

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ВЕНДІНГОВИХ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ АДАПТИВНОЇ КОМУТАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ

Abstract. The article investigates power consumption optimization methods of cyberphysical vending systems. Proposed the use of adaptive power supplies switching method to reduce power consumption. The efficiency of this method on the example of water vending machines investigated.

Вступ

Вендинговий автомат давно став звичним інструментом для надання послуг чи реалізації товарів. Власники вендингових автоматів стараються якомога більше розширити свою мережу, але кожен автомат це не лише прибуток, а й витрати на обслуговування, електроенергію. Тому оптимізація енергоспоживання є одним з основних чинників при виборі автомату власником мережі.

Постановка задачі

Розглянемо структуру та алгоритм роботи вендингового автомату (ВА), наведену в [1]. ВА містить в собі компоненти які постійно виконують свою функцію та компоненти, які потрібні лише у визначений проміжок часу. До постійно працюючих можемо віднести лише мікроконтролер, а всі інші компоненти потрібні лише у випадку взаємодії ВА з зовнішнім середовищем. Опираючись на методи оптимізації та перелік компонентів ВА наведених у [2] було досягнуто певної оптимізації енергоспоживання за рахунок підбору більш ефективних компонентів та використання оптимізованих засобів розробки, але не враховано увімкнення чи вимкнення компонентів, які не потрібні у даний момент.

Виходячи з вищесказаного бачимо, що є потреба у створенні методу, що дозволяє вимикати непотрібні компоненти, не порушуючи загального алгоритму роботи ВА та не створюючи додаткових незручностей споживачу товарів/послуг.

Варіанти рішень поставленої задачі

Оскільки ВА при роботі взаємодіє з людиною, то доцільно обирати такі методи та засоби, що включають в собі аналіз присутності людини в полі роботи з даним ВА. До таких засобів відносяться сенсори інфрачервоного випромінювання чи ультразвукові сенсори об'єму. Загалом алгоритм роботи такого методу полягає у відключенні живлення всіх вузлів ВА крім плати керування при відсутності людини в полі зору сенсора присутності. Тобто при наближенні людини до ВА сенсор подає сигнал присутності людини на

плату керування, а та, в свою чергу, вмикає живлення всіх інших компонентів ВА. Після завершення людиною роботи з ВА та виході з поля зору сенсору присутності, плата керування вимикає живлення компонентів ВА. Такий метод дозволить знизити енергоспоживання. Але, з врахуванням особливостей деяких вузлів ВА наведених у [2], даний метод призведе до збільшення енергоспоживання у моменти пікового навантаження на ВА. Це пов'язано з процедурами самодіагностики купюрприймача чи монетоприймача після увімкнення живлення, особливості роботи лампи у стерилізаторі. Процедура самодіагностики полягає у тестовому увімкненні всіх рухомих частин даних пристроїв, що за споживанням енергії еквівалентно 1.5 хвилиною очікування, ультрафіолетова лампа у стерилізаторі є газорозрядною лампою, для запуску якої необхідні значні витрати енергії при нагріві середовища лампи. У зв'язку з наведеними недоліками даного методу, запропоновано метод адаптивної комутації живлення.

Даний метод відрізняється від попереднього тим, що при прийнятті рішення про вимкнення вузлів ВА, керуюча плата аналізує статистичні дані імовірностей продажу у даний період часу, і, якщо енергоспоживання за прогнозований інтервал купівлі буде менше ніж енергоспоживання, необхідне для запуску вузлів ВА, вимкнення вузлів не відбудеться. Таким чином вирішується питання додаткового збільшення енергоспоживання за рахунок недоцільного вимкнення та увімкнення вузлів ВА. Накопичення та аналіз статистичної інформації відбувається у системі моніторингу ВА, яка збирає та зберігає всі дані про роботу ВА. Далі система моніторингу на початку кожного дня проводить аналіз даних за 4 попередні аналогічні періоди часу (з врахуванням конкретного дня тижня, пори року, також можлива кореляція отриманих даних згідно з календарем релігійних та державних свят, оскільки ці події можуть суттєво впливати на статистику продажів у даний період чи період що передує святу) для кожного ВА. Після отримання даних в розрізі години, ці дані надсилаються кожному ВА на початку доби, і ВА змінює інтервали комутації живлення, опираючись на дані, отримані від системи моніторингу. Таким чином можливо уникнути перевитрат енергії на зайві відключення з урахуванням прогнозів продажу на поточну годину.

