
TRƯỜNG CAO ĐẲNG KỸ THUẬT CAO THẮNG
KHOA ĐIỆN-ĐIỆN LẠNH
BỘ MÔN ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

BÀI TẬP
LÝ THUYẾT MẠCH

Biên soạn:

Ths. Ngô Bá Việt

Ths. Phạm Văn Thành

Ths. Nguyễn Hoài Phong

Ths. Nguyễn Thủy Đăng Thanh

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH - 2016
(Lưu hành nội bộ)

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
Chương 1. KHÁI NIỆM VỀ MẠCH ĐIỆN	2
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.....	2
1. MẠCH ĐIỆN VÀ CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN.....	2
2. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN	2
3. CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN	3
5. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN.....	10
II. VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP	14
1. VÍ DỤ.....	14
2. BÀI TẬP	17
Chương 2. MẠCH XÁC LẬP ĐIỀU HÒA	23
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.....	23
1. ĐẠI LƯỢNG ĐIỀU HÒA	23
2. PHƯƠNG PHÁP DÙNG SỐ PHỨC	25
3. CÁC ĐỊNH LUẬT OHM, KIRCHHOFF DẠNG PHỨC	27
4. CÔNG SUẤT	27
II. VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP	29
1. VÍ DỤ.....	29
2. BÀI TẬP	39
Chương 3. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẠCH	46
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.....	46
1. PHƯƠNG PHÁP DÒNG NHÁNH.....	46
2. PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN THỂ NÚT	46
3. PHƯƠNG PHÁP DÒNG MẮT LƯỚI	47
4. CÁC ĐỊNH LÝ MẠCH CƠ BẢN	48
II. VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP	52
1. VÍ DỤ.....	52
2. BÀI TẬP	67
Chương 4. MẠCH BA PHA	75
1. HỆ THỐNG BA PHA.....	75
2. HỆ THỐNG BA PHA Y-Y CÂN BẰNG.....	77
3. HỆ THỐNG BA PHA Y-Y KHÔNG CÂN BẰNG ($Z_A \neq Z_B \neq Z_C$).....	78
4. HỆ THỐNG Y - Δ HOẶC $\Delta - \Delta$ CÂN BẰNG.....	79

5.	HỆ THỐNG Y - Δ HOẶC $\Delta - \Delta$ KHÔNG CÂN BẰNG	82
6.	HỆ THỐNG BA PHA VỚI TẢI LÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN – HỆ SỐ CÔNG SUẤT..	82
7.	CÔNG SUẤT MẠCH BA PHA	82
1.	VÍ DỤ.....	84
2.	BÀI TẬP	89
Chương 5.	MẠNG HAI CỬA.....	98
1.	KHÁI NIỆM CHUNG	98
2.	CÁC PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA MẠNG HAI CỬA.....	98
Chương 6.	PHÂN TÍCH MẠCH TRONG MIỀN THỜI GIAN	116
I.	TÓM TẮT LÝ THUYẾT.....	116
1.	GIỚI THIỆU	116
2.	PHƯƠNG PHÁP TOÁN TỬ LAPLACE GIẢI BÀI TOÁN QUÁ ĐỘ	116
II.	BÀI TẬP	126
Chương 7.	PHÂN TÍCH MẠCH TRONG MIỀN TẦN SỐ	132
I.	TÓM TẮT LÝ THUYẾT.....	132
1.	TÍN HIỆU TUẦN HOÀN – CHUỖI FOURIER.....	132
II.	VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP	133
1.	VÍ DỤ.....	133
2.	BÀI TẬP	137
Chương 8.	ĐƯỜNG DÂY DÀI.....	144
	TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	146

LỜI NÓI ĐẦU

“Bài tập Lý Thuyết Mạch” được biên soạn dựa trên chương trình đào tạo Cao đẳng chính quy ngành công nghệ Kỹ thuật Điện – Điện tử, ngành công nghệ kỹ thuật điều khiển và tự động hóa, ngành công nghệ kỹ thuật điện tử truyền thông. Đây là giáo trình sử dụng song song với giáo trình “Lý thuyết mạch”, cung cấp cho sinh viên nhiều bài tập ứng dụng với phần lý thuyết tương ứng, giúp cho sinh viên có thêm nhiều kỹ năng để tính toán các đại lượng trong mạch điện và vận dụng vào thực tế.

Giáo trình này được sử dụng trong học kỳ đầu của chương trình đào tạo chính quy ngành công nghệ kỹ thuật Điện – Điện tử (Lý thuyết mạch), ngành công nghệ kỹ thuật điều khiển và tự động hóa và ngành công nghệ kỹ thuật điện tử truyền thông (Mạch điện – 4 chương đầu). Giáo trình gồm có 8 chương được trình bày cô đọng, gồm có phần tóm tắt lý thuyết, phần bài tập ví dụ và phần bài tập có đáp số. Giáo trình đáp ứng SO1 (Student Outcomes 1) - ABET 2015 (Accreditation Board for Engineering and Technology 2015): “Thực hiện được các đo đạc và thí nghiệm về điện đối với các mạch điện, thiết bị điện hạ áp”, chuẩn đầu ra môn học (CDR HP) và chuẩn đầu ra chương trình đào tạo (CDR CTĐT):

STT	CHUẨN ĐẦU RA CỦA HỌC PHẦN	CDR CTĐT
1	Trình bày được các khái niệm và các định luật cơ bản của mạch điện.	1,3,8,10
2	Biểu diễn được mạch điện dạng phức.	
3	Áp dụng được các phương pháp giải mạch để giải các bài toán mạch điện.	
4	Tính toán được các đại lượng dòng, áp, công suất trong mạch điện ba pha.	
5	Áp dụng được các phương pháp để giải bài toán quá độ trong miền thời gian (phương pháp tích phân kinh điển, phương pháp toán tử Laplace)	1,3,8
6	Áp dụng được phương pháp khai triển Fourier cho nguồn tuần hoàn.	

Nhóm biên soạn xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các tác giả, chuyên gia của những tài liệu tham khảo và có lời xin phép được trích sử dụng những tài liệu này. Xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, Ban chủ nhiệm Khoa, Bộ môn và các đồng nghiệp đã tạo điều kiện tốt và giúp đỡ chúng tôi hoàn thành giáo trình này.

Mặc dù đã cố gắng song nội dung giáo trình khó tránh thiếu sót và hạn chế. Ban biên soạn rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của quý Thầy, Cô, sinh viên và các chuyên gia để quyển giáo trình hoàn thiện hơn.

NHÓM BIÊN SOẠN

Chương 1. KHÁI NIỆM VỀ MẠCH ĐIỆN

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. MẠCH ĐIỆN VÀ CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

1.1 Định nghĩa

Mạch điện là một hệ thống các thiết bị điện, điện tử ghép lại trong đó xảy ra các quá trình truyền đạt, biến đổi năng lượng hay tín hiệu điện từ đo bởi các đại lượng dòng điện, điện áp.

1.2 Các phần tử của mạch điện

Mạch điện được cấu trúc từ các phần riêng lẻ nhỏ thực hiện các chức năng xác định được gọi là các phần tử của mạch điện. Hai loại phần tử chính của mạch điện là nguồn và phụ tải.

- **Nguồn:** là các phần tử dùng để cung cấp năng lượng điện hoặc tín hiệu điện cho mạch.
- **Phụ tải:** là các thiết bị nhận năng lượng điện hay tín hiệu điện.

2. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN

2.1 Cường độ dòng điện

Là dòng chuyển dịch của các điện tích có hướng. Cường độ dòng điện (gọi tắt là dòng điện) là lượng điện tích $dq(t)$ dịch chuyển qua một bề mặt nào đó trong một đơn vị thời gian khảo sát dt .

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

Ký hiệu: i đơn vị là Ampe (A)

q đơn vị là Coulomb (C)

t đơn vị là giây (s)

Để tiện lợi, người ta chọn tùy ý một chiều và ký hiệu bằng mũi tên, gọi là chiều dương của dòng điện. Nếu tại một thời điểm t nào đó, chiều dòng điện trùng với chiều dương thì i mang dấu dương, còn nếu ngược lại sẽ mang dấu âm.

2.2 Điện áp

Điện áp giữa điểm A với điểm B là công cần thiết để làm dịch chuyển một đơn vị điện tích từ A đến B.

Điện áp chênh lệch giữa hai điểm A, B được định nghĩa là: $u_{AB} = u_A - u_B$

Ký hiệu: u : đơn vị Volt (V)

u_{AB} : điện áp giữa A với B

u_{BA} : điện áp giữa B với A

2.3 Công suất

Giả thuyết chiều của u và i như hình thì công suất tiêu thụ bởi phần tử là:

$$p = u.i \quad (1.1)$$

Trong đó: u đơn vị là Volt (V)

i đơn vị là Ampe (A)

p đơn vị là Watt (W)

Nếu $p > 0$, phần tử thực sự tiêu thụ công suất.

Nếu $p < 0$, phần tử thực sự phát ra công suất.

2.4 Điện năng

Nếu u và i phụ thuộc thời gian t , thì điện năng tiêu thụ bởi một phần tử từ thời điểm t_0 đến t là:

$$w = \int_{t_0}^t p(t)dt = \int_{t_0}^t u(t).i(t)dt \quad (1.2)$$

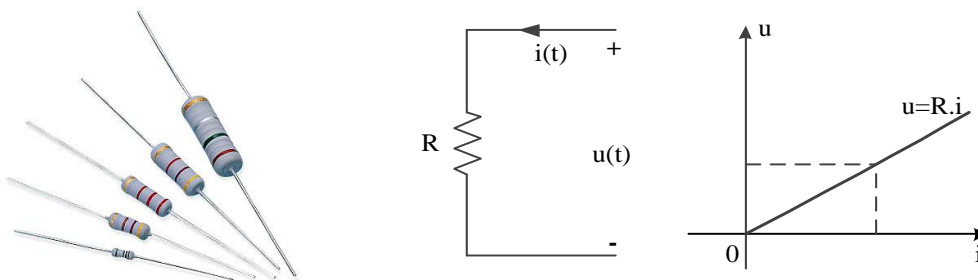
Đơn vị đo điện năng là Wh hoặc KWh

3. CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN

3.1 Các phần tử hai cực

3.1.1 Phần tử điện trở

Đặc trưng cho hiện tượng tiêu tán năng lượng.



Hình 1.1: Ký hiệu và đặc tuyến của phần tử R tuyến tính

Nếu đặc tuyến V-A là đường thẳng thì ta có phần tử điện trở tuyến tính. Quan hệ dòng điện và điện áp được biểu thị qua định luật Ohm.

$$u = R \cdot i \quad (1.5)$$

Trong đó: R: là điện trở, đo bằng Ohm (Ω) có giá trị không phụ thuộc vào điện áp và dòng điện.

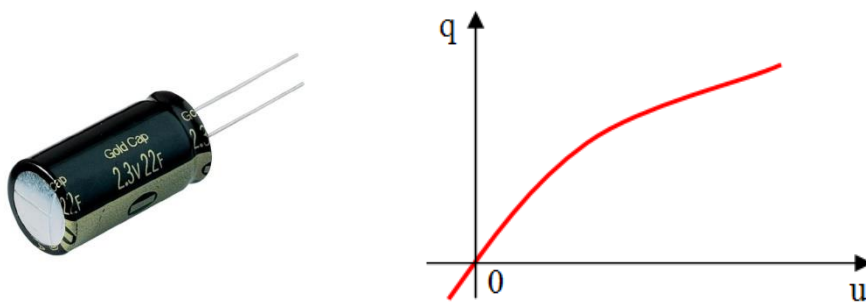
3.1.2 Phần tử điện dung

Là mô hình lý tưởng của tụ điện khi chỉ xét đến hiện tượng tích phóng năng lượng trong điện trường bỏ qua các hiện tượng khác.

Được đặc trưng bởi quan hệ giữa điện tích lũy trên hai bản cực tụ và điện áp giữa hai bản cực tụ.

$$q = f_c(u) \quad (1.6)$$

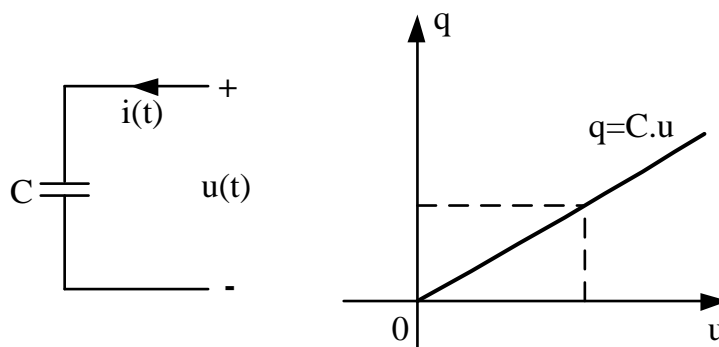
Trong trường hợp tổng quát đặc tuyến có dạng:



Hình 1.2: Đặc tuyến của phần tử C

Nếu đặc tuyến này là đường thẳng ta có phần tử điện dung tuyến tính:

$$q = C u \quad (1.7)$$



Hình 1.3: Ký hiệu và đặc tuyến của phần tử C tuyến tính

C: là điện dung đo bằng Farad (F) có giá trị không phụ thuộc vào điện áp

Dòng điện chảy qua điện dung:

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt} \quad (1.8)$$

Điện áp trên phần tử điện dung:

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\tau) d\tau + u(t_0) \quad (1.9)$$

Trong đó:

$$u(t_0) = \frac{q(t_0)}{C}$$

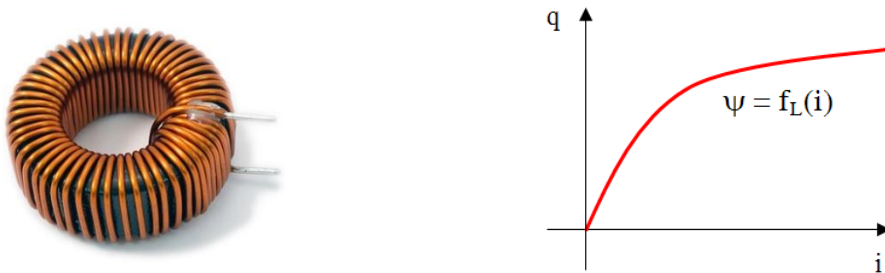
$u(t_0)$ là giá trị của điện áp trên phần tử điện dung tại thời điểm ban đầu t_0

3.1.3 Phần tử điện cảm

Là mô hình lý tưởng của cuộn dây khi chỉ xét đến hiện tượng tích phóng năng lượng từ trường bỏ qua các hiện tượng khác.

