

ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

У статті аналізуються методи контролю та процес функціональної діагностики пристроїв обліку електричної енергії. Наведено задачі технічної діагностики електронного обладнання. Розглянуто особливості побудови та функціонування сучасних пристроїв обліку електричної енергії. Визначено низку необхідних досліджень щодо створення систем дистанційної діагностики для контролю надійності функціонування сучасного цифрового обладнання в реальному часі.

In the article the methods of process control and functional diagnostics devices of electric energy are analyzed. Tasks of technical diagnostics for electronic equipment are described. Aspects of construction and operation of modern devices of electric energy are considered. Define a circle of research, which is necessary for the establishment of remote diagnostics to monitor the reliability of modern digital equipment in real time.

Ключові слова: функціональна діагностика, повірка лічильника, автоматизація, дистанційна діагностика

1. Вступ

У наш час до однієї з найбільш важливих задач електроенергетики відноситься задача зменшення втрат енергоресурсів. Для підвищення точності обліку електричної енергії на етапах виробництва, розподілення і споживання здійснюється заміна індукційних лічильників на більш сучасні електронні.

Своєчасне виявлення несправностей та неправильного функціонування обладнання можливо при здійсненні регулярного контролю за його роботою в реальному часі.

2. Процес функціональної діагностики електронної техніки

Функціональна діагностика (контроль роботоздатності) проводиться в сертифікованих метрологічних установах (органом державної метрологічної служби або іншою уповноваженою організацією) шляхом їх повірки на спеціалізованих лабораторних установках в заздалегідь визначені терміни. Метою функціонального контролю приладів обліку електричної енергії є визначення відповідності характеристик засобів вимірювання (електролічильників) встановленим у нормативних документах значенням, що свідчать про придатність цих засобів до застосування.

Повірка приладів обліку енергії здійснюється шляхом визначення метрологічних характеристик на підставі експериментальних випро-

бувань та підтвердження їх відповідності встановленим обов'язковим вимогам.

Організація і порядок повірки засобів вимірювальної техніки в Україні регламентується нормативною документацією ДСТУ 8.259:2007 [1]. Повірка включає в себе низку процедур: демонтаж і доставку лічильника в спеціалізовану акредитовану службу, призначену для цих цілей лабораторію, сам процес випробувань на перевірному стенді і подальшого його повернення на місце використання. При перевірочних випробуваннях здійснюється ряд операцій, в результаті яких визначається стан приладу: справний, несправний - ремонтпридатний, несправний - ремонту не підлягає.

Перевірку здійснюють періодично через міжповірочний інтервал, який передбачає працездатність приладів протягом усього терміну між повірками [2]. Проте вплив як внутрішніх, так і зовнішніх факторів випадкового характеру може призвести до передчасної втрати функціональних властивостей приладів, що не гарантує належну працездатність приладів на протязі певного часу.

Бурхливий розвиток телекомунікаційних технологій, інтегрованих автоматизованих систем управління відкриває можливість здійснення дистанційного контролю функціональності сучасних електричних приладів, яка дозволяє віддалено діагностувати стан електронного обладнання практично в реальному часі (згідно графіку або за запитом оператора) на місці установки без демонтажу.

3. Постановка задачі

Метою досліджень є аналіз конструкцій сучасних приладів обліку електроенергії, причин виникнення випадків їхньої неналежної роботи та перспективи розробки і впровадження систем дистанційної діагностики для віддаленого функціонального контролю цифрового обладнання.

4. Задачі технічної діагностики

Засобами технічної діагностики вирішуються задачі двох типів:

- 1) діагностування з метою оперативного виявлення і класифікації помилок, що виникають в обладнанні;
- 2) діагностування (пошук) причини несправності з метою її усунення [3].

При діагностуванні в електронних приладах виділяють перевіряючі і перевіряємі підсистеми з обов'язковим забезпеченням їх зв'язності. Для спрощення процесу перевірки природним є використання для організації перевірок як існуючих в системі зв'язків, так і організації різних блокувань і перемикачів, в результаті аналізу

яких формуються ознаки дозволяють оцінити стан приладу [4].

До організації функціонального діагностування пред'являють такі вимоги як своєчасність виявлення помилок і повнота охоплення. Тому виникає ряд проблем, обумовлених складністю ідентифікації різнотипних дефектів та виявлення причин їх виникнення.

5. Особливості сучасних пристроїв обліку електричної енергії

Електричні лічильники є спеціальними приладами, призначеними для обліку споживаної електричної енергії. За принципом дії вони класифікуються на два типи: електронні, перетворення сигналів в яких здійснюється апаратно, та цифрові, в яких застосовуються вузькоспеціалізовані мікроконтролери [5].

