

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

МЕТОДИ ТА ЗАСІБ ДІАГНОСТИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

Магістерська кваліфікаційної робота

спеціальність 123 «Комп'ютерні системи та мережі»

Керівник: к.т.н., доц.

Роптанов В. І.

Розробив: студент гр. 1КІ-18м

Кірше Андрій

Вінниця ВНТУ 2020 р

АКТУАЛЬНІСТЬ

Нерідко із-за тривалої роботи імпульсні блоки живлення точок доступу, роутерів Wi-Fi, моніторів виходять з ладу через конденсатори, які втратили ємність. Електролітичні конденсатори, які працюють у високочастотних імпульсних схемах (блоки живлення, інвертори, перетворювачі, імпульсні стабілізатори) працюють у досить екстремальних умовах та виходять з ладу частіше. Дуже часто при ремонті комп'ютерів та комп'ютерної техніки – в блоках живлення, материнській платі комп'ютера, відеокарти, монітори, принтери та інші пристрої – можна виявити зіпсовані електролітичні конденсатори, в яких витік електроліт.

У будь-якому комп'ютері є безліч електролітичних конденсаторів, які потрібні для фільтрації завад та підтримки стабільної напруги живлення мікросхем, які дуже критичні до рівня та якості напруги живлення.

За рахунок використання електролітичних конденсаторів та котушок індуктивності в схемах вдається забезпечувати необхідні параметри живлення. Після певного відрізка часу експлуатації комп'ютера, ємність електролітичних конденсаторів знижується. Комп'ютерна техніка починає працювати зі збоями, безпричинно зависає, тому треба зробити заміну електролітичних конденсаторів, які несправні.

Погане охолодження негативно позначається не тільки на роботі процесорів та мікросхем, але і на електролітичних конденсаторах.

Аналогічна ситуація спостерігається у блоках живлення персональних комп'ютерів, що несправні – електролітичні конденсатори вздуваються, що призводить до зменшення напруги живлення та підвищення рівня пульсацій.

МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є дослідження методів та засобу діагностики якості електролітичних конденсаторів комп'ютерної техніки, що дозволяють прискорити процес діагностики працездатності електролітичних конденсаторів та зменшити час виявлення несправних елементів під час ремонту комп'ютерної техніки.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішуються такі задачі:

- аналіз несправностей електролітичних конденсаторів;
- аналіз методів тестування електролітичних конденсаторів;
- обґрунтування методу та засобу діагностики якості електролітичних конденсаторів комп'ютерної техніки;
- удосконалення існуючих пристроїв діагностики працездатності конденсаторів для практичної реалізації пристрою діагностики якості електролітичних конденсаторів комп'ютерної техніки

Об'єктом дослідження є процес діагностики несправностей елементів комп'ютерної техніки..

Предметом дослідження є методи та засіб діагностики якості електролітичних конденсаторів.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої в роботі мети використовуються такі методи дослідження:

Для досягнення поставленої в роботі мети використовуються такі методи дослідження:

- системний аналіз, який застосовується для дослідження методів та засобів тестування електролітичних конденсаторів;
- об'єктно-орієнтовані методи програмування мікроконтролерів AVR;
- формальні методи опису синтаксису мов програмування;
- методи комп'ютерного та натурального моделювання

Наукова новизна отриманих результатів. У роботі

- вперше комплексно розглянуті та актуалізовані методи та засіб діагностики якості електролітичних конденсаторів;
- удосконалено пристрій тестування електролітичних конденсаторів, який відрізняється застосуванням методу оцінки ESR та сучасної елементної бази, що дозволяє прискорити процес діагностики працездатності електролітичних конденсаторів та достовірність отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів:

- застосування методу оцінки ESR для практичної реалізації мікропроцесорного пристрою для діагностики якості електролітичних конденсаторів;
- програмне забезпечення для мікроконтролерів AVR, що дозволяє провести оперативне тестування

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської роботи опубліковані у міжнародному науковому журналі «Polish science journal» (5(26), 2020).

