

Рощенко О.М.

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИБОРУ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ

У статті досліджено принцип підвищення продуктивності роботи електронного пристрою за рахунок застосування модульної системи. Сформовано основний склад модульних керуючих систем для двох електронних систем: енергетичної та інформаційної. Підкреслено, що кожна модульна система базується на основних модулях, які взаємодіють між собою. Виділено три напрямки формування базових модулів: базові модулі (один або кілька), що забезпечують електроживлення системи, відносяться до категорії джерел і є, як правило, обов'язковими елементами модульної системи; базові модулі (один або кілька), які забезпечують функції управління (в разі потреби такої), зрозуміло, відносяться до категорії управління і є не завжди обов'язковими елементами модульної системи; базові модулі, що виконують роль виходу системи для виведення енергії або інформації, відносяться до категорії споживачів (передавачів) і є обов'язковими елементами будь-якої системи. Обґрунтовано та схематично підтверджено реалізацію взаємодії між загальним інтерфейсом та інтерфейсом модульної системи на базі електронних пристроїв. Зазначається, що передача даних здійснюється через інтелектуальну транспортну шину даних. Розроблено модульну електронну систему на прикладі навігаційної системи автомобільного транспорту, здатну керуватися людською мовою, що є актуальним в умовах сьогодення. Розроблена система є модульною, дає можливість змінювати та додавати нові елементи без шкоди для роботи. Наведено схематично структуру розробленої модульної системи та описано всі її складові частини. Також обґрунтовано напрямки взаємодії та модернізації. Наголошено, що модульна структура дозволяє максимально розширити можливість дослідження електронних пристроїв, підвищити їх продуктивність та сформуванню дієвий взаємозв'язок.

Ключові слова: продуктивність, електронний пристрій, модульна система, управління, програмне забезпечення, вдосконалення, обладнання.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток технологій за останні кілька десятиліть справив великий вплив на сучасні електронні пристрої. Напрямки застосування електронних пристроїв мають широкий спектр, до якого можна віднести цифрові радіоприймачі, прилади GPS, комп'ютери, радары, ліхтарі, сирени і т.д. Модульна система реалізації електронного пристрою дозволяє використовувати пристрої, які легко інтегруються на мобільні засоби, наприклад автомобілі. Інтеграція потрібна за трьома напрямками. По-перше, пристрої повинні бути фізично підключені до системи. Це означає, що їх обладнання має взаємодіяти з авто і, можливо, з іншими пристроями транспортного засобу. Далі, електронні пристрої можуть вимагати програмного управління, або вони можуть мати вхідні і вихідні сигнали, які можуть управлятися програмним забезпеченням. Програмне забезпечення для електронного пристрою може працювати на центральному комп'ютері, і йому, можливо, доведеться взаємодіяти з програмним забезпеченням, керуючим іншими пристроями. Нарешті,

необхідно встановити інтерфейси пристроїв. Це необхідно робити з урахуванням вимог ергономіки. Одна з проблем, з якою стикаються користувачі, полягає в тому, що електронні пристрої, які вони встановлюють на транспортні засоби, в даний час не будуються з урахуванням інтеграції. Цю загальну проблему можна розділити на три взаємопов'язані підзадачі, які тісно пов'язані зі згаданими вище областями інтеграції: пристрої несумісні з обладнанням. Пристрої не побудовані з використанням стандарту для апаратних з'єднань. Деякими пристроями можна керувати тільки за допомогою кнопок. Інші мають складні апаратні інтерфейси (наприклад, послідовні або паралельні шини), які дозволяють користувачеві вводити і виводити дані. Деякі забезпечують зворотний зв'язок з користувачем через світлодіоди, інші використовують вбудовані дисплеї. У результаті для інтеграції пристроїв потрібне створення призначених для користувача апаратних інтерфейсів; пристрої несумісні з програмним забезпеченням. Як тільки проблема сумісності обладнання буде вирішена, електронними пристроями

можна буде керувати за допомогою програмного забезпечення, запущеного на комп'ютері. Однак не існує стандарту програмного забезпечення, що дозволяє писати програми для пристроїв, призначених для ринку автомобільних засобів. Це означає, що комп'ютерне управління пристроями, а також будь-яка взаємодія між пристроями повинна вирішуватися в індивідуальному порядку; кожен пристрій має власний користувальницький інтерфейс. Оскільки пристрої несумісні з апаратним або програмним забезпеченням, кожному з них потрібен власний користувальницький інтерфейс. Це призводить до безлічі індивідуальних інтерфейсів на базі встановлення. Основна проблема з великою кількістю інтерфейсів полягає в тому, що взаємодія з ними відволікає користувача, особливо, якщо це водій.