Сучасні цифрові пристрої обліку електричної енергії включають в себе всі необхідні апаратні компоненти (мікропроцесори, блоки живлення та інші) і програмні модулі, що працюють в реальному часі. Вони можуть виконувати різні обчислення – цифрові, аналогові, а також змішані цифро-аналогові. Типову структурну схему сучасного однофазного лічильника електричної енергії наведено на рис. 1.

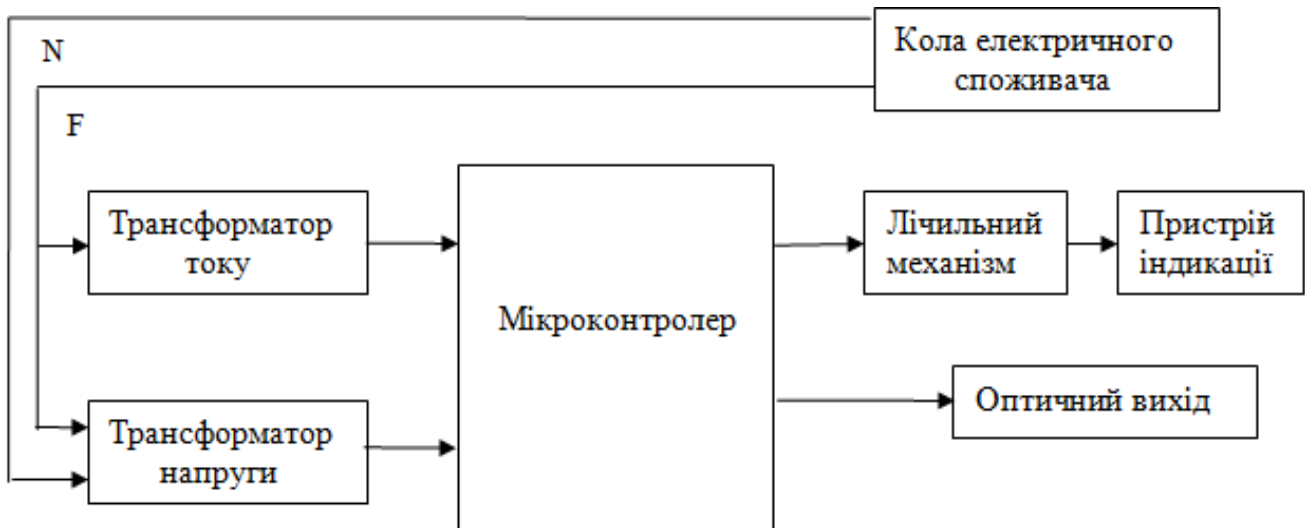


Рис. 1. Структурна схема лічильника електричної енергії

Обов'язковою вимогою при підключенні лічильника є дотримання полярності приєднання як по струму, так і по напрузі. Фіксація приладом обліку споживаної потужності здійснюється на основі одночасного вимірювання параметрів

електричної мережі (струму і напруги) та подальшого перетворення її в частоту.

Найбільш часто в якості датчиків використовуються трансформатори струму і напруги. Сигнали пропорційні напрузі і струму знімаються з датчиків і надходять на вхід мікроконтроле-

ра. Він у свою чергу перемножує вхідні сигнали, отримуючи миттєву споживану потужність, і перетворює їх відповідно рівню вимірюваної потужності у послідовність імпульсів з певною частотою надходження, яка підсумовується за допомогою лічильного механізму. Отримані показання лічильника у Вт-год відображаються на пристрої індикації.

Узгодження рівнів вхідних сигналів з датчиків та цифрових компонентів пристрою реалізується завдяки використанню додаткових мікросхем.

