів, причому через екран не повинні протікати робочі струми. Водночас необхідно враховувати протікання наведеного струму по екрану та електричні параметри між екраном і внутрішніми жилами, що гарантуватиме ефективність екранування.

Висновки

◆ Поліпшення ЕМС у ЦОД досягається технічними й організаційними методами шляхом централізованого пригнічення ЕМЗ у системі, підвищення захищеності чутливих навантажень від ЕМЗ та пригнічення ЕМЗ безпосередньо біля джерел завад.

◆ У разі поширення завад по елементах електромережі СГЕ зниження рівнів цих завад досягається відповідною побудовою структури СГЕ, використанням окремого живлення навантажень за допомогою перетворювального обладнання, особливих вимог до кабелів.

◆ Захист складових ЦОД від завад передбачає різні методи захисту по колах живлення, ланцюгам передавання інформації шляхами використання нелінійних елементів, екранування фільтрів, трансформаторів, гальванічної розв'язки пристроїв приймання та оброблення цифрової інформації, а також пристроїв симетрування ліній передавання інформації.

Список використаної літератури

1. Балкаров М. А. *Инженерные системы ЦОД*. Издательский Дом «Авант-прим», 2014. 508 с.
2. *Національний стандарт України «Системи гарантованого електропостачання. Агрегати безперебійного живлення. Частина 3. Загальні технічні вимоги. Методи випробовування. ДСТУ ІЕС 62040-3: 2004»*. К.: Держспоживстандарт України, 2006.
3. *ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах общего назначения*.

Рецензент: доктор техн. наук, професор, **В. Ф. Заїка**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

П. В. Афанасьев, М. П. Трёмбовецкий, В. Н. Бондаренко, Н. А. Тринтина

БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ПИТАНИЕ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Рассмотрено повышение надежности работы источников бесперебойного питания центров обработки данных. Обоснована потребность в новых подходах к созданию и совершенствованию структур и законов функционирования различных типов преобразователей электрической энергии, входящих в состав источников бесперебойного питания. Предложены методы борьбы с помехами: построением структуры системы гарантированного электроснабжения, использованием отдельного питания нагрузок с помощью преобразовательного оборудования и особых требований к кабелям. Сформулированы методы защиты составляющих центров обработки данных.

Ключевые слова: бесперебойное питание; центр обработки данных; энергоэффективность; электромагнитная совместимость; системы гарантированного электроснабжения.

P. V. Afanasiev, M. P. Trembovetskyi, V. M. Bondarenko, N. A. Trintina

TROUBLE-FREE POWER SUPPLY OF CENTERS OF PROCESSING DATA

The increase of reliability of the work of sources of a trouble-free feed is considered in the article. New requirements for building up the structure of the structures and laws of different types of re-creation of electrical energy, which contain the warehouse of emergency living space. Described questions for providing of electromagnetic compatibility that first of all determines ability of equipment of DPCS to function normally in an electromagnetic environment, not creating electromagnetic obstacles for other equipment. Rapprochement of two directions is marked: increase of energy efficiency and electromagnetic compatibility in an electroenergy. Certain requirements that is laid on to the separate elements of the system of the assured power supply. Presented estimation of reaction of the electric system on such parameters: oscillation of tension, increase of tension above possible, that has transitional character, harmonic vibrations and accordions, unsymmetry of tension. Attention becomes sharp on the analysis of electromagnetic compatibility in the system of the assured power supply, that is divided by the nature on short-term and long-term. The described advantages of optical fibre of informative lines of centers processing of data, in that obstacles through electromagnetic connection are fully absent, above the electric systems of the system of the assured power supply.

The methods of improvement of electromagnetic compatibility offer for DPCS by centralized suppression of electromagnetic obstacles in the system, by increasing of security of the sensible loading from electromagnetic obstacles and suppression of electromagnetic obstacles directly near the sources of obstacles. Offer methods of fight against obstacles: by the construction of structure of the system of the assured power supply, by the use of separate feed of loading by means of converting equipment and special requirements to the cables. Offer methods of defence of component DPCS: for to the circles of feed, chains of information transfer, by the ways of the use of nonlinear elements, screening of filters, transformers, galvanic upshot of devices of acceptance and treatment of digital information, and also devices of line balancing of information.

Keywords: trouble-free feed; DPC; energy efficiency; electromagnetic compatibility; systems of the assured power supply. 