Безсумнівно, використання пристроїв само по собі дає когнітивне навантаження. Однак це когнітивне навантаження збільшується через розкид призначених для користувача інтерфейсів по авто. Додаткова проблема полягає в тому, що більшість інтерфейсів покладаються майже виключно на перемикачі або кнопки для введення від користувача і світлодіоди або дисплеї для виведення інформації користувачеві, що відволікає увагу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Модульна структура як інформаційних так і енергетичних систем на сьогодні є актуальним напрямком для проведення досліджень. Науковці формують уявлення щодо законів становлення модульної структури, їх принципів та основних складових. Застосування модульної структури розглядається у різних сферах, починаючи з промислових ліній та закінчуючи мобільними системами. Так, створення електронної системи моніторингу та управління в системі електропостачання локального об'єкту для досягнення ефективного співвідношення між генерацією та споживанням електричної енергії дослідили О.П. Кравченко, Е.Г. Манойлов, О.Г. Бабич, Я.С. Малий [1]. Авторами сформовано перелік необхідних законів успішної реалізації модульної системи. Визначено обов'язкові складові частини.

Є.В. Вербицький та А.В. Гарницький [2] визначили вимоги, яким мають відповідати двонаправлені перетворювачі електроенергії: широкий діапазон параметрів вхідної напруги, корекція коефіцієнта потужності вхідного струму, відбирання максимальної потужності від відновлювальних джерел енергії, висока енергетична ефективність. Авторами обґрунтована топологія двонаправленого ізолюваного перетворювача із двома актив-

ними мостами. Сформовано заходи по створенню модульної енергетичної системи.

Д.І. Кузнєцов [3] розробив інформаційну систему для визначення поточного стану та ідентифікації будь-якого енергетичного обладнання, головним елементом якого є асинхронний двигун, зокрема визначення несправностей та підвищеного енергоспоживання в енергетичних мережах типу Smart Grid. Науковець представив модель модульної інформаційної кіберфізичної системи із застосуванням Smart Box пристрою для ранньої технічної діагностики електрообладнання та його інформаційні потоки.

Принципи формування модульної структури електронного пристрою на прикладі MicroGrid навели Ю.С. Ямненко, А.В. Моргун та О.М. Комаревич [4]. У статті наведено модульну структуру та показано взаємозв'язки між модулями програмного забезпечення. Для кожного з основних модулів наведено опис та функціональне призначення. Окрему увагу приділено модулю представлення структури MicroGrid за допомогою математичного апарату структурних чисел.

Із зарубіжних авторів варто відзначити такі роботи, як: Morkun, V., Tron, V., Goncharov, S. [5], Korel, B.T.; Koo, S.G. [6], RuEmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. [7], Breunig M., Kriegel H.-P., T. Ng R., Sander J. [8], Deutschmann B., Auinger B., Winkler G. [9], C. Wen, Z. Liu, Z. Li [10], Park Hyung-Min, Jin Hyun-Bae, Kang Jin-Ku [11], Monika Jain [12], Parzen, E. [13], Ivette S. [14] та інші.

У сучасній літературі не розглянуто питання принципу підвищення продуктивності роботи електронного пристрою. Основна увага науковців присвячена питанню вдосконалення роботи електронного пристрою на базі реальної системи, не враховуючи модульну складову частину, саме тому питання підвищення продуктивності роботи електронного пристрою за рахунок застосування модульної системи є актуальним та потребує детального опрацювання.