У кожному конденсаторі, включеному в електричне коло, є втрати енергії, що виникають в матеріалі діелектрика, а також внаслідок недосконалості ізоляції між виводами. З урахуванням втрат еквівалентну схему конденсатора можна уявити в двох варіантах: або у вигляді ємності C , включеної послідовно з опором втрат R_{Π} (рис. 1, а), або у вигляді тієї ж ємності C , що шунтується опором витoku R_{Y} (рис. 1, б).

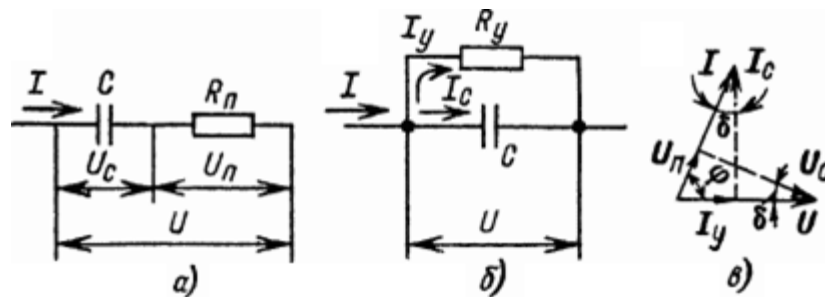


Рисунок 1.1 – Еквівалентні схеми (а, б) і векторна діаграма (в) кола з конденсатором

У колі з конденсатором через наявність втрат фазовий зсув φ між струмом I і напругою U завжди менше 90° . Втрати в конденсаторі характеризують кутом втрат $\delta = 90^\circ - \varphi$.

$$\operatorname{tg} \delta = U_{\Pi} / U_C = I_y / I_c = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R_{\Pi} = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R_y)$$

Для більшості конденсаторів втрати дуже малі ($\operatorname{tg} \delta < 0,001$), тому можна вважати

$$\operatorname{tg} \delta \approx \delta \approx \sin \delta = \sin (90^\circ - \varphi) = \cos \varphi$$

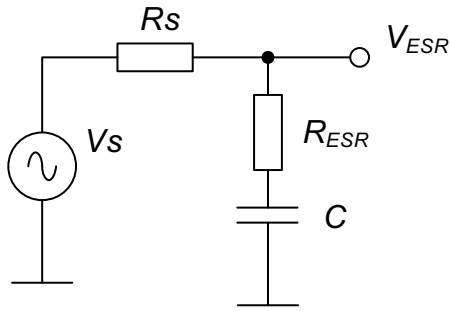


Схема вимірювання ESR конденсатора

$$V_{ESR} \approx V_S \frac{R_{ESR}}{R_{ESR} + R_S} \rightarrow R_{ESR} \approx \frac{R_S}{\frac{V_S}{V_{ESR}} - 1} \approx \alpha R_S$$

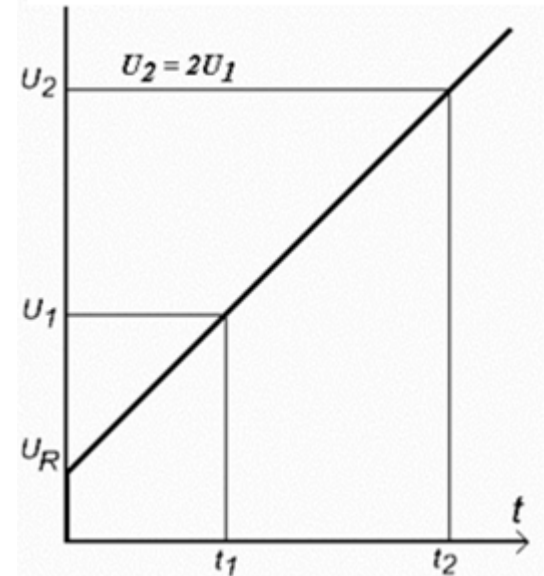
де α – коефіцієнт згасання (відношення вихідної напруги до вхідної), R_S – вхідний опір джерела сигналу.

