

BÀI 2

MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU (DC)

A. MỤC ĐÍCH :

Bài thí nghiệm giúp sinh viên thực hiện các mạch điện cơ bản như mạch chia áp, mạch chia dòng, kiểm chứng các luật Kirchoff và khảo sát mạch tương đương Thevenin-Norton trong mạch điện DC. Ngoài ra, bài thí nghiệm còn giúp sinh viên so sánh kết quả giữa tính toán lý thuyết và kết quả thí nghiệm của mạch điện DC một nguồn và nhiều nguồn.

B. ĐẶC ĐIỂM :

Mạch điện DC chỉ tồn tại các phần tử nguồn và điện trở. Nền tảng của phân tích mạch điện DC là luật Ohm và các luật Kirchoff. Ngoài ra, để tăng hiệu quả của quá trình tính toán mạch DC, người ta có thể dựa trên các phép biến đổi tương đương (chia áp, chia dòng, biến đổi nguồn ...), phân tích dùng ma trận (thế nút, dòng mắt lưới ...) hay dùng các định lý đặc trưng cho mạch tuyến tính (nguyên lý tỉ lệ, nguyên lý xếp chồng , sơ đồ tương đương Thevenin-Norton ...).

C. PHẦN THÍ NGHIỆM :

I. Mạch chia áp:

a) Thực hiện mạch chia áp như Hình 1.2.1.1 .

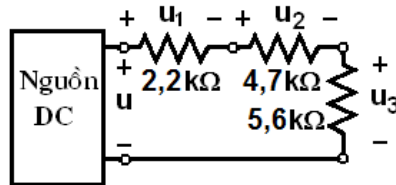
Điều chỉnh nguồn DC để thay đổi giá trị điện áp u như trong bảng số liệu. Dùng DC volt kế (hoặc chức năng DCV của VOM hay DMM) đo điện áp u_1 , u_2 , u_3 trên các điện trở điền vào cột “Đo”. Từ điện áp u ta xác định u_1 , u_2 , u_3 theo công thức mạch chia áp và điền vào cột “Tính”. Xác định sai số theo công thức :

$$\% \text{ sai số} = \left| \frac{\text{giá trị đúng} - \text{giá trị đo}}{\text{giá trị đúng}} \right| . 100\%$$

Giá trị đúng = là giá trị tính theo lý thuyết hay giá trị nhận được từ các thiết bị chỉnh định hoặc thiết bị đo có độ chính xác cao.

Ta có bảng số liệu:

u(V)	u ₁			u ₂			u ₃		
	Tính	Đo	%sai số	Tính	Đo	%sai số	Tính	Đo	%sai số
5									
12									



Hình 1.2.1.1: Mạch chia áp

b) Kiểm chứng luật Kirchhoff về điện áp.

Theo luật Kirchhoff về điện áp đối với mạch DC ta có:

$$u = \sum u_k = u_1 + u_2 + u_3$$

Tính $\sum u_k$ từ số liệu đo ở phần b) và điền vào bảng số liệu:

u (V)	$\sum u_k$	%sai số
5		
12		

$$\text{Ở đây, \% sai số} = \left| \frac{u - \sum u_k}{u} \right| \cdot 100\%$$

c) Thiết kế một mạch chia áp DC gồm hai điện trở R_1 (có giá trị trong 4 điện trở đã cho) và R_2 thỏa :

+ Áp vào mạch 5 V, áp ra trên R_2 là 2 V.

+ Dòng trong mạch phải bé hơn 10 mA.

+ Vẽ mạch thiết kế và cho biết các trị số:

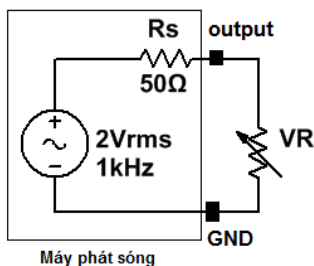
$$R_1 = \dots (\Omega), R_2 = \dots (\Omega).$$

Và kết quả đo áp ra trên mạch thiết kế: Áp ra =

d) **Ứng dụng mạch chia áp:**

+ Ứng dụng 1: Đo nội trở của nguồn R_s của máy phát sóng. Thực hiện mạch thí nghiệm như Hình 1.2.1.2. Sơ đồ tương đương máy phát sóng gồm có