Постановка завдання. Мета статті – дослідити принцип підвищення продуктивності роботи електронного пристрою за рахунок застосування модульної системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Завдання модульної системи – вирішити проблему інтеграції електронних пристроїв для підвищення продуктивності. Із точки зору складання системи проект спрямований на створення модульної системи, яка легко встановлюється, модифікується, розширюється, перевіряється і ремонтується.

Із точки зору користувача, мета проекту – створити систему зі стандартним і безпечним для користувача інтерфейсом, яка дозволить керувати електронним пристроєм. Перелік мінімально необхідних складових частин для створення модульної системи наведено в таблиці 1.

Кожна модульна система базується на основних модулях, які взаємодіють між собою. Базові модулі електронної системи можна розділити на три основні категорії:

1) базові модулі (один або кілька), що забезпечують електроживлення системи, відносяться до категорії джерел і є, як правило, обов'язковими елементами модульної системи;

2) базові модулі (один або кілька), які забезпечують функції управління (в разі потреби такої), зрозуміло, відносяться до категорії управління і є не завжди обов'язковими елементами модульної системи;

3) базові модулі, що виконують роль виходу системи для виведення енергії або інформації, відносяться до категорії споживачів (передавачів) і є обов'язковими елементами будь-якої системи.

Реалізація модульної системи можлива за рахунок використання стандартів апаратних та програмних засобів. У випадку коли електронні пристрої побудовані з використанням цих стандартів, їх можна включити в мобільну систему з мінімальними зусиллями по інтеграції.

Наведемо принцип формування та застосування модульної електронної системи на прикладі навігаційного приладу авто Модульна система реалізує апаратну інтеграцію за допомогою інтелектуальної транспортної системи передачі даних (ІТСПД). Стандарт ІТСПД передбачає як апаратні компоненти, так і протокол, необхідний для виконання завдань управління та обміну інформацією між всіма складовими бази встановлення [8].

Загальний інтерфейс дозволяє передавати повідомлення ІТСПД на пристрій обслуговування,

а відповіді з пристрою розміщувати на ІТСПД. Низка пристроїв, призначених для автомобілів, не можуть підключитися до ІТСПД, однак більшість із них мають послідовні та / або паралельні входи та виходи. Тому модульна система передбачає вбудований пристрій, який може послідовно та паралельно взаємодіяти з електронними пристроями та може взаємодіяти з ІТСПД. За допомогою цього пристрою повідомлення з ІТСПД можуть бути переказані та надіслані на підключений пристрій, а відповіді з цього пристрою можна помістити на ІТСПД, як показано на рисунку 1.

Загальний інтерфейс ІТСПД діє на протоколі Control Area Network (CAN) як методі передачі даних на ІТСПД. Протокол CAN, розроблений Robert Bosch GmbH, використовує диференціальну сигналізацію.

Як засіб підключення додаткових пристроїв до ІТСПД інтерфейс має два варіанти. Перший тип запропонованого з'єднання – це послідовний порт, який використовує стандартну шину RS-232. Другий тип підключення – це порт, який пропонує п'ять паралельних сигналів рівня TTL, які можна використовувати для різноманітних програм, включаючи комутацію. Потік даних між додатковим пристроєм та ІТСПД обробляється мікроконтролером. Під час ініціалізації мікроконтролер встановлює унікальну адресу ІТСПД пристрою та встановлює послідовний та / або паралельний зв'язок із пристроєм.

Архітектура розроблена з урахуванням двох цілей. По-перше, створити відкриту та модульну архітектуру, яка б дозволяла додавати та обмінювати компоненти. Така система дозволить легко додавати програмні компоненти для управління новим обладнанням. Це також дозволить модернізувати існуючі програмні компоненти в міру появи більш досконалих. По-друге, створити таку архітектуру програмного забезпечення, щоб людську мову можна було легко використовувати як користувальницький інтерфейс для всіх програм.