Được đặc trưng bởi quan hệ từ thông móc vòng và dòng điện chảy qua cuộn dây:

$$\psi = f_L(i) \quad (1.10)$$

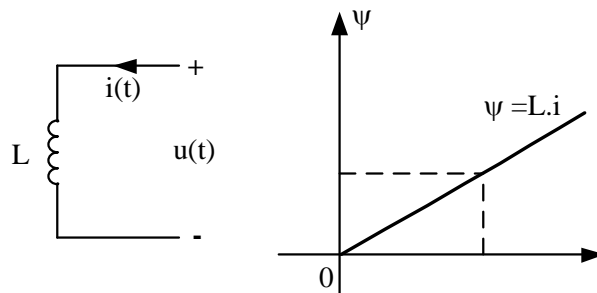


Hình 1.4: Đặc tuyến của phần tử L

Nếu đặc tuyến này là đường thẳng có phần tử điện cảm tuyến tính thì:

$$\psi = L \cdot i \quad (1.11)$$

Trong đó: L là điện cảm (hệ số từ cảm) đo bằng Henry, không phụ thuộc vào dòng điện



Hình 1.5: Ký hiệu và đặc tuyến của phần tử L tuyến tính

Điện áp trên phần tử điện cảm:

$$u(t) = \frac{d\psi(t)}{dt} = L \frac{di(t)}{dt} = e(t) \quad (1.12)$$

Trong đó: $e_L(t)$ là sức điện động cảm ứng do từ thông biến đổi theo thời gian gây nên.

Dòng điện được xác định như sau:

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(\tau) d\tau + i(t_0) \quad (1.13)$$

Trong đó:

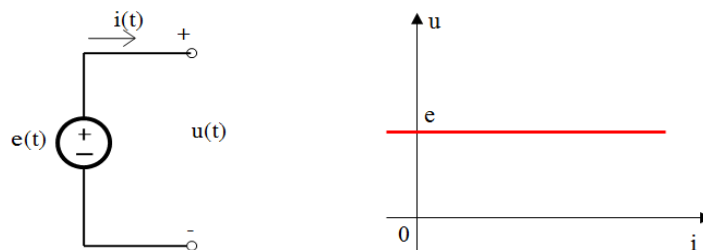
$i(t_0)$: là giá trị của dòng điện qua phần tử điện cảm tại thời điểm ban đầu t_0 .

$$i(t_0) = \frac{\psi(t_0)}{L}$$

3.1.4 Nguồn áp độc lập

Là phần tử hai cực, mà điện áp của nó không phụ thuộc vào giá trị dòng điện cung cấp từ nguồn và chính bằng sức điện động của nguồn

$$u(t) = e(t) \quad (1.14)$$



Hình 1.6: Ký hiệu và đặc tuyến của nguồn áp độc lập

Dòng điện của nguồn phụ thuộc vào tải mắc vào.

Đối với các nguồn thực, người ta xây dựng mô hình gồm một nguồn lý tưởng nối với một điện trở R_{tr} .

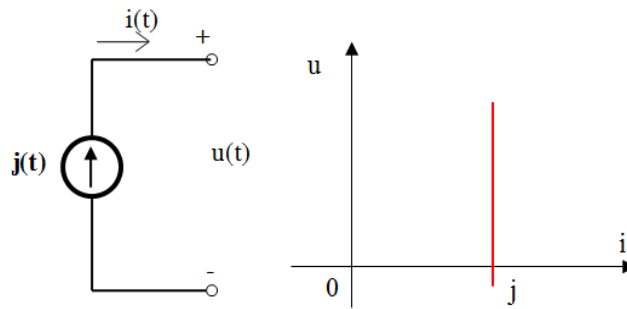
3.1.5 Nguồn dòng độc lập

Là phần tử hai cực, mà dòng điện của nó không phụ thuộc vào giá trị điện áp trên hai cực của nguồn:

$$i(t) = j(t) \quad (1.15)$$

Điện áp của nguồn phụ thuộc vào tải mắc vào.

Đối với nguồn dòng thực mô hình của nó gồm nguồn dòng lý tưởng nối song song với điện trở R_{tr} .

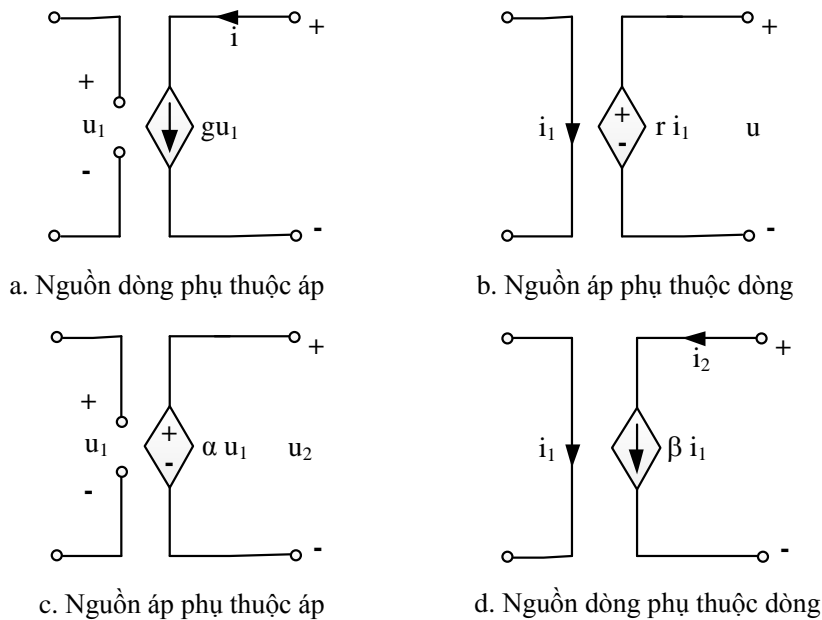


Hình 1.7: Ký hiệu và đặc tuyến của nguồn dòng độc lập

3.2 Các phần tử bốn cực

3.2.1 Các nguồn phụ thuộc

Nguồn phụ thuộc tạo ra một dòng điện hoặc điện áp mà phụ thuộc vào một dòng điện hoặc điện áp ở một nơi nào đó trong mạch.



Hình 1.8: Ký hiệu các nguồn phụ thuộc

- Nguồn dòng phụ thuộc áp (hình 1.16 a)

$$i = gu_1 \tag{1.16}$$

- Nguồn áp phụ thuộc dòng (hình 1.16 b)

$$u = ri_1 \tag{1.17}$$

- Nguồn áp phụ thuộc áp (hình 1.16 c)

$$u_2 = \alpha u_1 \tag{1.18}$$

- Nguồn dòng phụ thuộc dòng (hình 1.16 d)

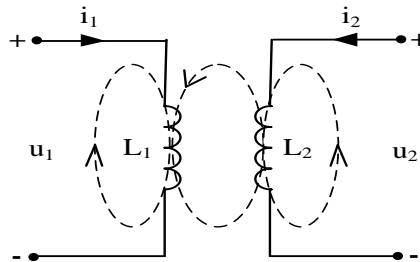
$$i_2 = \alpha i_1 \tag{1.19}$$

Trong đó: g, r, α, β là hằng số, gọi là các hệ số điều khiển.

3.2.2 Hai phần tử điện cảm có ghép hồ cảm

Phần tử bốn cực này có thể xem như là mô hình lý tưởng của cuộn dây ghép hồ cảm với nhau nếu bỏ qua hiện tượng tiêu tán và tích phóng năng lượng điện trường.