Алгоритм розрахунку імовірної кількості покупців

Даний алгоритм призначений для отримання імовірної кількості покупців за годину у розрахунковий період на основі даних продажу попередніх періодів, календарів святкових та нерегулярних вихідних днів та прогнозу погоди. Працює алгоритм наступним чином:

1. Визначити день тижня dOW розрахункового періоду, оскільки всі коливання продажу пов'язані з робочим графіком основної маси населення.
2. Отримати прогноз погоди на розрахунковий період, та визначити чи будуть опади та у який період дня.

3. Якщо опади будуть, обчислити відсоток падіння продажу $kWeather$ обравши один найближчий до розрахункового з опадами та три без опадів за аналогічний dOW . Якщо опадів не передбачається, то $kWeather=1$
4. Якщо розрахунковий період є святковий день, обчислити відсоток падіння $kDecrease$ продажу аналогічно до п.3, даного алгоритму, обравши попередній аналогічний святковий день. В іншому випадку $kDecrease=1$.
5. Визначити чи розрахунковий період передує одному з великих церковних чи державних свят – у такі дні відбувається різке зростання продажів, якщо так розрахувати відсоток зростання продажу $kIncrease$ аналогічно до п.4 даного алгоритму. В іншому випадку $kIncrease=1$.
6. Отримати масив погодинних продажів кожного автомату $priorSell[box, hour]$ за попередні чотири dOW . Розрахувати нові значення розрахункового періоду $newSell[box, hour]$, використовуючи наступну залежність

$$newSell[box, hour] = priorSell[box, hour] * kWeather * kIncrease * kDecrease,$$
де box – номер автомату, $hour$ – година розрахункового періоду.
7. Використати масив $newSell[box, hour]$ для передачі даних в автомати.

В результаті виконання даного алгоритму кожен автомат отримає імовірності продажу, що базуються на даних продажу, специфічних для даного автомату, календарів вихідних та святкових днів та прогнозу погоди, оскільки ці всі параметри впливають на коливання продажів.

Обчислення енергоспоживання ВА

Опираючись на дані про споживання вузлів ВА, наведених у [2] та статистичні дані інтенсивності продажу, надані власником мережі ВА, а також беручи до уваги факт, що середній продаж води одному клієнту становить 6 літрів, значення енергоспоживання ВА без оптимізації з оптимізацією методом комутації живлення за допомогою давачем присутності та методом адаптивної комутації живлення представлені на рисунку 1. Проаналізувавши дані енергоспоживання, можемо прийти до висновку, що метод адаптивної комутації і метод комутації за давачем присутності дають однаковий вигравш до моменту, коли щільність покупців стає більшою за певне значення. Це значення залежить від часу, що потрібен одному покупцю на здійснення придбання товару та величини споживання комутуваних компонентів ВА у момент запуску до споживання цих же компонентів у момент простою. Згідно з даними у [2], запуск комутуваних компонентів еквівалентний 90 сек. очікування, тому метод адаптивної комутації починає бути більш ефективним ніж метод комутації за давачем при очікуваному інтервалі меншому за 190 секунд. Обчислені значення енергоспоживання в залежності від кількості покупців за годину наведені на рис. 2.