Таблиця 1

Основний склад модульних керуючих систем

Найменування електронної системи	Засоби вилучення	Засоби управління	Внутрішньо системні зв'язки	Джерела застосування
Енергетична	Джерело енергії	Перетворювач енергії, що управляється	Канал отримання енергії	Споживач енергії
	Приймач енергії		Канал видачі енергії	Передавач енергії
Інформаційна	Джерело інформації	Обробник інформації, що управляється	Канал отримання інформації	Споживач інформації
	Приймач інформації		Канал видачі інформації	Передавач інформації

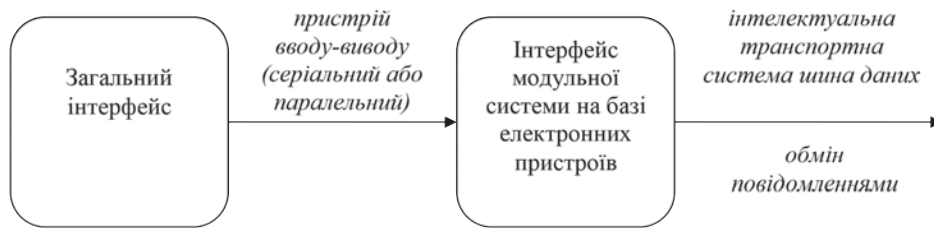


Рис. 1. Схема дії інтелектуальної транспортної системи передачі даних



Рис. 2. Архітектура програмної системи

На рисунку 2 представлений детальний вигляд програмної системи реалізації модульної системи об'єднання електронних пристроїв. У центрі системи – менеджер додатків. Менеджер надсилає контрольні повідомлення окремим програмам. Програми керують окремими функціями бази встановлення (наприклад, одна програма керує світловою панеллю, а інша – радіолокаційним блоком). Додатки взаємодіють з трьома модулями в системі. Перший – координатор повідомлень. Цей модуль отримує повідомлення про стан від програм. Ці повідомлення пересилаються менеджеру. Другий модуль – координатор реєстрації. Цей модуль забезпечує централізовані засоби для всіх додатків реєструвати події та помилки. Нарешті, координатор виводу мови відповідає за впорядкований вивід мовних повідомлень користувачеві.

Будь-яка система повинна прагнути до максимально швидкого проходження через неї якомога більшого обсягу інформації. Для ефективного функ-

ціонування системи потрібно повне узгодження роботи всіх її частин по проходженню потоку інформації. При цьому використовуються різні методи ритмічності або синхронізації, що забезпечують безперешкодне породження потоків інформації в елементах системи і через систему в цілому. При послідовній обробці інформації – послідовному способі рішення – доцільний динамічний режим почергового опитування функціональних модулів.

В умовах, коли неможливе послідовне опитування функціональних модулів системи або виявлена недостатня пропускна здатність її ядра, формується збільшення каналів обробки в модулі ядра, а при досягненні межі кількості каналів в модулі ядра, то в разі його перевантаження проводиться паралельне нарощування кількості модулів ядра. У цьому випадку відбувається перехід до паралельного методу рішення.

На базі модульних систем існує безліч методів синхронізації процесів, що відбуваються і потоків

регулювання, що протікають, також як критеріїв їх налаштування і видів їх контролю, але завдання тут одне – проходження через систему інформації без втрат та максимальне підвищення продуктивності роботи.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У роботі розкрито принцип підвищення продуктивності роботи електронного пристрою за рахунок застосування модульної системи.

Представлена модульна масштабована система електронних пристроїв на базі автомобілю легко встановлюється, модифікується, розширюється,

перевіряється та ремонтується. Система використовує стандартний мовний інтерфейс користувача, який є безпечним, оскільки дозволяє вільно користуватися пристроями в автомобілі. Модульна структура дозволяє максимально розширити можливість дослідження електронних пристроїв, підвищити їх продуктивність та сформувані дієвий взаємозв'язок.

Перспективи подальших досліджень ґрунтуються на модельній розробці модульного електронного пристрою для керування безпілотним літальним апаратом.