Якщо конденсатор ємністю C заряджати від джерела постійного струму I , напруга на його виводах буде лінійно зростати від значення напруги на опорі конденсатора (ESR) U_R за законом

$$C \, dU/dt = I = \text{const} \longrightarrow C = I \, dt/dU.$$

Якщо підрахувати час заряду для двох фіксованих значень напруги U_1 та U_2 , взяв значення U_2 вдвічі більшим за U_1 розрахунок ємності буде таким:

$$C = I \frac{t_2 - t_1}{U_2 - U_1} = I \frac{t_2 - t_1}{U_1} ; \quad ESR = \frac{U_1(t_2 - t_1)}{I(t_2 - t_1)}$$



Найбільш часто застосовують спосіб вимірювання ESR та ємності конденсатора, що передбачає вимірювання тривалості зарядки конденсатора до відомого значення напруги з вирахуванням значення ємності $C = \frac{I \cdot t}{U}$

$$U_1 = I \cdot (R_{ESR} + t_1/C) \quad U_2 = I \cdot (R_{ESR} + t_2/C)$$

Виміряв їх можна визначити величину ємності конденсатора та його ESR

$$C = I \frac{t_2 - t_1}{U_2 - U_1} \quad R_{ESR} = \frac{U_1 t_2 - U_2 t_1}{I(t_2 - t_1)}$$

Модуль повного комплексного опору конденсатора дорівнює:

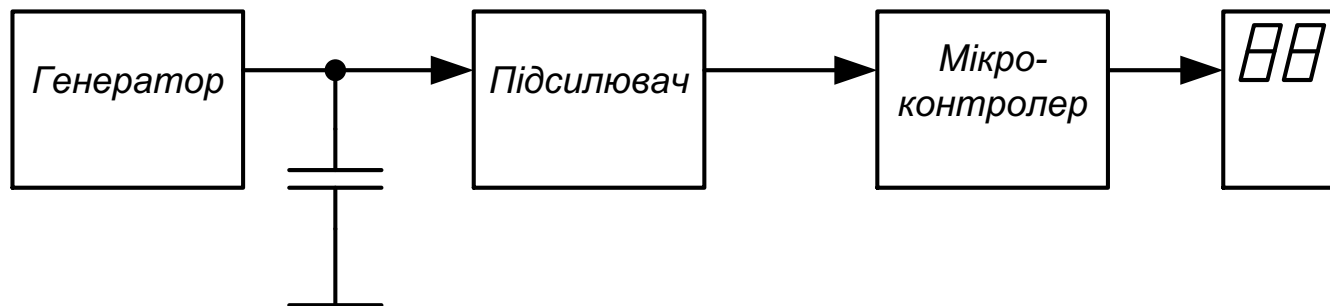
$$z = \sqrt{R_{ESR}^2 + \frac{1}{(2\pi f C)^2}}$$

На частоті в межах 50-100кГц модуль повного комплексного опору буде дорівнювати R_{ESR} . Тобто виміряв значення повного комплексного опору конденсатора на частоті f , то фактично вимірюється значення R_{ESR} .

ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ

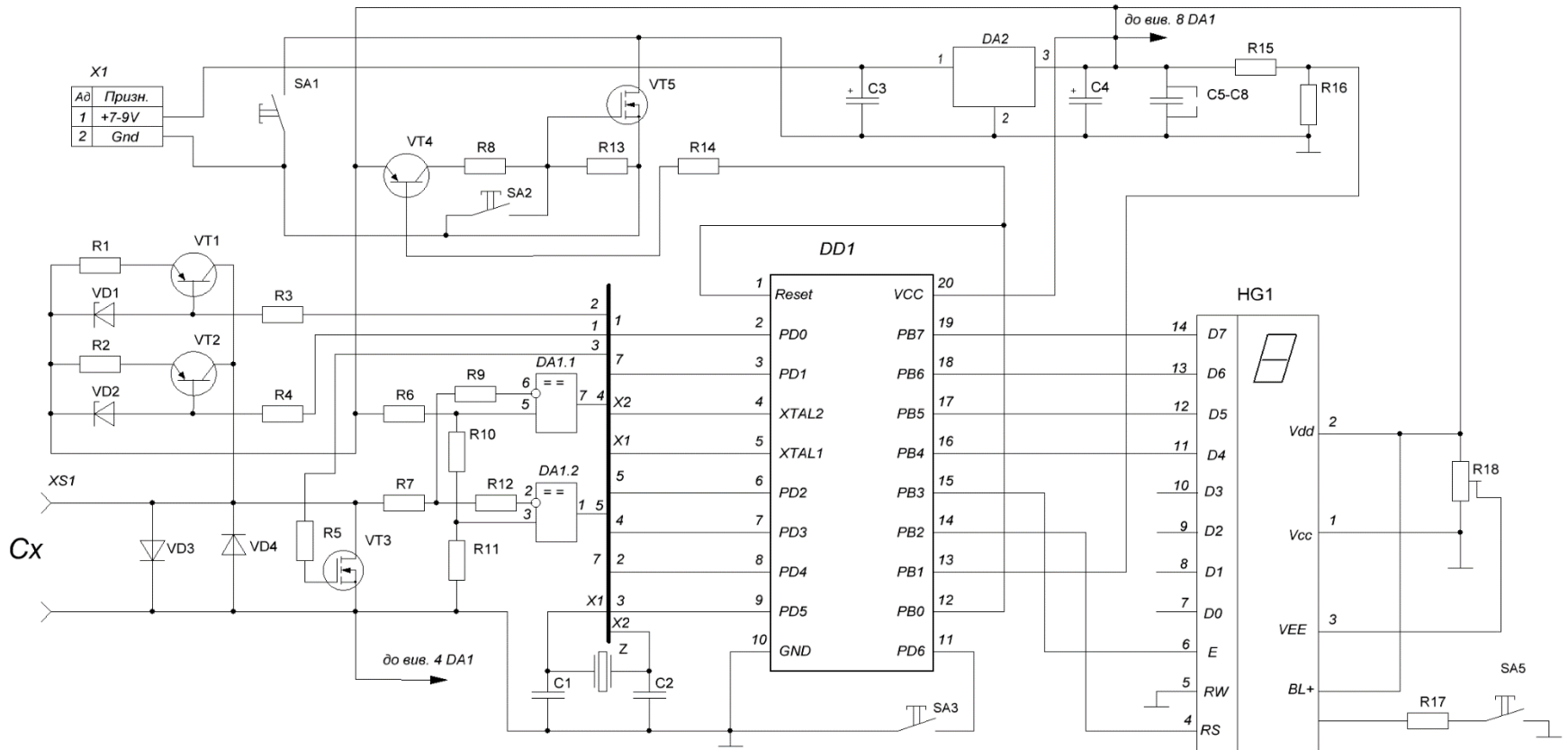
Так як електролітичні конденсатори є поляризованими, то для їх діагностики використовують змінну напруги невеликої амплітуди, що дозволяє здійснювати випробування без випаювання конденсатора. Форма напруги для діагностики конденсатора може бу-ти як синусоїдальною, так і прямокутної форми.

Значення ESR можна визначити вимірявши час розряду конденсатору між фіксованими значеннями напруги. Математичні обчислення ємності та ESR можна реалізувати мікроконтролером з виводом інформації на цифровий індикатор. Структурна схема вимірювача ESR