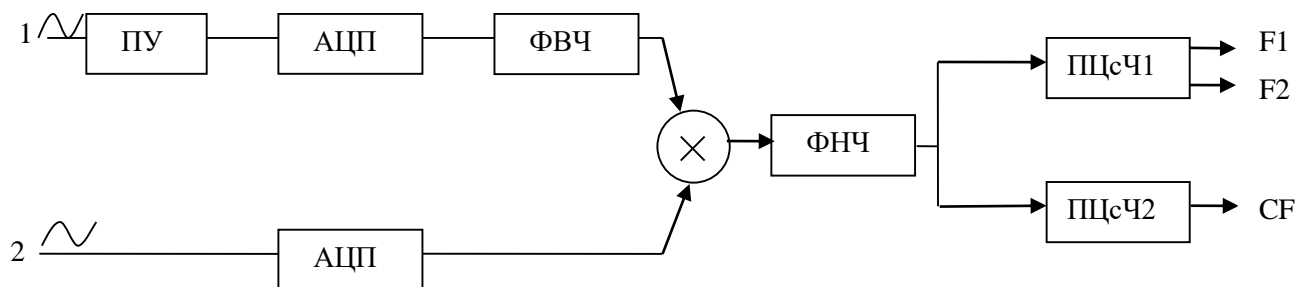


Рис. 2. Структурна схема мікроконтролера ADE7755

Складну функцію аналого-цифрового перетворення (АЦП) в цифровому лічильнику електричної енергії здійснюють типові мікросхеми, здатні перемножати сигнали і представляти отриману величину в зручній для мікроконтролера формі.

Перетворення активної потужності в частоту проходження імпульсів, здійснюється з точністю в межах декількох сотих часток відсотка. Використання аналогових входів 1 та 2 для сигналів напруги та струму спрощує взаємозв'язок перетворювачів, забезпечує широкий динамічний діапазон для прямого підключення до АЦП. Обидва входи мають внутрішню схему захисту від електростатичного розряду.

Програмований підсилювач (ПУ) у вхідному ланцюзі полегшує використання невеликих шунтів і резисторів. Фільтр високих частот (ФВЧ) видаляє будь-які компоненти постійного струму з сигналу. Усуває неточності в розрахунках активної потужності через зміщення в напрузі або в струмі сигналів. Фільтр низьких частот (ФНЧ) використовується для згладжування сигналів з метою позбавлення від шумової компоненти.

Цифровий вихід, що формується блоком множення, містить сигнал активної потужності, який після фільтрації у ФНЧ передається на перетворювачі цифрового сигналу в частоту (ПЦсЧ1, ПЦсЧ2). Частота, яка генерується ADE7755 пропорційно середньої активної поту-

жності, виводиться на виходах F1 і F2 у вигляді активних низьких імпульсів.

У своєму складі ADE7755 також має високочастотний імпульсний вихід CF з постійною величиною 3200 імпульсів/кВт, який підключається до світло діоду та й до віддалених мережевих комутаторів. Цей високочастотний вихід використовується для проведення прискореного калібрування і забезпечує можливість швидко перевірити працездатність і точність пристрою в реальному часі. ADE7755 також володіє можливістю безпосереднього управління електромеханічним лічильником.

Ці функціональні можливості спеціалізованого мікроконтролера свідчать про спроможність щодо віддаленого контролю та управління роботою сучасного приладу обліку електроенергії.

6. Контроль функціонування лічильників активної електричної енергії

Контроль та регулювання при перевірці однофазних лічильників активної електричної енергії в тому числі і лічильників з об'єднаними послідовними і паралельними ланцюгами, класу 1,0 і менш точних, що вимірюють енергію прямого і зворотного напрямків, відбувається за допомогою установки УАПС-2М.

При цьому можуть виконуватися такі операції як:

1) визначення статичних характеристик (похибки лічильника, порога чутливості, відсутності самоходу);

2) перевірка відповідних динамічних властивостей лічильників.

У результаті проведення цих операцій на основі аналізу показань, що реєструються при

заздалегідь заданих умовах роботи, встановлюється стан тестового приладу обліку - справний або має неполадки.

Найтиповіші несправності лічильника, які виявляються в результаті перевірки наведено в табл.1.

Табл. 1. Типові неполадки пристроїв обліку електричної енергії

№	Вид неполадки	Причина неполадки	Форма прояви
1	Вихід з ладу варистора призначеного для захисту від імпульсної напруги різного виду.	Перевищення допустимого рівня напруги на вході	Зупинка лічильника
2	Вихід з ладу вхідного металоплівкового резистору в трансформаторі напруги	Перевищення допустимого рівня напруги на вході	Зупинка роботи лічильника або коротке замикання
3	Некоректне функціонування мікроконтролера	Заводський брак Зовнішні наводки	Самохід або зупинка роботи лічильника
4	Номинал конденсатора в схемі фільтрації не відповідає паспортному значенню	Неякісний конденсатор Заводський брак	Сповільнюється робота лічильного механізму
5	Зміна товщини токового шунта	Зовнішнє втручання в прилад обліку	Лічильник рахує в зворотному порядку (зворотну сторону)

Особливістю сучасних цифрових вимірювальних систем є наявність всіляких сервісних функцій, таких як віддалений доступ до лічильника для дистанційного контролю показань з визначенням поточного значення потужності, що споживається, здійснення багатоваріантного обліку споживання енергії, можливість віддаленого управління режимами роботи приладів обліку та інші. Наявність цифрового дисплея, керуваного від мікроконтролера, дозволяє програмно встановлювати різні режими виведення інформації, наприклад, виводити інформацію про спожитої енергії за кожен місяць, за різними тарифами і т.д.