Список літератури:

1. Засоби забезпечення оптимального функціонування електричної системи локального об'єкту / О.П. Кравченко, Е.Г. Манойлов, Г.О. Бабич, Я.С. Малий. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки*. 2020. № 4(148). С. 59–66.
2. Вербицький С.В., Гарницький А.В. Модульний зарядний пристрій акумулятора електромобіля з двостороннім передаванням енергії. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях : зб. наук. пр. = Bulletin of the National Technical University «KhPI». Ser. : New solutions in modern technology : col. of sci. papers*. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. № 4(6). С. 22–27.
3. Кузнєцов Д.І. Інформаційна система визначення поточного стану електрообладнання для Smart Grid мереж. *Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць*. Кривий Ріг, 2019. Вип. 49. С. 30–36. DOI: 10.31721/2306-5451-2019-1-49-30-36.
4. Ямненко Ю.С., Моргун А.В., Комаревич О.М., Програмне забезпечення для макромодельовання системи керування MicroGrid. *Electronics and communications*. 2016. Т. 21, № 6. С. 61–66.
5. Morkun V., Tron V., Goncharov S. Automation of the ore varieties recognition process in the technological process streams based on the dynamic effects of high-energy ultrasound. *Metallurgical and Mining Industry*, 2015. № 2. P. 31–34.
6. Korel B.T., Koo S.G. Addressing context awareness techniques in body sensor networks. In Proceedings of the 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW '07), Niagara Falls (ON, Canada, 21–23 May 2007). 2007. Vol. 2. P. 798–803.
7. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries / M. Rüßmann, et al. Boston Consulting Group. 2015. Vol. 9. No. 1. С. 54–89.
8. Breunig M., Kriegel H.-P., T. Ng R., Sander J. LOF: Identifying Density-Based Local Outliers. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*. ACM Press. P. 93–104.
9. Deutschmann B., Auinger B., Winkler G. *Proceedings of the 2017 11th International Workshop on the Electromagnetic Compatibility of Integrated Circuits (EMCCompo)* (July 4-8, 2017, St. Petersburg, Russia). Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI». 2017. No. 7998078. P. 39–44.
10. Wen C., Liu Z., Li Z. Droop Control of Parallel Dual-Mode Inverters Used in Microgrid. *International Conference on Power Electronics and Energy Engineering*. 2015. URL : http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=2481 (Last accessed: 17.03.2021).
11. Park H. M., Jin H. B., Kang J. K. SSCG with Hershey-Kiss modulation profile using Dual Sigma-Delta modulators. *IEICE Electronics Express*. 2010. Vol. 7. No. 18. P. 1349–1353.
12. Analysis of a microgrid under transient conditions using voltage and frequency controller / M. Jain, et al. *Advances in Power Electronics*. 2012. Vol. 2012. P. 18.
13. Parzen E. On estimation of a probability density function and mode. *The annals of mathematical statistics*. 1962. Vol. 33. No. 3. P. 1065–1076. doi:10.1214/aoms/1177704472. JSTOR 2237880.
14. Ivette S. Enabling Energy Reliability and Security – Opportunities in Campus. *Commercial & Industrial Communities*. 2012. P. 19.

Roschenko O.M. IMPROVING THE PRODUCTIVITY OF THE ELECTRONIC DEVICE THROUGH THE USE OF A MODULAR SYSTEM

The article investigates the principle of increasing the productivity of an electronic device through the use of a modular system. The basic structure of modular control systems for two electronic systems is formed: power and information. It is emphasized that each modular system is based on the main modules that interact

with each other. There are three directions of formation of basic modules: basic modules (one or more) that provide power to the system, belong to the category of sources and are, as a rule, mandatory elements of the modular system; basic modules (one or more) that provide control functions (if necessary), of course, belong to the category of control and are not always mandatory elements of the modular system; basic modules that act as a system output for energy or information output belong to the category of consumers (transmitters) and are mandatory elements of any system. The implementation of the interaction between the common interface and the interface of the modular system based on electronic devices is substantiated and schematically confirmed. It is noted that the data transmission is carried out through the intelligent data bus. A modular electronic system has been developed on the example of a road transport navigation system capable of being controlled by human language, which is relevant in today's conditions. The developed system is modular, allows you to change and add new elements without compromising performance. The structure of the developed modular system is given schematically and all its components are described. The directions of interaction and modernization are also substantiated. It is emphasized that the modular structure allows to maximize the possibility of researching electronic devices, increase their productivity and form an effective relationship.

Key words: *performance, electronic device, modular system, control, software, improvement, equipment.*