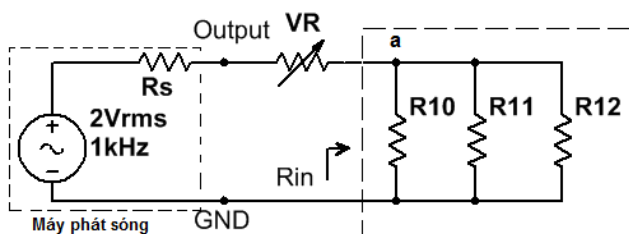
nguồn áp nối tiếp nội trở R_s . Trước tiên, chưa nối VR vào mạch và chỉnh máy phát sóng có tín hiệu trên output là $2V_{rms}$, tần số 1kHz. Nối VR vào mạch, chọn giá trị ban đầu là 10Ω , tăng dần VR sao cho áp hiệu dụng trên output là $1V_{rms}$. Ta thấy theo nguyên lý chia áp, giá trị VR khi đó sẽ bằng giá trị của R_s .



Hình 1.2.1.2: Mạch đo nội trở máy phát sóng trên hộp TN

Giá trị R_s (đo được) =

+ Ứng dụng 2: Đo điện trở vào R_{in} của một mạch gồm ba điện trở R10, R11, R12 mắc song song. Thực hiện mạch thí nghiệm như Hình 1.2.1.3. Đưa tín hiệu output vào CH1, tín hiệu tại nút a vào CH2 của dao động ký. Chỉnh tăng VR từ giá trị 100Ω . Cho đến khi tín hiệu tại a có biên độ bằng $\frac{1}{2}$ biên độ tại output thì giá trị VR sẽ bằng giá trị R_{in} của mạch.



Hình 1.2.1.3: Mạch đo điện trở vào R_{in} của một mạch điện

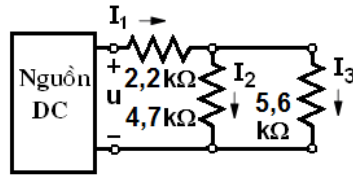
Giá trị R_{in} (đo được) =

Giá trị R_{in} (tính theo giá trị ba điện trở) =

II. Mạch chia dòng:

- Thực hiện mạch chia dòng như Hình 1.2.2.1. Thay đổi giá trị u như trong bảng, đo dòng tổng I_1 và các dòng rẽ I_2 , I_3 (dùng amper kế mắc nối tiếp các điện trở hoặc thông qua đo áp trên các điện trở này theo giá trị điện trở đo

của chúng) và ghi số liệu vào cột “đo được”. Từ giá trị I_1 ta tính I_2 và I_3 theo công thức mạch chia dòng và ghi kết quả vào cột “tính toán”. Tính sai số.



Hình 1.2.2.1: Mạch chia dòng

Ta có bảng số liệu:

u (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)			I_3 (mA)		
		Tính toán	Đo được	%sai số	Tính toán	Đo được	%sai số
5							
12							

b) Kiểm chứng luật Kirchhoff về dòng điện .

Theo luật Kirchhoff về dòng điện đối với mạch DC ta có:

$$I_1 = \Sigma I_k = I_2 + I_3$$

Tính ΣI_k từ số liệu đo ở phần a) và điền vào bảng số liệu:

u (V)	I_1 (mA)	ΣI_k	%sai số
5			
12			

$$\text{Ở đây, \% sai số} = \left| \frac{I_1 - \Sigma I_k}{I_1} \right| \cdot 100\%$$

c) Thiết kế một mạch chia dòng DC gồm hai điện trở R_1 và R_2 nối song song thỏa :

+ Dòng tổng là 10 mA.

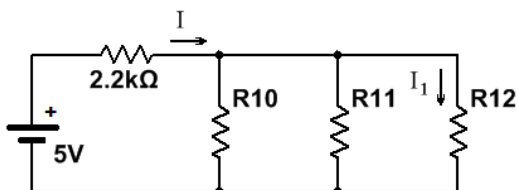
+ $R_1 = 4.7$ (kΩ) và dòng qua nó là 4 mA.

+ Vẽ mạch thiết kế và cho biết trị số $R_2 = \dots$ (Ω).

Thực hiện mạch đã thiết kế. Đo lại dòng qua R_1 là :

d) Chia dòng dùng nhiều điện trở: thực hiện mạch thí nghiệm như trên Hình 1.2.2.2. Điền bảng số liệu:

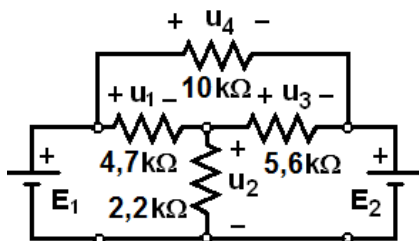
Dòng I đo	Dòng I_1 đo	Dòng I_1 tính theo chia dòng	Sai số khi dùng chia dòng cho I_1



Hình 1.2.2.2: Mạch chia dòng nhiều điện trở

III. Giải tích mạch DC nhiều nguồn dùng thế nút và mắc lưới:

Thực hiện mạch thí nghiệm như Hình 1.2.3.



