

THIẾT KẾ BỘ DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN DUNG SỬ DỤNG VI ĐIỀU KHIỂN ARDUINO

Đỗ Phương Nhung*

Email: dpnhung@hou.edu.vn

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 03/11/2023

Ngày phản biện đánh giá: 16/06/2024

Ngày bài báo được duyệt đăng: 27/06/2024

DOI: 10.59266/houjs.2024.422

Tóm tắt: Thông thường, có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau để đo điện dung của tụ điện như là dùng máy hiện sóng, dùng đồng hồ đo điện dung, ... đặc biệt là khi đo các tụ điện có điện dung nhỏ trong quá trình đo, kiểm tra, sửa chữa trong các mạch điện có sử dụng tụ điện dán. Do vậy, cần thiết kế một dụng cụ đo đơn giản, có thể đo được trong phạm vi từ khoảng 10 pF đến 3900 μ F sử dụng các linh kiện cơ bản mà giảng viên có thể hướng dẫn sinh viên thực hiện ngay trên lớp như vi điều khiển Arduino, điện trở, tụ điện, dây cắm, bo mạch, ... Bằng thực nghiệm đo đạc trên công cụ đã thiết kế cho thấy sai số trung bình qua 10 lần đo là 1,7% nên bộ dụng cụ có thể được sử dụng cho nhu cầu dụng cụ đo điện tử phục vụ sinh viên học tập và nghiên cứu trong phòng thực hành điện tử.

Từ khóa: đo lường điện tử, đo điện dung, vi điều khiển, Arduino Uno.

I. Đặt vấn đề

Đo lường là hoạt động chuyên môn quan trọng, không thể thiếu trong bất kỳ ngành nghề, lĩnh vực nào đảm bảo đáp ứng những tiêu chí, tiêu chuẩn, chất lượng chính xác. Các thiết bị, dụng cụ, máy móc thực hiện chức năng đo lường là công cụ được con người thiết kế sản xuất để đo lường các thông số cần thiết sử dụng trong việc thống kê, sản xuất, nghiên cứu số liệu với kết quả chính xác nhất [2],[4]. Thông thường, có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau để đo điện dung của tụ điện như là dùng máy hiện sóng, dùng đồng hồ đo điện

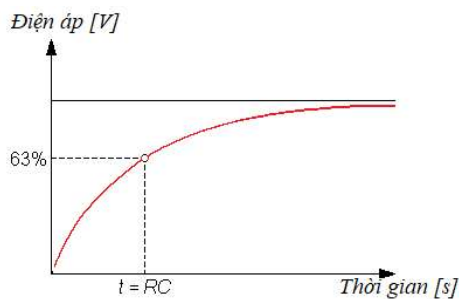
dung,... đặc biệt là khi đo các tụ điện có điện dung nhỏ trong quá trình đo, kiểm tra, sửa chữa trong các mạch điện có sử dụng tụ điện dán. Khi đo, kiểm tra các linh kiện nói chung và tụ điện nói riêng, cần quan tâm dải đo với độ chính xác tương ứng của nó, có loại máy đo sẽ đo chính xác các giá trị trong phạm vi 1000 μ F, nhưng nó sẽ không đo được trong phạm vi nF và pF, ngược lại, có máy đo điện dung khác có độ chính xác trong phạm vi nF và pF, nhưng không chính xác trong phạm vi μ F. Vì vậy, cần thiết kế một dụng cụ đo đơn giản, có thể đo được trong phạm vi từ khoảng 10 pF đến

* Trường Đại học Mở Hà Nội

3900 μF sử dụng các linh kiện cơ bản mà giảng viên có thể hướng dẫn sinh viên thực hiện ngay trên lớp như vi điều khiển Arduino, điện trở, tụ điện, dây cắm, bo mạch, ...

II. Cơ sở lý thuyết

Cơ sở thiết kế là sử dụng đặc tính nạp RC của tụ điện, trong đó, hằng số thời gian RC của mạch là thời gian để điện áp trên tụ đạt 63,2% điện áp khi được sạc đầy. Thời gian nạp của tụ phụ thuộc vào điện dung của nó, từ đó sẽ tạo ra hằng số thời gian lớn hơn. Phương trình toán học thể hiện mối liên hệ giữa điện dung trong mạch và hằng số thời gian RC theo công thức sau: $TC = R \times C$.