Xét hai cuộn dây đặt gần nhau sao cho dòng điện biến thiên chạy trong cuộn dây sẽ tạo ra từ thông móc vòng trong chính cuộn dây đó đồng thời trong cuộn dây kia. Do đó cảm ứng điện áp sinh ra trong bản thân cuộn dây đó và trong cả cuộn dây kia. Mỗi cuộn dây đều bị ảnh hưởng bởi từ trường do cuộn dây kia gây ra. Khi đó ta nói hai cuộn dây có ghép hồ cảm với nhau.



Hình 1.9: Hai phần tử điện cảm có ghép hồ cảm

Gọi từ thông ψ_1 là từ thông móc vòng trong cuộn dây thứ nhất:

$$\psi_1 = \psi_{11} + \psi_{12}$$

ψ_{11} : từ thông móc vòng cuộn dây 1 do chính dòng điện i_1 gây ra

ψ_{12} : từ thông móc vòng cuộn dây 1 do dòng điện i_2 trong cuộn dây 2 gây ra

Tương tự ta có:

$$\psi_2 = \psi_{22} + \psi_{21}$$

ψ_{22} : từ thông móc vòng cuộn dây 2 do chính dòng điện i_2 gây ra

ψ_{21} : từ thông móc vòng cuộn dây 2 do dòng điện i_1 trong cuộn dây 1 gây ra

Môi trường tuyến tính:

$$\psi_{11} = L_1 i_1 \quad ; \quad \psi_{12} = \pm M_{12} i_2$$

$$\psi_{22} = L_2 i_2 \quad ; \quad \psi_{21} = \pm M_{21} i_1$$

Trong đó:

L_1 : là hệ số tự cảm của cuộn dây 1

L_2 : là hệ số tự cảm của cuộn dây 2

$M_{12} = M_{21} = M$: là hệ số hồ cảm giữa hai cuộn dây

L_1, L_2, M : phụ thuộc vào kết cấu của hai cuộn dây, vị trí tương hỗ giữa hai cuộn dây và tính chất môi trường. Việc chọn dấu $+M$ hay $-M$ phụ thuộc vào chiều quấn cuộn dây cũng như việc chọn chiều dương các dòng điện i_1, i_2 .

$$\psi_1 = \psi_{11} + \psi_{12} = L_1 i_1 \pm M_{12} i_2$$

$$\psi_2 = \psi_{22} + \psi_{21} = L_2 i_2 \pm M_{21} i_1$$

Nếu cực tính của điện áp u_1, u_2 được chọn như hình vẽ thì theo định luật cảm ứng điện từ ta có:

$$u_1 = \frac{d\psi_1}{dt} = L_1 \frac{di_1}{dt} \pm M \frac{di_2}{dt} \quad (1.20)$$

$$u_2 = \frac{d\psi_2}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt} \pm M \frac{di_1}{dt} \quad (1.21)$$

Điện áp u_1 gồm hai thành phần là điện áp tự cảm $L_1 \frac{di_1}{dt}$ và điện áp hổ cảm $\pm M \frac{di_2}{dt}$

Tương tự u_2

Người ta mô hình hóa 2 cuộn dây ghép hổ cảm lý tưởng bằng một phần tử 4 cực.

Kí hiệu:



Hình 1.10: Ký hiệu hai cuộn dây có ghép hổ cảm

Hai dấu chấm được dùng để đánh dấu 2 cực cùng tên, vị trí hai dấu chấm được xác định từ chiều quấn các cuộn dây với qui ước:

Nếu hai dòng điện i_1 và i_2 cùng đi vào (hoặc cùng đi ra) hai cực có đánh dấu chấm thì từ thông do chúng gây ra sẽ cùng chiều.

Từ đó có thể suy ra qui tắc sau đây để xác định dấu $+$ hay $-$ trong biểu thức $\pm M \frac{di}{dt}$ của điện áp hổ cảm.

“Nếu dòng điện i có chiều dương đi vào đầu dấu chấm (đầu không có dấu chấm) trong cuộn dây và điện áp có cực tính $+$ ở đầu có dấu chấm (đầu không có dấu chấm) trong cuộn dây kia thì điện áp hổ cảm là $M \frac{di}{dt}$, ngược lại là $-M \frac{di}{dt}$ ”.

Mức độ ghép hồ cảm giữa hai cuộn dây được xác định qua hệ số ghép k được định nghĩa như sau:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

Với $k \leq 1$, khi $M^2 = L_1 L_2$ thì $k=1$ ta có ghép lý tưởng, toàn bộ các đường sức từ móc vòng một cuộn dây thì đều móc vòng cuộn dây kia.

4. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN

4.1 Kết cấu hình học của mạch điện

Các khái niệm cơ bản về mạch điện

Nhánh: là một đường duy nhất gồm một hay nhiều phần tử ghép nối tiếp có cùng một dòng điện.

Nút: là điểm nối của từ ba nhánh trở lên.

Vòng: là tập hợp nhiều nhánh tạo thành một đường kín và chỉ đi qua mỗi nút một lần.

Mắt lưới: là vòng mà không chứa vòng nào khác bên trong nó.

4.2 Định luật Ohm

Quan hệ dòng – áp trên phần tử R tuyến tính như sau:

$$U = R \cdot I = \frac{1}{G} I \quad (1.24)$$

Trong đó:

R: điện trở đơn vị Ohm (Ω)

G: điện dẫn đơn vị Siemens (S)

4.3 Định luật Kirchhoff về dòng điện (K1)

Tổng đại số các dòng điện tại một nút bất kỳ bằng 0.

$$\sum_{\text{nút}} \pm i_k = 0 \quad (1.25)$$

Với qui ước: dòng điện có chiều đi vào nút mang dấu +, dòng điện có chiều đi ra nút mang dấu -.

Hay có thể được phát biểu như sau:

Tổng dòng điện có chiều dương đi vào một nút bất kỳ thì bằng tổng các dòng điện có chiều dương đi ra khỏi nút đó.

4.4 Định luật Kirchhoff về điện áp (K₂)

Tổng đại số các điện áp trên các phần tử dọc theo tất cả các nhánh trong một vòng bằng không.

$$\sum_{\text{vòng}} \pm u_k = 0 \quad (1.25)$$

Dấu điện áp được xác định dựa trên chiều dương của điện áp so với chiều của vòng. Chiều của vòng tùy chọn.

Hay có thể được phát biểu như sau:

Tổng đại số các sức điện động trong một vòng bằng tổng đại số các sụt áp trên các phần tử khác.

$$\sum_{\text{vòng}} \pm u_p = \sum_{\text{vòng}} \pm e \quad (1.26)$$

Chiều của vòng đi từ cực tính – sang cực tính + thì sức điện động đó mang dấu +

4.5 Các phương pháp biến đổi tương đương

4.5.1 Điều kiện hai phần tử mạch tương đương

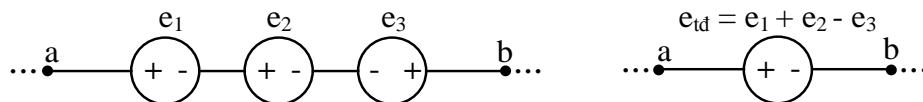
Hai phần tử mạch được gọi là tương đương nếu quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên các cực của hai phần tử mạch là như nhau.