Hình 1.2.3: Mạch DC nhiều nguồn

Với: E_1 = nguồn áp DC có giá trị 5 V trên hộp thí nghiệm hay bộ nguồn DC.

E_2 = nguồn áp DC có giá trị 12 V trên hộp thí nghiệm hay bộ nguồn DC.

Dùng volt kế DC hay DMM đo lại giá trị các nguồn E_1 và E_2 và ghi vào cả 2 cột “giá trị tính” và cột “giá trị đo”. Tính điện áp trên các điện trở dùng phương pháp **thế nút** hay **dòng mắc lưới** và ghi vào cột “giá trị tính”. Đo điện áp trên các điện trở dùng volt kế DC hay DMM và ghi vào cột “giá trị đo”. Hãy hoàn thành bảng số liệu:

Điện áp	Giá trị tính	Giá trị đo	% sai số
E_1			0
E_2			0
u_1			
u_2			
u_3			
u_4			

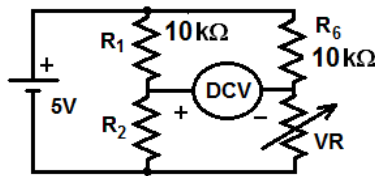
IV. Cầu đo Wheatstone một chiều đo điện trở:

Là cầu đo điện trở dựa trên nguyên lý cân bằng, dùng đo điện trở giá trị từ 1Ω trở lên bằng cách thực hiện mạch thí nghiệm như Hình 1.2.4. Dùng DMM cho chức năng DC volt kế (DCV) có giá trị chỉ thị gần zero nhất là cầu cân bằng. Cầu đo này dùng để đo giá trị điện trở R_2 khi chỉnh VR từ giá trị 1kΩ, mỗi lần tăng 100Ω. Ghi lại giá trị VR và giá trị chỉ thị trên DCV theo bảng sau (VR_{cb} là giá trị VR lúc cầu cân bằng):

Giá trị VR	$VR_{cb} - 100\Omega$	$VR_{cb} =$	$VR_{cb} + 100\Omega$
Chỉ số của DCV			

Do $R_1 = R_6 = 10k\Omega$ nên giá trị VR_{cb} là giá trị đo được của R_2 bằng cầu đo Wheatstone. Gọi giá trị R_2 cho trên Module thí nghiệm là giá trị danh định, cho

biết sai số của cầu đo: $\% \text{ sai số} = \left| \frac{R_2 - VR_{cb}}{R_2} \right| \cdot 100\%$



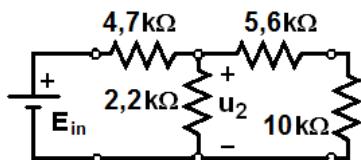
Hình 1.2.4: Cầu đo Wheatstone một chiều

V. Kiểm chứng nguyên lý tỉ lệ trên mạch DC:

Với mạch thí nghiệm như Hình 1.2.5, nguyên lý tỉ lệ được hiểu là điện áp u_2 trong mạch tỉ lệ với nguồn tác động lên mạch E_{in} theo : $u_2 = K \cdot E_{in}$. Nguồn E_{in} lấy từ nguồn DC điều chỉnh được trên hộp TN chính. Thay đổi giá trị E_{in} , đo u_2 và lập bảng số liệu:

E_{in}	4V	6V	8V	10V	12V
u_2					

Vẽ đồ thị: u_2 trên trục y, E_{in} trên trục x.

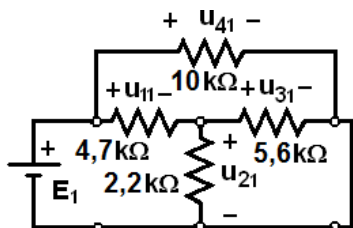


Hình 1.2.5: Mạch kiểm chứng nguyên lý tỉ lệ

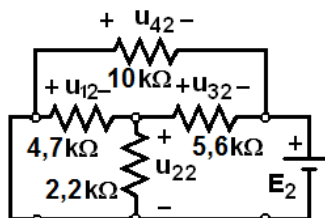
VI. Kiểm chứng nguyên lý xếp chồng trên mạch DC:

Để kiểm chứng giá trị đo được của u_1 trên mạch Hình 1.2.3 dựa trên nguyên lý xếp chồng ta làm như sau:

+ Chỉ cho tác động lên mạch nguồn $E_1 = 5V$ bằng cách thực hiện mạch thí nghiệm như Hình 1.2.6.1. Dùng DC volt kế hay DMM đo u_{11} và ghi tương ứng vào cột “Mạch chỉ có nguồn E_1 ”.