Hình 1: Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa điện dung trong mạch và hằng số thời gian RC

Bộ vi điều khiển Arduino sẽ thực hiện nhiệm vụ đo điện áp ở tụ điện và ghi lại thời gian cần thiết để đạt 63,2% điện áp khi được sạc đầy (hằng số thời gian RC). Phần mềm điều khiển được viết bằng ngôn ngữ lập trình C, cài đặt trong vi điều khiển Arduino để thực hiện phép tính toán này [3].

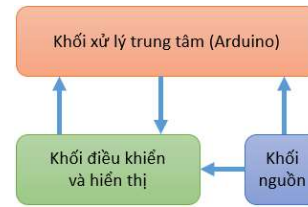
III. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Bài toán

Thiết kế bộ dụng cụ đo điện dung của tụ điện, sử dụng vi điều khiển Arduino và các linh kiện điện tử đơn giản như điện trở, tụ điện, ...

3.2. Sơ đồ khối

Bộ dụng cụ được xây dựng với 3 khối chính [1]:



Hình 2: Sơ đồ khối

Khối xử lý trung tâm: Sử dụng vi điều khiển Arduino UNO-R3 nhận dữ liệu từ khối điều khiển và hiển thị, khối nguồn và đưa ra các tín hiệu hiển thị ở khối hiển thị.

Khối điều khiển và hiển thị: thực hiện chức năng giao tiếp giữa dữ liệu vào và máy, giữ vai trò vô cùng quan trọng, bao gồm một màn hình LCD hiển thị các thông số cài đặt của hệ thống và đèn báo để điều khiển toàn hệ thống.

Khối nguồn: Có nhiệm vụ cung cấp nguồn điện ổn định cho khối xử lý trung tâm Arduino, khối chức năng như khối hiển thị.

3.3. Giải thuật

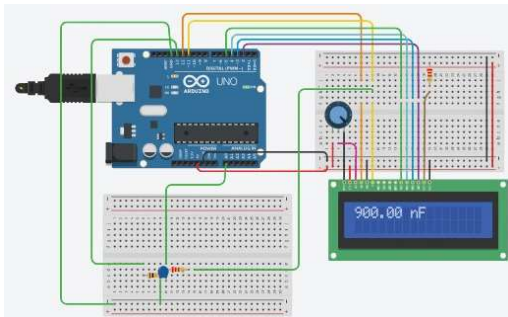
Được minh họa trên hình 3



Hình 3: Giải thuật

3.4 Mô phỏng

Sử dụng công cụ mô phỏng trên công cụ Tinkercad để mô phỏng hoạt động của hệ thống có sơ đồ như sau:



Hình 4: Sơ đồ mô phỏng

Trong đó, sử dụng các linh kiện gồm Vi điều khiển Arduino Uno, đầu vào 02 điện trở ($R1 = 10K \text{ Ohm}$ $R2 = 330 \text{ Ohm}$), 1 tụ gốm, 01 màn hiển thị LCD 1602.

IV. Sản phẩm

4.1. Các bước vận hành

Để vận hành sản phẩm, cần thực hiện như sau:

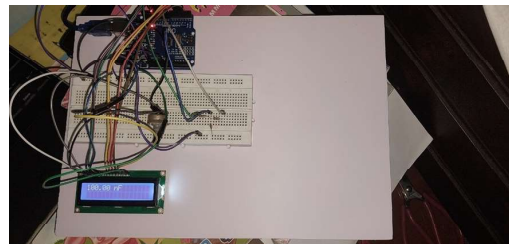
Bảng 1 – Kết quả đánh giá việc đo tụ $100pF$ trong 10 lần

Số lần đo	Ghi nhận của tụ	Kết quả		Sai số (%)	
		Cách đo 1	Cách đo 2	Cách đo 1	Cách đo 2
1	100pF	100pF	99pF	0%	1%
2	100pF	98pF	99pF	2%	1%
3	100pF	98pF	100pF	2%	0%
4	100pF	97pF	99pF	3%	1%
5	100pF	97pF	100pF	3%	0%
6	100pF	100pF	97pF	0%	3%
7	100pF	96pF	98pF	4%	2%
8	100pF	100pF	96pF	0%	4%
9	100pF	98pF	97pF	2%	3%
10	100pF	100pF	99pF	1%	1%
Trung bình		98,4pF	98,5pF	1,7%	1,6%