Một phép biến đổi tương đương sẽ không làm thay đổi dòng điện và điện áp trên các nhánh ở các phần của sơ đồ không tham gia vào phép biến đổi tương đương

4.5.2 Các nguồn sức điện động mắc nối tiếp

Các nguồn sức điện động mắc nối tiếp sẽ tương đương với sức điện động duy nhất có trị số bằng tổng đại số các sức điện động trên đó.

$$e_{td} = \sum \pm e_k \quad (1.27)$$

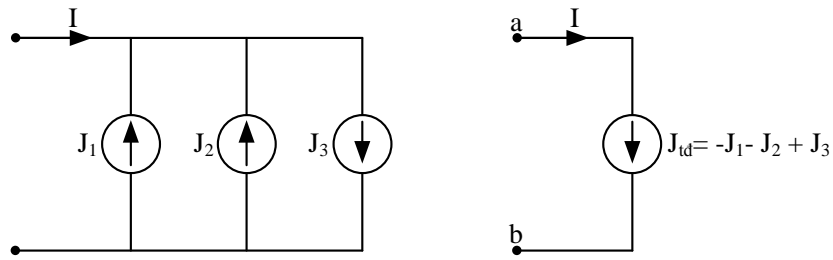


Hình 1.11: Các nguồn sức điện động mắc nối tiếp

4.5.3 Các nguồn dòng mắc song song

Các nguồn dòng mắc song song tương đương với một nguồn dòng duy nhất có trị số bằng tổng đại số các nguồn dòng.

$$J_{td} = \sum \pm j_k \quad (1.28)$$

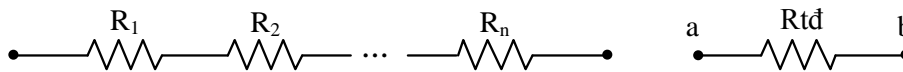


Hình 1.12: Các nguồn dòng mắc song song

4.5.4 Các phần tử điện trở mắc nối tiếp

Các phần tử điện trở mắc nối tiếp tương đương với một phần tử duy nhất có điện trở bằng tổng các điện trở các phần tử đó.

$$R_{td} = \sum R_k \quad (1.29)$$



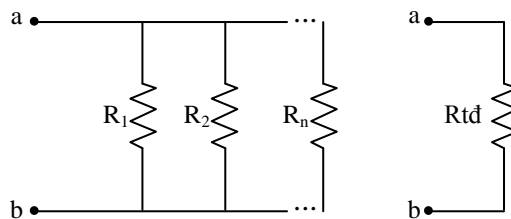
Hình 1.13: Các điện trở mắc nối tiếp

$$R_{td} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

4.5.5 Các phần tử điện trở mắc song song

Các phần tử điện trở mắc song song tương đương với một phần tử điện trở duy nhất có điện dẫn bằng tổng các điện dẫn các phần tử.

$$G_{td} = \sum G_k \quad (1.30)$$

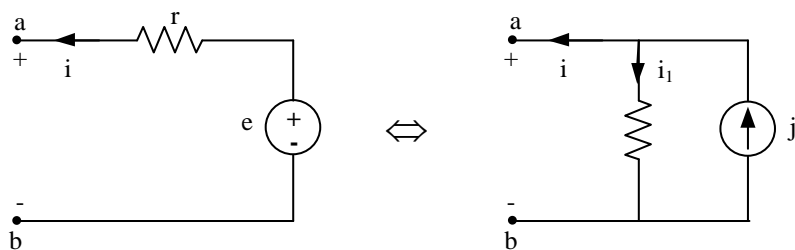


Hình 1.14: Các điện trở mắc song song

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{hay} \quad G_{td} = G_1 + G_2 + \dots + G_n$$

4.5.6 Nguồn sức điện động mắc nối với điện trở

Mạch điện gồm nguồn sức điện động mắc nối tiếp với điện trở tương đương với một nguồn dòng mắc song song với điện trở đó và ngược lại.



Hình 1.15: Sơ đồ tương đương nguồn sức điện động mắc nối tiếp điện trở

So sánh 1 và 2 ta thấy mạch 2 sẽ tương đương nếu:

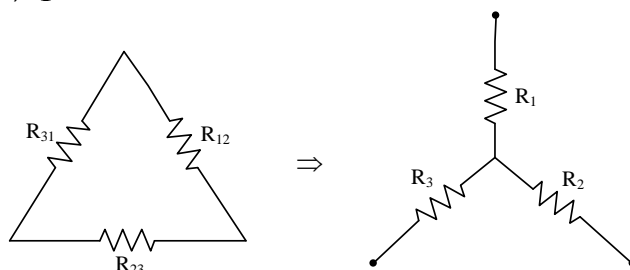
$$e = r \cdot j \tag{1.31}$$

$$\text{Hoặc: } j = \frac{e}{r} \tag{1.32}$$

4.5.7 Phép biến đổi sao – tam giác

Ba điện trở R_1, R_2, R_3 mắc hình sao có thể hoặc biến đổi hoặc tổng hợp thành ba điện trở R_{12}, R_{23}, R_{31} mắc hình tam giác và ngược lại.

- Biến đổi $\Delta \rightarrow Y$



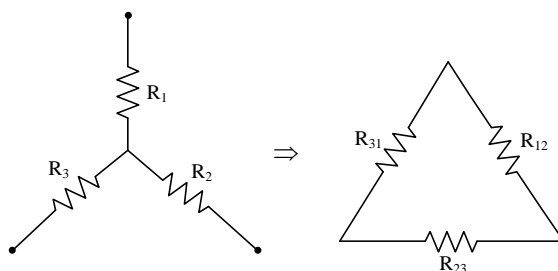
Hình 1.16: Biến đổi ba điện trở mắc hình tam giác thành ba điện trở mắc hình sao

$$R_1 = \frac{R_{31} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \tag{1.33}$$

$$R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \tag{1.34}$$

$$R_3 = \frac{R_{23} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \tag{1.35}$$

- Biến đổi $Y \rightarrow \Delta$



Hình 1.17: Biến đổi ba điện trở mắc hình sao thành ba điện trở mắc hình tam giác

$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} \quad (1.36)$$

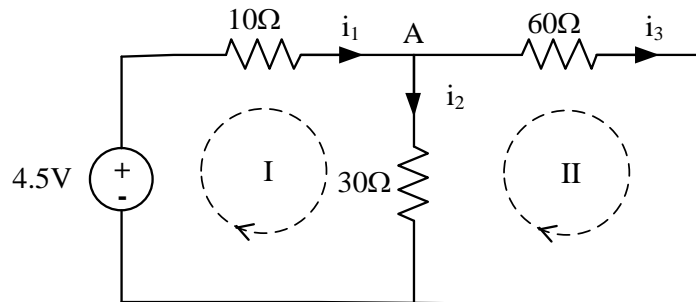
$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad (1.37)$$

$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2} \quad (1.38)$$

II. VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP

1. VÍ DỤ

Ví dụ 1: Cho mạch điện có sơ đồ như hình. Tìm dòng điện chạy trong các nhánh



Bài giải:

Chọn chiều dương các dòng điện như hình vẽ:

Áp dụng định luật K₁ cho nút A:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Viết phương trình K₂ cho hai mắt lưới:

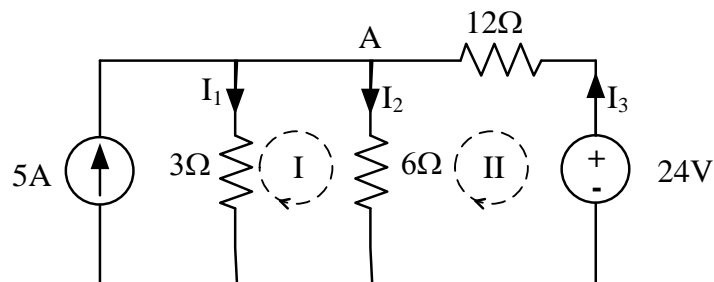
$$\text{Mắt lưới (I): } 10I_1 + 30I_2 = 4.5$$

$$\text{Mắt lưới (II): } -30I_2 + 60I_3 = 0$$

Giải hệ phương trình (1), (2), (3) ta được:

$$I_1 = 0.15\text{A}; I_2 = 0.1\text{A}; \text{ và } I_3 = 0.05\text{A}$$

Ví dụ 2: Xét mạch điện có sơ đồ như hình:



a. Tìm các dòng điện I₁, I₂, I₃.

b. Tính tổng công suất phát bởi nguồn và công suất tiêu tán trên các điện trở

Bài giải:

a. Tìm các dòng điện I_1, I_2, I_3 .

Viết định luật K₁ cho nút A:

$$I_1 + I_2 = 5 + I_3$$

Viết định luật K2 cho hai mắt lưới (I) và (II):

$$-3I_1 + 6I_2 = 0$$

$$-6I_2 - 12I_3 = -24$$

Giải hệ phương trình (1), (2), (3) ta được:

$$I_1 = 4A; I_2 = 2A; I_3 = 1A$$

b. Công suất phát bởi nguồn 24V là: $P_{24V} = 24 \cdot I_3 = 24W$

Điện áp giữa hai đầu nguồn dòng 5A là : $U_{ab} = 3I_1 = 12V$

⇒ Công suất phát bởi nguồn dòng 5A là: $P_{5A} = 5U_{ab} = 60W$

Vậy tổng công suất phát bởi hai nguồn dòng là: $P_{nguồn} = 24 + 60 = 84W$

Công suất tiêu tán trên các điện trở là:

- Điện trở 3 Ω là: $P_{3\Omega} = 3I_1^2 = 48W$

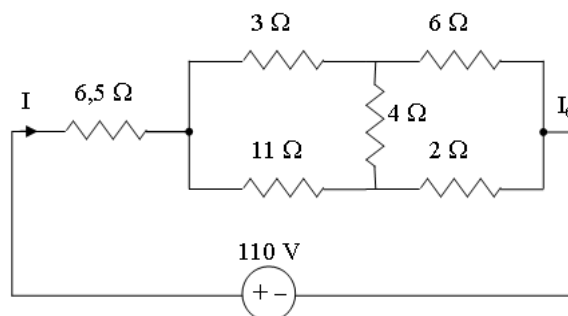
- Điện trở 6 Ω là: $P_{6\Omega} = 6I_2^2 = 24W$

- Điện trở 12 Ω là: $P_{12\Omega} = 12 I_3^2 = 12W$

Vậy: Tổng công suất tiêu thụ trên các điện trở là: $P_R = 48 + 24 + 12 = 84W$

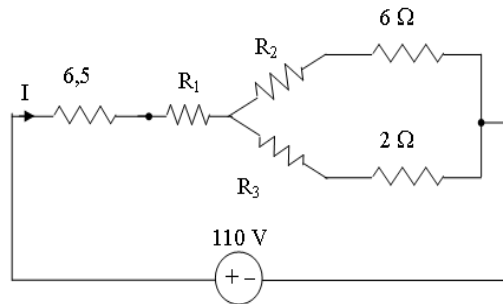
Nhận xét: Tổng công suất phát bởi nguồn bằng tổng công suất thu trên các phần tử khác (đó là hệ quả của định luật bảo toàn năng lượng)

Ví dụ 3: Tìm I trong sơ đồ mạch điện sau:



Bài giải:

Dùng phép biến đổi tương đương ba điện trở mắc hình tam giác thành ba điện trở mắc hình sao.

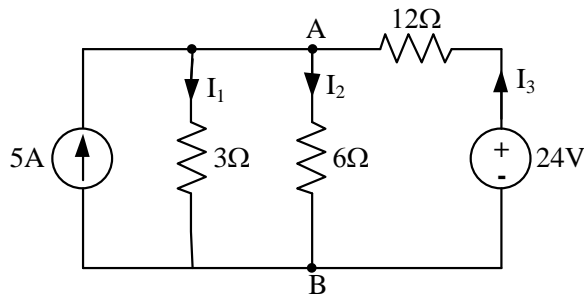


$$R_1 = \frac{3 \cdot 11}{3 + 11 + 4} = \frac{33}{18}; \quad R_2 = \frac{3 \cdot 4}{3 + 11 + 4} = \frac{12}{18}; \quad R_3 = \frac{4 \cdot 11}{3 + 11 + 4} = \frac{44}{18}$$

$$R_{td} = 6.5 + \frac{33}{18} + \frac{\left(\frac{12}{18} + 6\right) \cdot \left(\frac{44}{18} + 2\right)}{\frac{12}{18} + 6 + \frac{44}{18} + 2} = 11$$

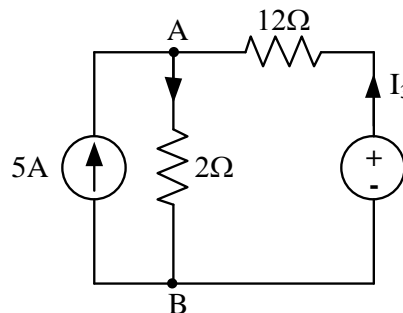
$$I = \frac{110}{11} = 10A$$

Ví dụ 4: Dùng phép biến đổi tương đương tính dòng điện $I_1; I_2; I_3$ của sơ đồ mạch điện sau:

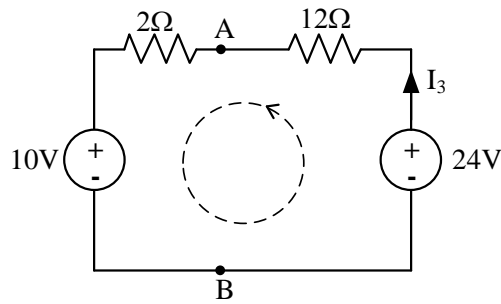


Bài giải

Điện trở 3Ω và điện trở 6Ω mắc song song nên ta có sơ đồ tương đương như sau:



Vì nguồn dòng 5A và điện trở 2Ω mắc song song nên ta biến đổi tương đương như sau:



Áp dụng định luật K₂ cho vòng duy nhất:

$$(2 + 12)I_3 = 24 - 10$$

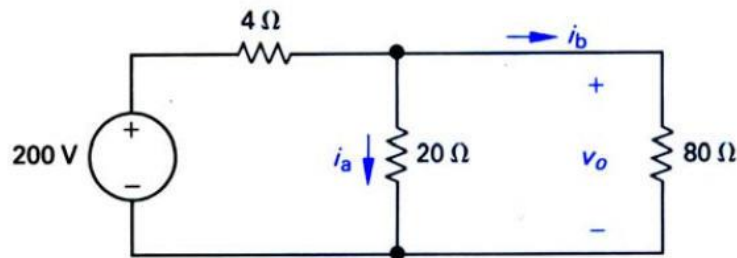
$$\Rightarrow I_3 = 1A$$

$$U_{AB} = 2I_3 + 10 = 12V$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{U_{AB}}{3} = 4A; \quad I_2 = \frac{U_{AB}}{6} = 2A$$