Hình 1.2.6.1: Mạch chỉ có nguồn E_1



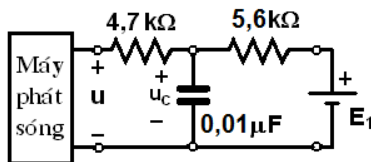
Hình 1.2.6.2: Mạch chỉ có nguồn E_2

+ Chỉ cho tác động lên mạch nguồn $E_2 = 12V$ bằng cách thực hiện mạch thí nghiệm như Hình 1.2.6.2. Dùng DC volt kế hay DMM đo u_{12} và ghi tương ứng vào cột “Mạch chỉ có nguồn E_2 ”.

+ Tính u_1 dùng nguyên lý xếp chồng và ghi vào cột “giá trị tính theo xếp chồng”. Xác định sai số khi dùng xếp chồng. Ta có bảng số liệu:

Điện áp	Mạch chỉ có nguồn $E_1(u_{11})$	Mạch chỉ có nguồn $E_2(u_{12})$	Giá trị tính theo xếp chồng	Giá trị đo khi có cả hai nguồn	% sai số khi dùng xếp chồng
u_1					

+ Mở rộng khảo sát nguyên lý xếp chồng trong mạch có cả nguồn DC và AC như Hình 1.2.6.3. Chỉnh máy phát sóng có $u = 2\text{ V}$ hiệu dụng (kiểm tra dùng DMM), tần số 5 kHz , nguồn DC: $E_1 = 5\text{ V}$. Đo áp trên tụ $u_c(t)$ dùng DMM ở lần lượt hai chức năng : DCV và ACV. Giải thích từng kết quả đo được.



Hình 1.2.6.3: Đo u_c khi mạch có cả nguồn DC và AC.

Giá trị u_c đo ở chức năng DCV	Giá trị u_c đo ở chức năng ACV

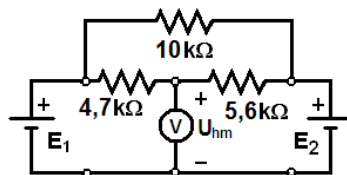
Giải thích:

VII. Sơ đồ Thevenin-Norton và nguyên lý truyền công suất cực đại:

+ Khảo sát mạch thí nghiệm như Hình 1.2.3.
 + Lấy điện trở $2,2\text{k}\Omega$ khỏi mạch. Hở mạch vị trí $2,2\text{k}\Omega$ để đo U_{hm} (Hình 1.2.7.1). Ngắn mạch vị trí $2,2\text{k}\Omega$ để đo I_{nm} (Hình 1.2.7.2). Điện trở tương đương Thevenin $R_{thevenin}$ xác định theo số liệu đo: $R_{thevenin} = U_{hm} / I_{nm}$. Lập bảng với “Giá trị tính” dựa trên thông số mạch. Vẽ sơ đồ tương đương Thevenin và Norton cho mạch Hình 1.2.3.

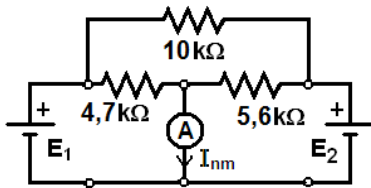
U_{hm}		I_{nm}		$R_{thevenin}$	
Giá trị đo	Giá trị tính	Giá trị đo	Giá trị tính	Giá trị đo	Giá trị tính

+ Thực hiện mạch như Hình 1.2.7.3. Thay đổi khoảng 10 giá trị của biến trở VR từ $1\text{k}\Omega$ đến $10\text{k}\Omega$ (trong đó có giá trị bằng $R_{thevenin}$). Đo dòng I_{VR} qua VR. Tính công suất trên điện trở VR theo dòng qua nó: $P_{VR} = VR \cdot I_{VR}^2$. Lập bảng số liệu. Cho biết giá trị cực đại của công suất

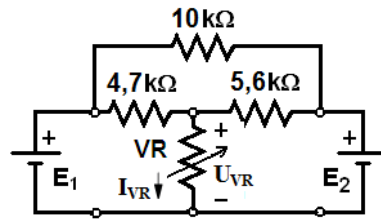


Hình 1.2.7.1: Đo U_{hm}

trên VR đo được và giá trị cực đại theo lý thuyết.