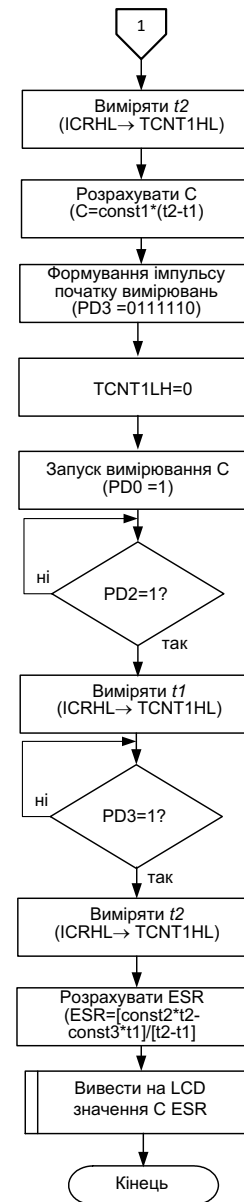
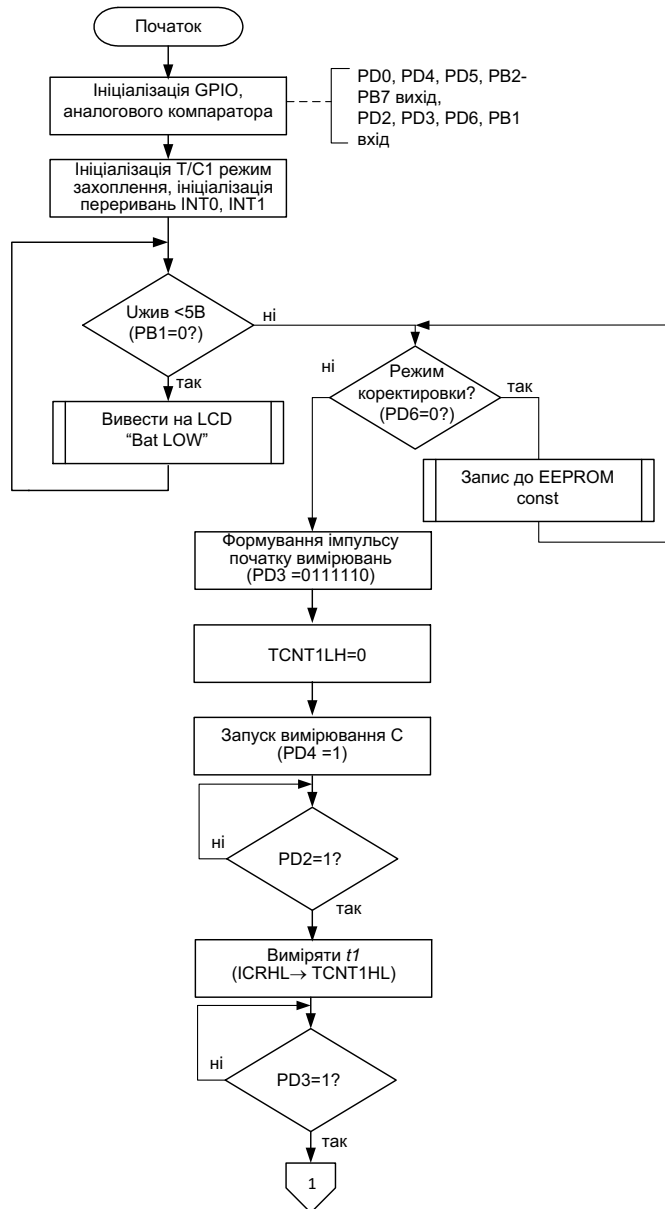


Генератор формує прямокутну напругу, яка прикладається до конденсатора, що перевіряється. Якщо R_{ESR} конденсатора мало, то амплітуда на виході підсилювача дорівнює нулю. При підключенні конденсатора з великим R_{ESR} амплітуда сигналу збільшиться. Після підсилення та вимірювання постійної напруги мікроконтролером та перерахунку значення в R_{ESR} , воно відображається на індикаторі.