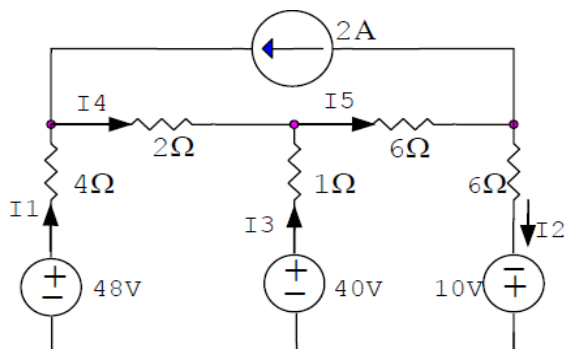
2. BÀI TẬP

Bài 1: Tính i_a , i_b , v_o trong mạch điện hình bên dưới:



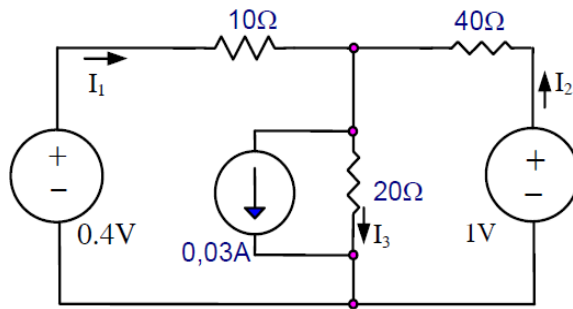
Đáp số: $i_a = 8 (A)$, $i_b = 2(A)$, $v_o = 160(V)$

Bài 2: Cho mạch điện như hình . Biết $I_1 = 1A$, xác định dòng điện trong các nhánh và công suất cung cấp bởi nguồn dòng 2A.



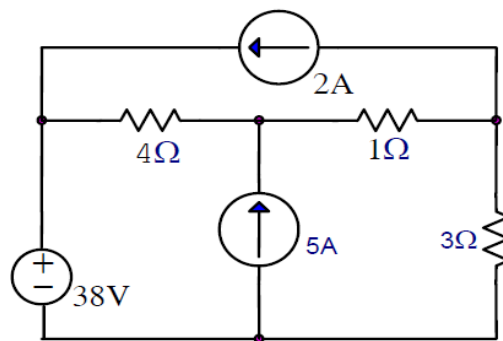
Đáp số: 3A, 2A, 3A, 5A, 72W

Bài 3: Tìm dòng điện trong các nhánh ở mạch điện hình:



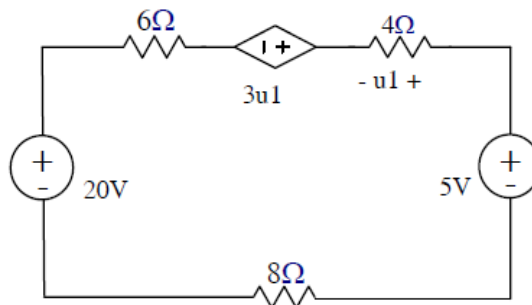
Đáp số: 0.02A, 0.02A, 0.01A

Bài 4: Cho mạch điện như hình vẽ. Tính dòng và áp trên các phần tử, và nghiệm lại sự cân bằng công suất trong mạch.



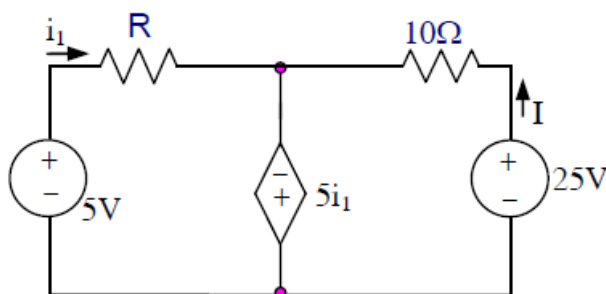
Đáp số: 1A, 3A, 8A, 6A

Bài 5: Xác định u_1 và công suất tiêu tán trên điện trở 8Ω ở mạch điện hình bên dưới:



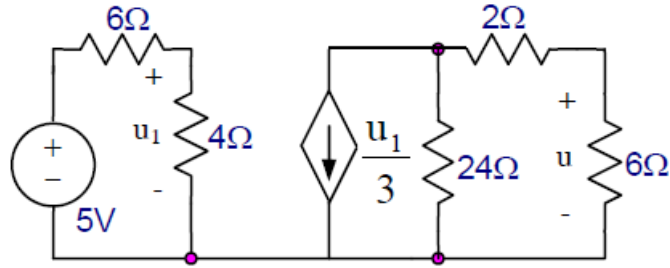
Đáp số: $u_1 = -10V$, $P_{8\Omega} = 50W$

Bài 6: Cho mạch điện như hình. Xác định R để cho $I = 5A$.



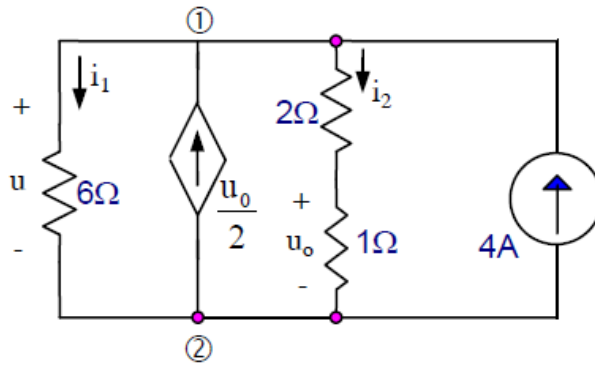
Đáp số: $R = 6\Omega$

Bài 7: Tìm áp u trên mạch điện hình bên dưới:



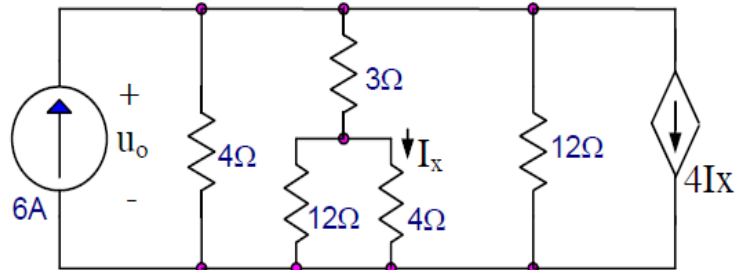
Đáp số: $u = -3V$

Bài 8: Xác định u_o ở mạch hình bên dưới:



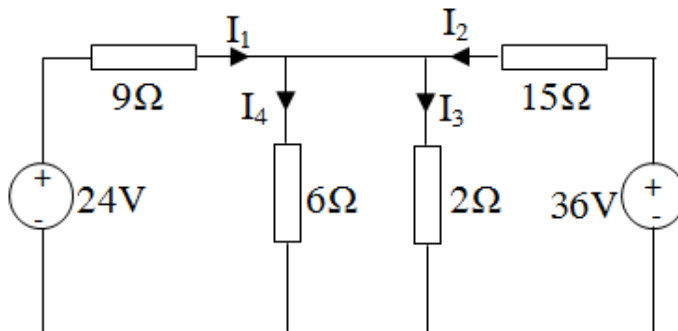
Đáp số: $u_o = 4V$

Bài 9: Tìm u_o ở mạch điện hình:



Đáp số: $u_o = 6V$

Bài 10: Cho mạch điện như hình:

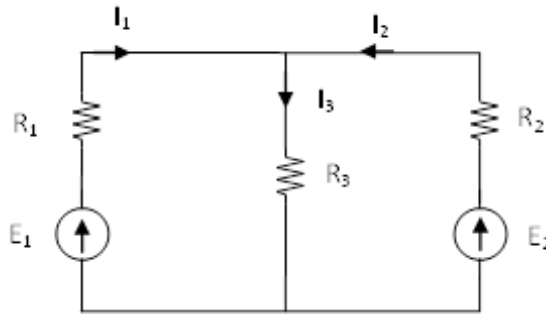


- a. Tính I_1, I_2, I_3, I_4 ?
 b. Kiểm tra sự cân bằng công suất trong mạch?

