

СЕНСОР СТРУМУ ЯК ЗАСІБ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядаються методи моніторингу електроспоживання з використанням сенсорів струму. Проведено аналіз особливостей роботи сенсора струму ACS712 у конфігурації 20А, досліджено його інтеграцію з мікроконтролером Arduino UNO для створення інформаційно-вимірювальної системи. Представлено результати експериментальних досліджень точності вимірювань та можливості практичного застосування для моніторингу електричних приладів.

Ключові слова: сенсор струму, ACS712, моніторинг електроспоживання, Arduino UNO, інформаційно-вимірювальна система, енергоефективність, моніторинг.

Abstract

The paper examines methods of electricity consumption monitoring using current sensors. The analysis of the ACS712 current sensor operation features in 20A configuration is conducted, its integration with the Arduino UNO microcontroller for creating an information-measuring system is investigated. The results of experimental studies of measurement accuracy and possibilities of practical application for electrical appliances monitoring are presented.

Keywords: current sensor, ACS712, electricity consumption monitoring, Arduino UNO, information-measuring system, energy efficiency, monitoring.

Вступ

Вимірювання електроспоживання є актуальним завданням у сучасних умовах, особливо з огляду на необхідність оптимізації використання енергетичних ресурсів. У період воєнного стану в Україні питання енергоефективності набуває критичного значення через обмеженість електроенергії та часті перебої в електропостачанні. Моніторинг струму споживання електроприладів дозволяє оцінити їхню ефективність, виявити надмірне споживання та розробити стратегії економії. Системи моніторингу електроспоживання сприяють не лише економії ресурсів, але й підвищенню безпеки шляхом виявлення аномалій, таких як перевантаження чи коротке замикання.

Ефективний моніторинг електроспоживання дозволяє:

- Виявляти енергоємні прилади та оптимізувати їх роботу
- Контролювати загальне споживання електроенергії в реальному часі
- Планувати електричні навантаження з урахуванням обмежень енергосистеми
- Забезпечувати раннє виявлення несправностей електричного обладнання

Сенсори струму є ключовими компонентами систем моніторингу електроспоживання, оскільки вони забезпечують точне вимірювання поточного споживання електричних приладів без втручання в їх роботу [1].

Метою роботи є аналіз можливостей сенсора ACS712 у системі моніторингу електроспоживання, розробка схеми підключення та оцінка результатів вимірювань.

Результати дослідження

Для реалізації інформаційно-вимірювальної системи використано сенсор струму ACS712 у конфігурації 20 А, який забезпечує високу точність вимірювань і простоту інтеграції з мікроконтролерами, зокрема Arduino Uno. Сенсор струму ACS712 є інтегральною мікросхемою, яка поєднує в собі прецизійний лінійний сенсор Холла з мідним провідником малого опору, та призначений для вимірювання змінного або постійного струму в діапазоні до 20 А при даній

конфігурації. Його вихідний сигнал є аналоговим і пропорційним до виміряного струму, що дозволяє легко обробляти дані за допомогою аналогових входів мікроконтролера.[2]

Основні технічні характеристики сенсора ACS712-20A:

- Діапазон вимірювання: ± 5 A
- Чутливість: 185 мВ/А
- Напруга живлення: 5 В
- Вихідна напруга при нульовому струмі: 2,5 В
- Точність: $\pm 1,5\%$ при 25°C
- Частотна характеристика: до 80 кГц
- Час відгуку: 5 мкс [3]

Принцип роботи сенсора базується на ефекті Холла. Струм, що протікає через мідний провідник, створює магнітне поле, яке реєструється сенсором Холла. Вихідна напруга сенсора лінійно залежить від величини струму.[4]

Для створення системи моніторингу було розроблено схему підключення (рис. 1) сенсора ACS712 до мікроконтролера Arduino UNO:

