

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РАДІОЕЛЕМЕНТІВ

Тестер радіокомпонентів, також відомий як тестер компонентів, – це пристрій, який використовується для перевірки електричної поведінки активних і пасивних компонентів схеми. Найбільш часто перевіряються активні компоненти, транзистори, діоди та конденсатори.

Компоненти змінюють свої характеристики з часом і під час роботи, і зазвичай зміна електричних параметрів не змінює зовнішнього вигляду радіодеталі. Ці фактори роблять візуальний огляд електронних плат неефективним, особливо тому, що конденсатори часто страждають від прихованих збоїв з часом, їх ємність змінюється відносно номінального значення, а їхній внутрішній опір збільшується, що може негативно вплинути на продуктивність схеми, де працює цей елемент схеми. [1]

Плата Arduino Uno – одна з найпоширеніших плат у сімействі Arduino, яка оснащена мікроконтролером Atmega328P від компанії Atmel. Марка плати – Arduino Uno. Вихідний струм на кожному висновку залежить від технічних задач, що отримав мікроконтролер. Вхідний струм на одному виході не повинен перевищувати 40 мА, а максимальний струм, який можна отримати з усіх висновків сумарно – 200 мА. Напруга живлення Arduino Uno може варіюватися від 7 до 20 Вольт, при цьому якою живиться тестер – 9 Вольт. Живлення може здійснюватися через USB-порт або через роз'єм живлення, під'єднаний до елемента живлення. Точність оцифрування аналогового сигналу на платі Arduino Uno становить 10 біт, що означає, що сигнал може бути розділений на 1024 різних рівня. Під час процесу вимірювання на платі окрім контролера Atmega, у безпосередньо вимірюванні приймають участь 16-бітний апаратний лічильник, який використовується для вимірювання часу під час тестів, управління ШІМ-сигналами. Arduino Uno лічильник працює на частоті 16 МГц і може бути налаштований на різні частоти роботи. Також, під час тестів необхідно маніпулювати з різними типами сигналів, для цього використовується 10-бітний АЦП (аналого-цифровим перетворювачем) з роздільною здатністю 1024 рівня. АЦП має 6 аналогових входів, помічених як A0 до A5 які можуть бути використані для читання аналогових сигналів. Діапазон напруги на вході має бути в межах 0-5 вольт. Є можливість встановлення зовнішньої опорної напруги для АЦП. [2]

Тепер для прикладу розберемо алгоритм вимірювання ємності конденсатора, наприклад візьмемо керамічний конденсатор з заявленим значенням ємності 22пФ. Після під'єднання радіодеталі до тестера, починається процес тестування. У продовж 10 мс на елемент надходять імпульси струму, відбувається вимір напруги на конденсаторі. Якщо значення напруги не досягло мінімально встановленого значення в 300 мВ, процес імпульсної зарядки буде повторено до 500 разів. Якщо під час перших 10мс, імпульси зарядки перезарядили конденсатор, виступає в силу другий алгоритм вимірювання. У мікроконтролера АТmega328Р є вбудований 16-бітний таймер, який може працювати на тактовій частоті (1 МГц або 8 МГц). Цей лічильник також має можливість зберігати підраховане значення. Цей сигнал стане сигналом виходу компаратора. Компаратор може працювати з будь-яким сигналом завдяки аналого-цифровому перетворювачу (АЦП).

Проходить процес розрядки конденсатора, після чого підключаються компаратор до входу, потім лічильник часу скидається до 0 і відразу починається процес зарядки конденсатора, приєднаного однією стороною до GND а іншою стороною, через резистором 470 кОм, до тестера. Потім відбувається перевірка переповнення лічильника чи сигнал захоплення по входу. Лічильник рахує події переповнення, доки не виявляється вхідний сигнал захоплення. При виявленні сигналу захоплення лічильник зупиняється та перевіряється, чи не потрібно підрахувати додаткове переповнення, яке виникло, доки лічильник не був зупинений вхідним сигналом захоплення.

Лічильник захоплення та лічильник переповнень одночасно визначають повний час, за яким можливо розрахувати фактичну ємність конденсатора. Програмний код використовує таблицю з теоретичною залежністю заряджання часу від даних, що надходять, з компаратора. Для наглядності, нижче надано графік з вимірюванням ємності конденсатора, на графіку (рис. 1) яскраво видно пік перезарядки, він відмічений червоним кольором, після чого вимірювання проходить за вище вказаним алгоритмом.

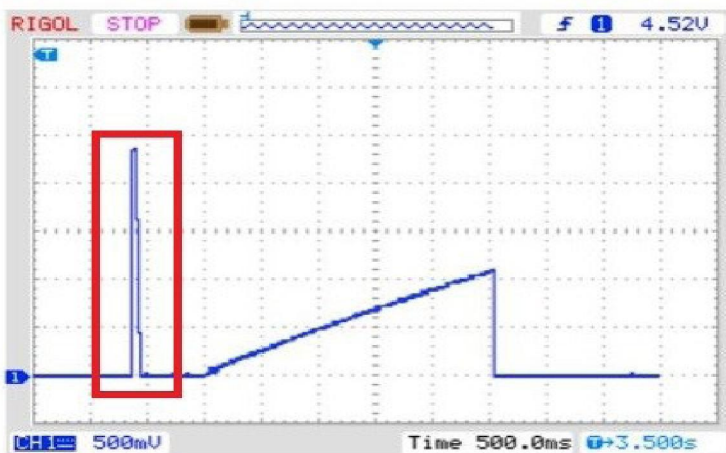


Рисунок 1 – Процес виміру параметрів конденсатора з номіналом 22 пФ

Граничний діапазон виміру ємності конденсаторів складе приблизно 10 пФ, на значеннях нижче за 10 пФ, на тестер починають впливати різні фактори, особливо паразитні ємності провідників, як самих щупів так і дротів що забезпечують електричний контакт між складовими тестер, з опором схожа картина, значення нижче 5 Ом, мають суттєву похибку, та не є дуже точними. Верхній діапазон виміру є обширним та для конденсаторів складає 2000 мкФ, після починаються проблеми з детектуванням елемента, як конденсатор. Для резисторів верхня границя діапазону сягає теоретично значення 2 Мом.

Існує кілька способів покращення точності вимірювання параметрів елементів:

- використання точного внутрішнього джерела опорного напруги для АЦП (Analog-to-Digital Converter), наприклад, вбудованого опорного напругового джерела 1.1 В на платі Arduino Uno. Це зменшить вплив змін зовнішніх факторів, таких як температура, на точність вимірювання;
- використання точних, прецензійних резисторів з низькою похибкою для побудови внутрішніх опорів тестера. Це дозволить отримувати більш точні вимірювання опору і діапазонів напруги;
- використання фільтрів, які дозволяють зменшити вплив шумів на вимірювання. Фільтри можуть бути реалізовані як апаратні (наприклад, фільтр низьких частот) або програмні (наприклад, середнє значення);
- використання високоякісних деталей при монтажі тестера, таких як кабелі з низькою ємністю, для зменшення зовнішніх перешкод та шумів;

Загалом, комбінація цих методів допоможе покращити точність вимірювання елементів за допомогою тестера на базі Arduino. [3]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Electronic test equipment. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_test_equipment
2. ® UNO R3 Modified: 07/04/2023 Product Reference Manual. Retrieved from <https://docs.arduino.cc/static/b41a22aa66fe9bd3a5186b33ffa265a0/A000066-datasheet.pdf>
3. Barry N. Taylor and Chris G. (2020) Precision Measurement and Calibration, CRC Press, 132