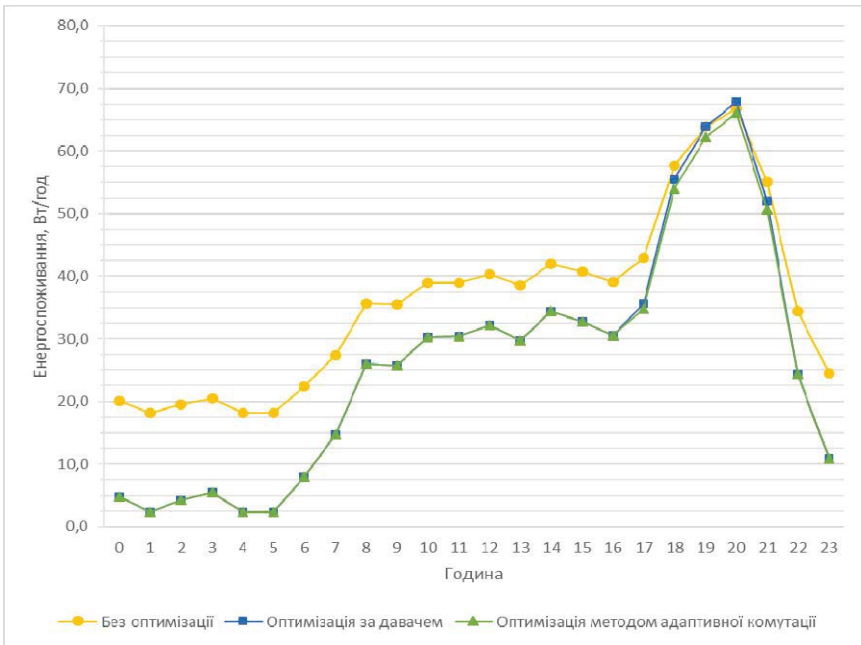


Рис. 1. Графік енергоспоживання ВА

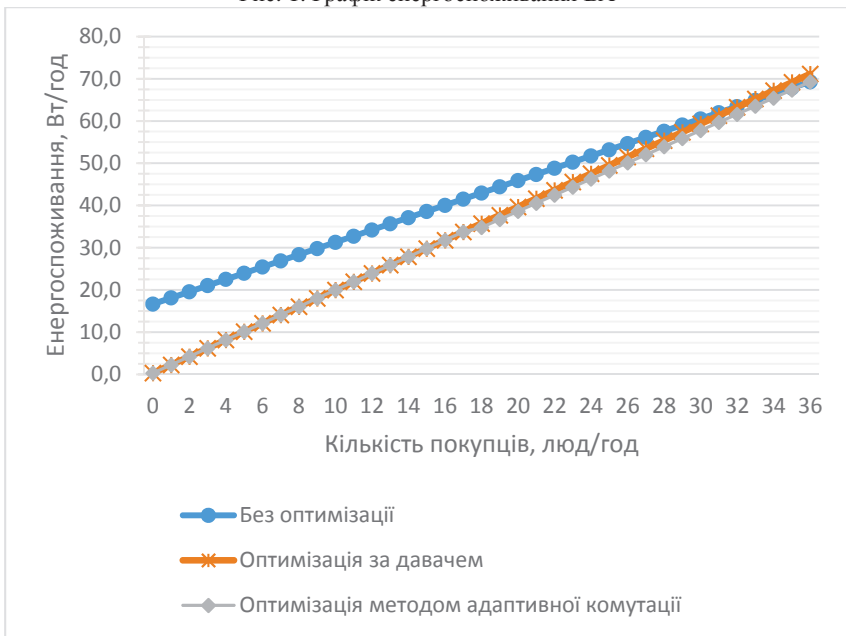


Рис 2. Залежність енергоспоживання ВА від кількості покупців за годину

Висновки

В даній статті було розглянуто питання оптимізації енергоспоживання ВА кількома методами. Один метод передбачає використання комутації живлення вузлів ВА без аналізу додаткових даних, інший метод додатково аналізує очікувану інтенсивність реалізації у заданому проміжку часу. Для запровадження обох методів потрібна однакова апаратна модифікація ВА, але метод адаптивної комутації (з аналізом інтенсивності реалізації) дозволяє отримати додатковий вигреш у енергоспоживання лише за рахунок модифікації програмного забезпечення. Застосувавши цей метод у реальних умовах було отримано 27% економії завдяки методу комутації живлення за давачем руху і додатково 1,2% завдяки методу адаптивної комутації живлення. Тобто, зробивши лише модифікацію програмного забезпечення ВА, було отримано додаткову економію енергоспоживання автомату.

1. *Donald W. Howell*. Vending mashine monitoring system.[електронний ресурс] // Режим доступу: <http://patent.ipexl.com>.
2. *James H. Halseg*. Vending apparatus and method having improved reliability. [електронний ресурс]//Режим доступу: <http://patent.ipexl.com>.
3. *Dana Bashor*. Field configurable vending mashine system. [електронний ресурс]//Режим доступу: <http://patent.ipexl.com>.
4. *Сало А.М., Кравець О.І.* Реалізація вендингових автоматів на базі мікроконтролерів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» №806, стор. 240-246.
5. *Сало А.М., Кравець О.І.* Методи та засоби оптимізації енергоспоживання вендингових автоматів Вісник Національного університету «Львівська політехніка» №830, стор. 141-144.
6. *M. Deru, P.Torcellini, K. Bottom, and R. Ault* Analysis of NREL Cold-Drink Vending Machines for Energy Savings [електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.nrel.gov/docs/fy03osti/34008.pdf>

Поступила 25.09.2017р.

УДК 616

Н.К. Лиса, к.т.н., НУ „ЛП„

СИСТЕМОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕГРОВАНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ

Анотація. В статті розглянуто системні аспекти створення інформаційних технологій для інтегрованого моніторингу техногенного середовища енергоактивних виробництв.

Ключові слова: інформація, система, дані, управління.

Abstract. In the article the system aspects of information technology for integrated monitoring of anthropogenic environment of energoaktivnih productions.