Bằng thực nghiệm đo đạc trên công cụ đã thiết kế (cách 1) cho thấy sai số trung bình qua 10 lần đo là 1,7% và so với cách dùng thiết bị kỹ thuật số chuyên dụng là 1,6%, điều này cho thấy 02 cách thực hiện

Bước 1: Cấp nguồn cho hệ thống: Sau khi cấp nguồn cho hệ thống Arduino sẽ được khởi động, Trong thời gian chờ màn hình LCD sẽ hiển thị thông tin đo đạc.

Bước 2: Ghi nhận kết quả đo điện dung. Nếu muốn thay đổi tụ hóa thì trực tiếp thay đổi tụ hóa có giá trị khác nhau trên mạch.



Hình 5: Sản phẩm thực tế

4.2. Kết quả và đánh giá

Để có thể đánh giá chất lượng của sản phẩm, chúng tôi thực hiện đo 10 lần bằng công cụ đã thiết kế (gọi tắt là cách đo 1), có đối chiếu với kết quả đo của máy đo kỹ thuật số chuyên dụng (gọi tắt là cách đo 2), kết quả thu được bảng sau:

cho kết quả xấp xỉ nhau. Do đó, có thể kết luận công cụ đã được thiết kế có khả năng phát hiện chính xác giá trị tụ điện và có thể được sử dụng cho nhu cầu dụng cụ đo điện tử. Sai số đo lường được gây ra bởi

nhiều yếu tố khác nhau, bao gồm cả chất lượng của các thành phần của tụ điện và dung sai của dụng cụ đo.

IV. Kết luận

Bộ dụng cụ đo điện dung sử dụng vi điều khiển Arduino Uno đã được thiết kế thành công và được sử dụng làm thiết bị đo lường trong phòng thực hành điện tử có thể làm tăng hiệu quả học tập của sinh viên. Sản phẩm có các đặc điểm như sau:

Ưu điểm:

Hệ thống hoạt động ổn định trong thời gian dài.

An toàn và thân thiện với người sử dụng.

Dễ dàng nghiên cứu và phát triển thêm các chức năng mới.

Khuyết điểm

Chưa có chức năng lưu lại các thông số giữa các lần vận hành

Chưa có hệ thống nguồn dự phòng khi mất điện

Tài liệu tham khảo

- [1]. Phạm Quang Huy, “Vi Điều Khiển Và Ứng Dụng - Arduino Dành Cho Người Tự Học”, Nhà xuất bản Thanh Niên, 2019.
- [2]. Nguyễn Vũ Quỳnh, Phạm Quang Huy, “Giáo Trình Đo Lường Và Cảm Biến”, Nhà xuất bản Thanh Niên, 2020.
- [3]. Nguyễn Ngọc Cương, “Giáo trình ngôn ngữ lập trình C/C++”, Nhà xuất bản Thông Tin và Truyền Thông, 2015.
- [4]. Nguyễn Thị Huế, bài giảng “Kỹ thuật đo lường”, Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội.

DESIGN OF A CAPACITANCE MEASUREMENT KIT USING ARDUINO MICROCONTROLLER

Do Phuong Nhung[†]

Abstract: Normally, many different methods can be used to measure the capacitance of capacitors, such as using an oscilloscope and a capacitance meter,... especially when measuring capacitors with small capacitance in the process of measuring, checking, and repairing electrical circuits using capacitors. Therefore, it is necessary to design a simple measuring instrument that can measure in the range from about 10 pF to 3900 μ F using basic components that instructors can guide students to implement right in class, such as Arduino controller, resistors, capacitors, wires, circuit boards, etc. Experimental measurements on the designed tool show that the average error over 10 measurements is 1.7%, so the kit can be used for electronic measuring instruments to serve students studying and researching in the electronics practice lab.

Keywords: electronic measurement, capacitance measurement, microcontroller, Arduino Uno.

[†] Hanoi Open University