Đáp số: $I_1 = 2A$ $I_2 = 2A$ $I_3 = 3A$ $I_4 = 1A$

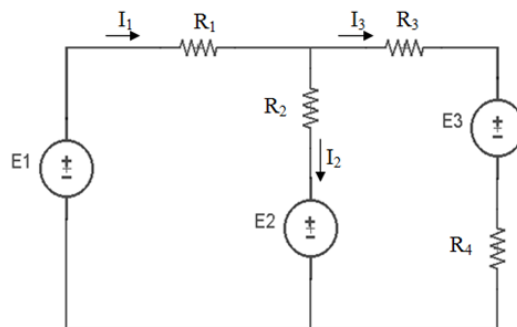
$P_n = 120W$ $P_t = 120W$ Công suất trong mạch là cân bằng

Bài 11: Cho mạch điện như hình vẽ biết: $E_1 = 125V, E_2 = 90V, R_1 = 15\Omega, R_2 = 10\Omega, R_3 = 20\Omega$.
 Tìm các dòng điện trong các nhánh?



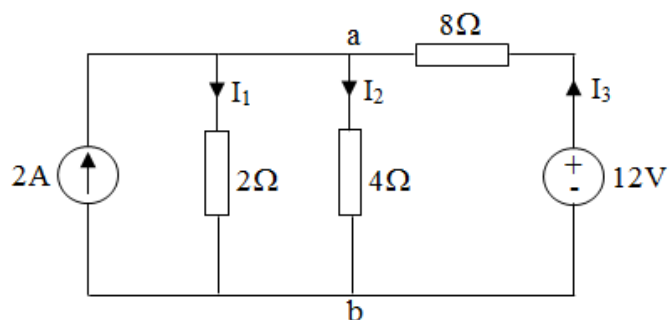
Đáp số: $I_1 = 3A$ $I_2 = 1A$ $I_3 = 4A$

Bài 12: Cho mạch điện với $E_1 = 100V, E_2 = 20V, E_3 = 50V, R_1 = 5\Omega, R_2 = 15\Omega, R_3 = 10\Omega, R_4 = 5\Omega$.
 Tính các dòng điện nhánh I_1, I_2, I_3



Đáp số: $I_1 = 5.2(A)$ $I_2 = 3.6(A)$ $I_3 = 1.6(A)$

Bài 13: Cho mạch điện như hình:

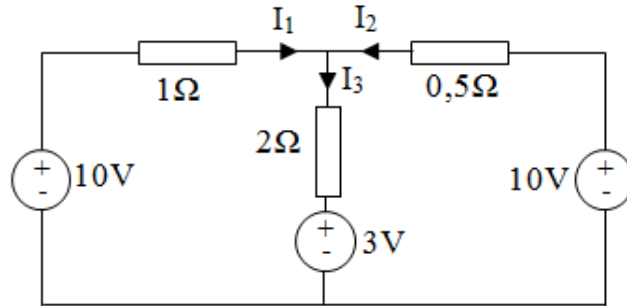


- a. Tính I_1, I_2, I_3 ?

b. Tính công suất nguồn và công suất tải?

Đáp số: $I_1 = 2A$ $I_2 = 1A$ $I_3 = 1A$ $P_n = 20W$ $P_t = 20W$

Bài 14: Cho mạch điện như hình:

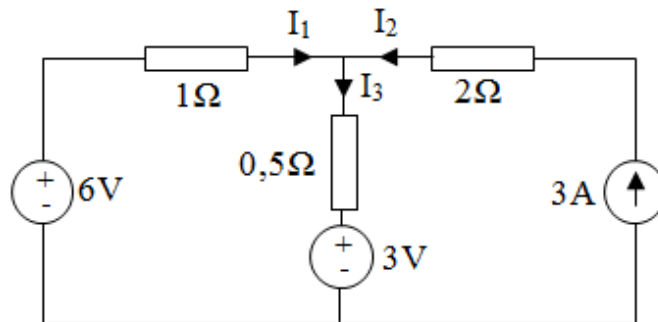


a. Tính I_1, I_2, I_3 ?

b. Tính công suất nguồn và công suất tải?

Đáp số: $I_1 = 1A$ $I_2 = 2A$ $I_3 = 3A$ $P_n = 21W$ $P_t = 21W$

Bài 15: Cho mạch điện như hình:

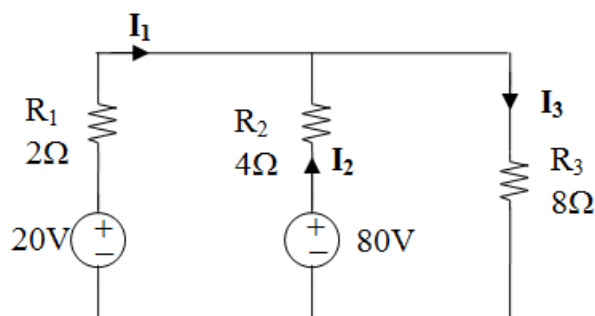


a. Tính I_1, I_2, I_3 ?

b. Tính công suất nguồn và công suất tải?

Đáp số: $I_1 = 1A$ $I_2 = 3A$ $I_3 = 4A$ $P_n = 27W$ $P_t = 27W$

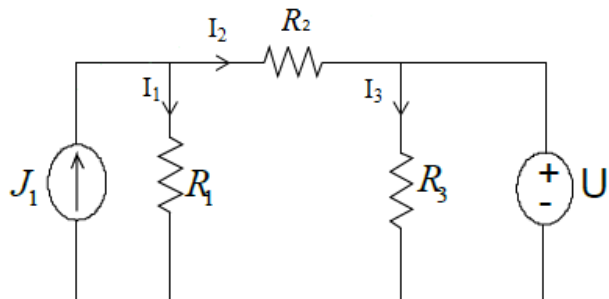
Bài 15: Cho mạch điện như hình:



- a. Dòng điện I_1, I_2, I_3
- b. Công suất tác dụng của R_3

Đáp số: $I_1 = -7.1A$ $I_2 = 11.4A$ $I_3 = 4.3A$ $P_{3\Omega} = 148W$

Bài 16: Cho mạch điện như hình vẽ:



Cho biết : $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $R_3 = 20 \Omega$, $J = 5A$, $U = 100V$

Tính dòng điện I_1, I_2, I_3

Đáp số: $I_1 = 5A$ $I_2 = 0A$ $I_3 = 5A$