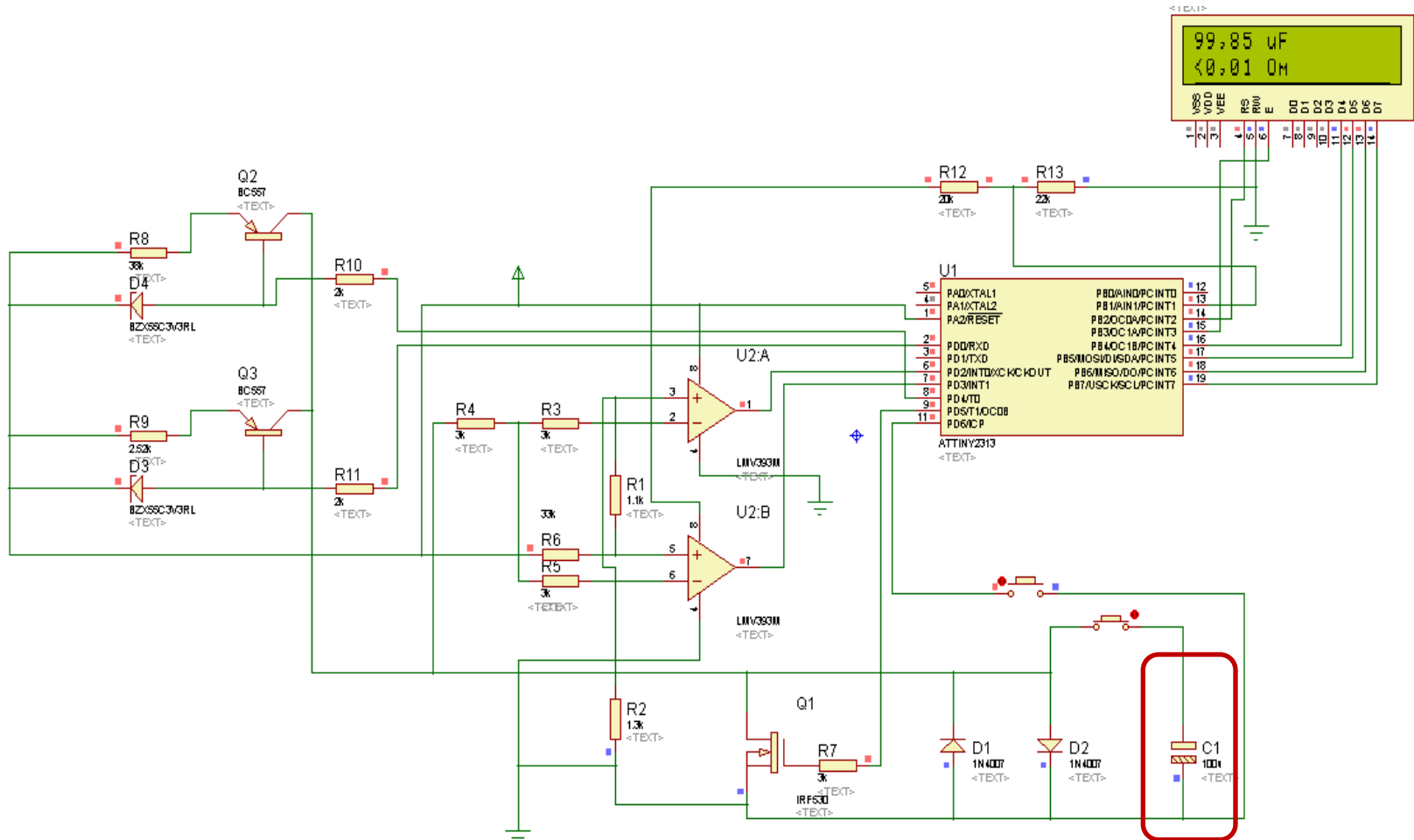
ПРИНЦИПОВА СХЕМА ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ



АЛГОРИТМ ГОЛОВНОЇ ПРОГРАМИ



МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ У СЕРЕДОВИЩІ PROTEUS



ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської дипломної роботи були розглянуті методи та засіб діагностики якості електролітичних конденсаторів, що необхідно в процесі ремонту комп'ютерної техніки, мережного устаткування та засобів оргтехніки.

В рамках роботи було розглянуто основні причини несправностей електролітичних конденсаторів, проаналізовані методи вимірювання ємності конденсаторів та обрано метод оцінки ESR, який є швидким та інформативним. Величина ESR електролітичного конденсатора на частоті 50-100кГц дорівнює значенню повного комплексного опору конденсатора. Якість електролітичного конденсатора характеризується малим часом розряду конденсатора між двома пороговими значеннями напруги.

Засіб діагностики якості електролітичних конденсаторів відрізняється застосуванням методу оцінки ESR та сучасної елементної бази, що дозволяє прискорити процес діагностики працездатності електролітичних конденсаторів та достовірність отриманих результатів.

Дякую за увагу !