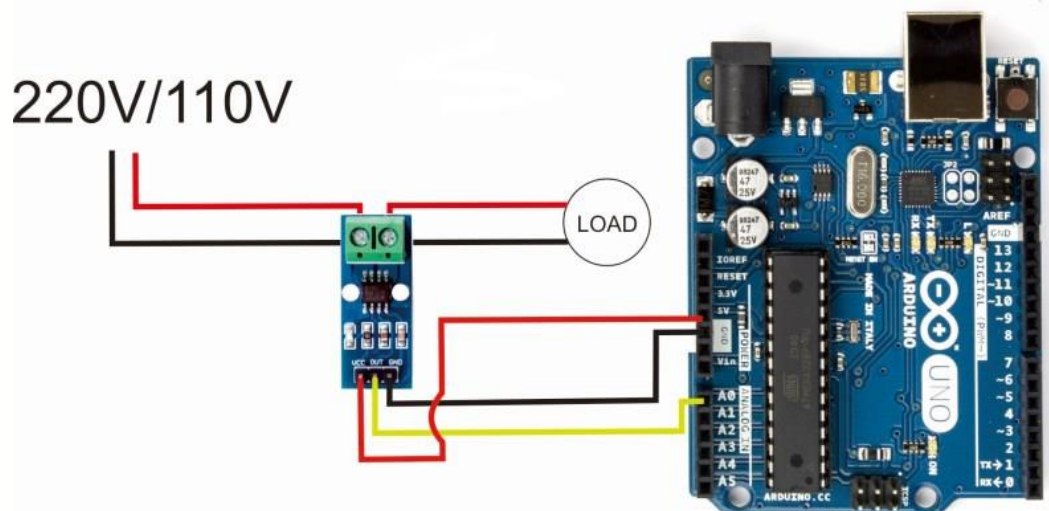


Рисунок 1 - Схема пристрою

Далі наведено код для обрахунку виміряного значення сенсором. [5,6]

Даний код виводить на послідовний монітор значення, отримані від сенсора:

```
#define VIN0 A0
const float VCC = 5.0;
const int model = 1;
float cutOffLimit = 1.12;
float sensitivity[] = {
    0.185,
    0.100,
    0.066
};

void setup() {
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    float voltage_raw_0 = analogRead(VIN0) * (5.0 / 1024.0);
    voltage_0 = voltage_raw_0 - QOV;
    float current_0 = voltage_0 / sensitivity[0];
```

```

current_0 = abs(current_0);
voltage_0 = abs(voltage_0);

if (current_0 > cutOffLimit) {
  Serial.print("V0: ");
  Serial.print(voltage_0, 2);
  Serial.print("V, I0: ");
  Serial.print(current_0, 2);
  Serial.println("A");
} else {
  Serial.println("V0:  V, I0:  A");
}

Serial.println(" ");
delay(1000);
}

```

Результати тестування:

- *Перше вимірювання*

V0: 1.04V, I0: 10.40A

- *Друге вимірювання*

V1: 1.01V, I1: 10.11A

У вигляді навантаження використовувався електрочайник, загальною потужністю більше 2кВатт. Згідно отриманих даних можна зробити висновок що використання сенсора ACS712 є доцільним у системах моніторингу електроспоживання. Дана система є досить простою, але в той же час вона є найдешевшою в реалізації.

Висновки

Розроблена інформаційно-вимірювальна система на основі сенсора ACS712 і Arduino Uno демонструє високу ефективність для моніторингу електроспоживання побутових приладів. Сенсор забезпечує точне вимірювання струму в реальному часі, а програмне забезпечення дозволяє легко обробляти та відображати дані. Система є економічно вигідною та простою в реалізації, що робить її доступною для використання в побуті та малих підприємствах.

У контексті воєнного стану в Україні такі системи можуть сприяти енергоефективності, дозволяючи користувачам оптимізувати споживання електроенергії та виявляти аномалії в роботі приладів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію системи з IoT-платформами, такими як Blynk, для віддаленого моніторингу через смартфон, а також на використання машинного навчання для прогнозування споживання електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Current Sensor ICs: Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor / Allegro MicroSystems // Technical Datasheet ACS712. – 2019. – Режим доступу: <https://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx> (дата звернення: 05.06.2025).
2. Monitoring and Control of Electric Power Using Internet of Things / IEEE Conference Publications // 2018 International Conference on Power Energy Systems and Applications. – 2018. – С. 87-92. (дата звернення: 05.06.2025).
3. Energy Monitoring Systems: Technologies and Applications / Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 267. – Р. 122-135. (дата звернення: 05.06.2025).

4. ACS712 Current Sensor Datasheet. Allegro MicroSystems, 2020. URL: <https://www.allegromicro.com/en/Products/Current-Sensor-ICs/ACS712> (дата звернення: 05.06.2025).
5. Arduino Uno Documentation. URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (дата звернення: 05.06.2025).
6. Energy Monitoring with Arduino. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/energy-monitoring> (дата звернення: 05.06.2025).

Будз Віталій Васильович – студентка групи КІВТ-22Б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vetal4120@gmail.com

Притула Максим Олександрович – кандидат технічних наук, старший викладач каф. ІРТС Вінницького національного технічного університету м. Вінниця, Україна, e-mail: pritulamo@ukr.net

Budz Vitaliy Vasylovych – student of the KIVT-21B group, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vetal4120@gmail.com

Prytula Maksym Oleksandrovyich - Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pritulamo@ukr.net