Hình 1.2.7.2: Đo I_{nm}



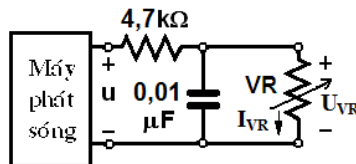
Hình 1.2.7.3: Khảo sát công suất max

VR	1kΩ	...	$R_{thevenin}$...	10kΩ
I_{VR}					
P_{VR}					

$$P_{VR}(\text{max đo được}) =$$

$$P_{VR}(\text{max theo lý thuyết}) =$$

+ Thực hiện mạch khảo sát công suất cực đại trong mạch có nguồn AC như Hình 1.2.7.4. Chỉnh máy phát sóng có trị hiệu dụng của u là 2 V, tần số 5 kHz. Thực hiện khoảng 10 giá trị của biến trở VR từ 1kΩ đến 10kΩ. Đo dòng hiệu dụng I_{VR} qua VR dùng DMM. Tính công suất trên điện trở VR theo dòng hiệu dụng qua nó: $P_{VR} = VR \cdot I_{VR}^2$. Lập bảng số liệu. Cho biết giá trị cực đại của công suất trên VR đo được và giá trị cực đại theo lý thuyết.



Hình 1.2.7.4: Cực đại công suất mạch AC

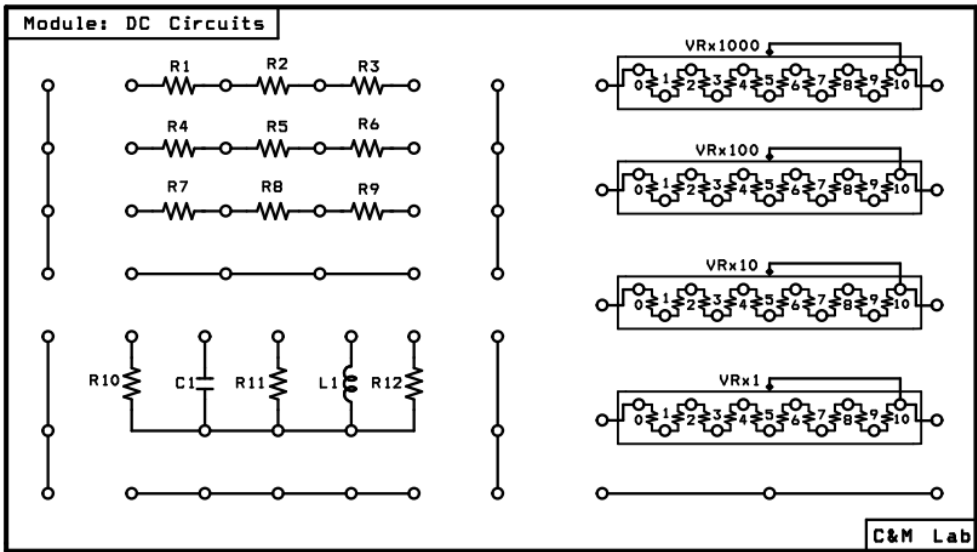
VR	1kΩ	...	R_{th}	...	10kΩ
I_{VR}					
P_{VR}					

$$VR \text{ để } P_{VR} \text{ max theo lý thuyết} = \dots$$

$$\text{Công suất } P_{VR}(\text{max}) \text{ theo lý thuyết} = \dots$$

VIII. Sơ đồ Module DC Circuits: Dùng cho Bài TN Mạch 2.

+ Sơ đồ module như Hình 1.2.8, giá trị linh kiện như trong Bảng 1.2.1.



Hình 1.2.8: Module DC Circuits

Bảng 1.2.1: Danh sách linh kiện trên Module DC Circuits

STT	Tên linh kiện	Giá trị danh định / mô tả
1	Biến trở VR (4 dây)	1kx10; 100x10; 10x10; 1x10Ω
2	R1, R6	10kΩ
3	R2, R7, R11	2.2kΩ
4	R3, R4, R8, R10	4.7kΩ
5	R5, R9, R12	5.6kΩ
6	C1	0.01μF (103)
7	L1	100mH

D. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM:

- Hộp thí nghiệm (hay bộ nguồn DC hai ngõ ra).
- Các điện trở : 1 kΩ, 2.2kΩ, 4.7kΩ, 5.6kΩ, 10kΩ.
- Các tụ điện không phân cực: 105, 104, 473, 223, 103.
- Biến trở 1 kΩ, 10kΩ.
- Đồng hồ đo vạn năng số (DMM).
- Dây nối thí nghiệm (có dây nối trên breadboard).