Включення до складу датчика ефективної системи автоматичного регулювання дозволяє надати йому задані властивості, тобто формувати необхідні амплітудну і амплітудно-частотну характеристики і адаптувати датчик до будь-яких вхідних впливів і дестабілізуючих чинників.

7. Перспективи створення систем дистанційного діагностування цифрових пристроїв

Об'єктом діагностування в цифрових приладах обліку електричної енергії є апаратура, лінії зв'язку, програмне та інформаційне забезпечення.

При організації систем діагностування можуть застосовуватися різні принципи, а при їх реалізації – використатися програмні і апаратні засоби та їх поєднання.

Процедура виявлення логічних або функціональних помилок у готових програмах та апаратному забезпеченні, які не відповідають своїм специфікаціям, в сучасній літературі називається функціональною валідацією [6]. Вона включає в себе генерацію тестових векторів, моделювання цифрового обладнання з використанням тестових векторів і порівняння вихідних сигналів, що генеруються, з очікуваними результатами.

Доцільно для зменшення загальної трудомісткості валідації використовувати підходи на основі моделювання та генерації спрямованих тестів. Скорочення загального часу генерації тестів

можна здійснити за допомогою методів кластеризації властивостей та процедури навчання підсистеми розпізнавання, які використовують так звані покриття моделей несправностей для формування належних властивостей моделі [6].

При створенні систем дистанційного діагностування для контролю стану сучасних пристроїв обліку електроенергії в реальному часі виникає необхідність проведення цілого комплексу досліджень:

1) Дослідження причин виникнення несправностей та невідповідного функціонування приладів.

2) Розробка та удосконалення математичних моделей, що повинні застосовуватися у системі контролю.

3) Розробка методів адаптивного керування процесом функціонального контролю електронного обладнання.

4) Створення та удосконалення заходів та засобів керування процесом контролю приладів обліку електричної енергії, які дозволяють реалізувати віддалене діагностування стану електронного обладнання в реальному часі.

5) Здійснення апробації моделей, методів та засобів, що розробляються, шляхом експериментальних досліджень на макетному встаткуванні.

Це потребує вирішення наступних першочергових задач:

- аналіз різноманітних неполадок, що виникають, статистичних характеристик їх появи;

- побудова математичної моделі процесу роботи цифрового устаткування (з використанням апарату теорії кінцевих автоматів, мереж Петрі) з можливістю урахування будь-яких умов функціонування (зовнішніх впливів або внутрішніх відмов);

- виявлення впливу чинників внутрішнього та зовнішнього характеру на роботу обладнання шляхом здійснення серії експериментів на комп'ютерній моделі.

8. Висновки

Вирішення проблем, що виникають при створенні системи дистанційної діагностики цифрових пристроїв обліку електроенергії, надає можливість своєчасно визначати їх стан, здійснювати усунення неполадок або заміну несправного обладнання. Що, в свою чергу, дозволяє підвищити надійність роботи автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії.

Список литературы

1. Метрологія. Лічильники електричні індукційні активної та реактивної енергії. Методика повірки: ДСТУ ГОСТ 8.259:2007. – [Чинний від 2007-10-17]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 15 с. – (Національний стандарт України).
2. Ерєменко В.Т. Техническая диагностика электронных средств: учебник для высшего профессионального образования/ В.Т. Ерєменко [и др.]. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 157 с.
3. Гуляев В.А. Организация живучих вычислительных структур/ В.А. Гуляев, А.Г. Дронов, С.П. Пелехов. – Киев: Наук.думка, 1982 г. – 140 с.
4. Джейкокс Дж. Руководство по поиску неисправностей в электронной аппаратуре. Перевод с англ. - М.: Мир, 1989. - 176с.
5. Роцин В.А. Схемы включения счетчиков электрической энергии: производственно-практ. пособие/ В.А. Роцин. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2007. – 112 с.
6. Чэнь М. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием/ М. Чэнь, К. Цинь, Х.-М. Ку, П. Мишра. – Москва: Техносфера, 2014. – 296 с.