

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY – HCM CITY  
UNIVERSITY OF SCIENCE

## ĐIỆN TỬ CƠ BẢN



### CHƯƠNG I: LINH KIỆN THỤ ĐỘNG & CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

**Presenter: Nguyen Thi Thien Trang**



# AGENDA

1

Linh kiện thụ động

---

2

Các định luật mạch điện

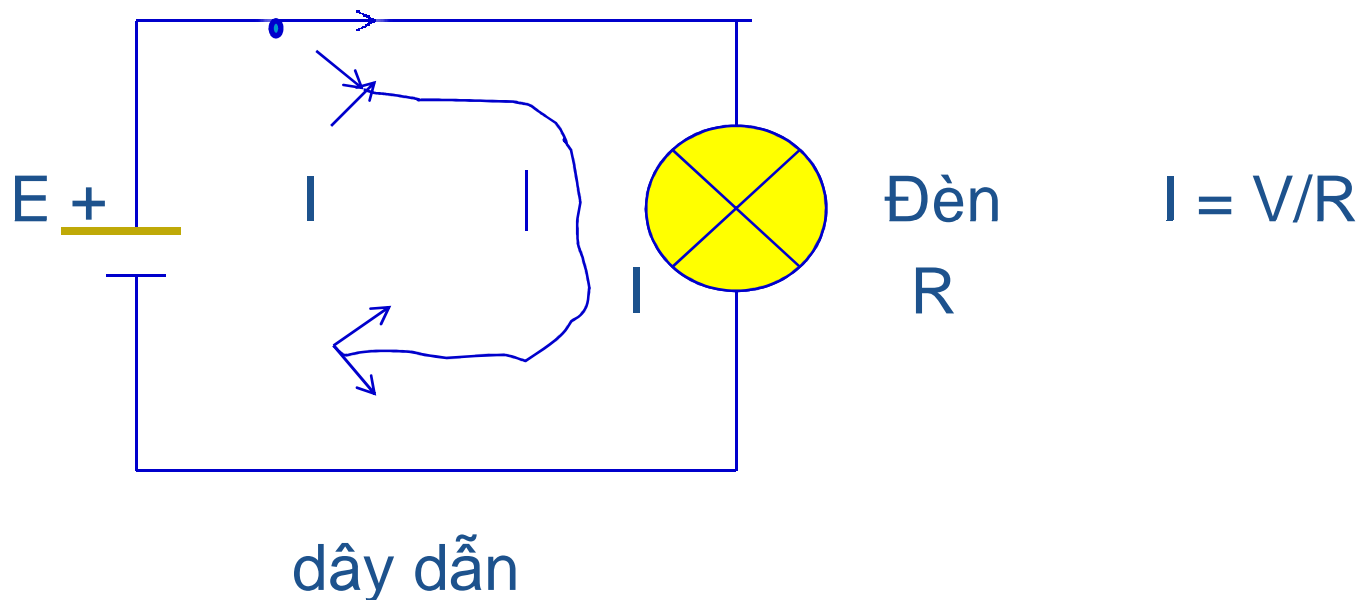
---



# NHỮNG PHẦN TỬ MẠCH ĐIỆN

- Mạch điện căn bản

Khoá K (công tắc)

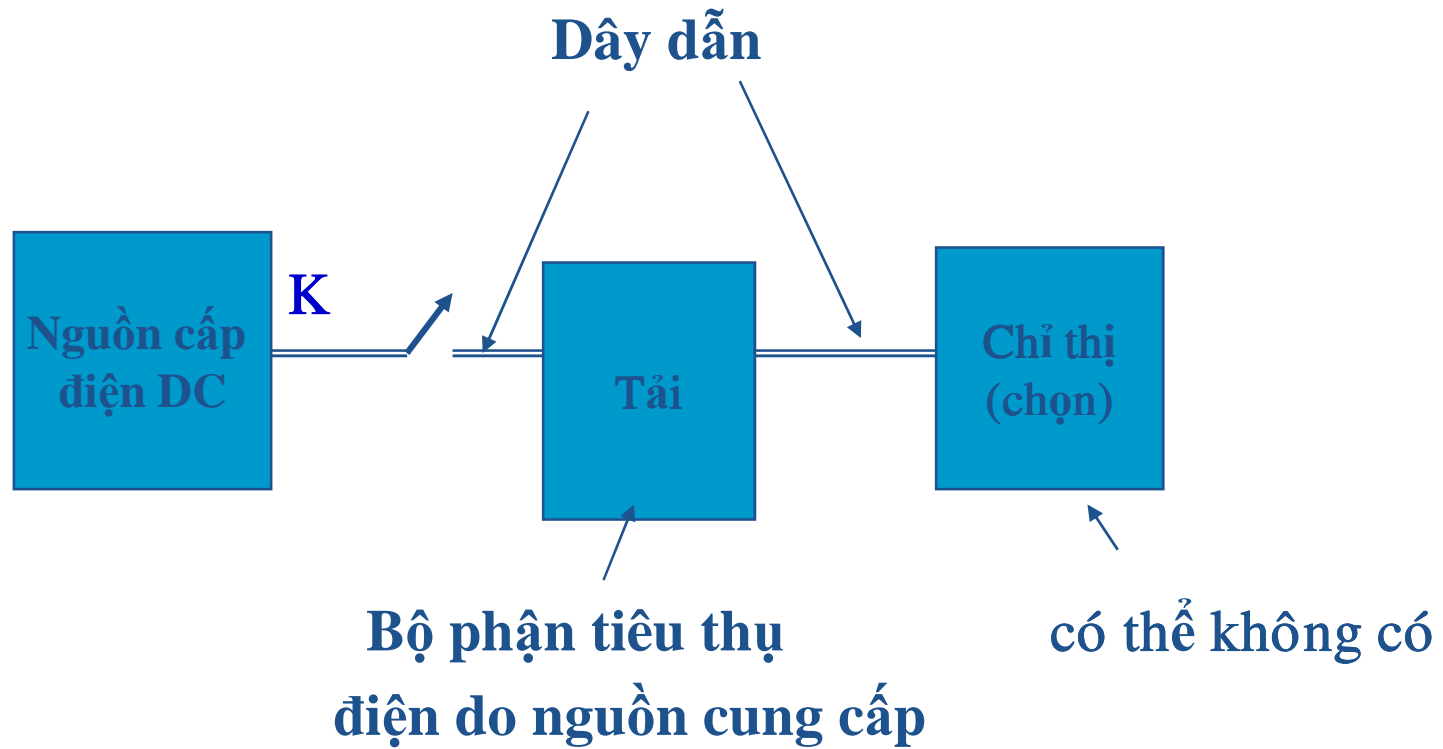


- Khoá K hở: Đèn tắt ( Mạch hở,  $I = 0$  )
- Khoá K đóng: Đèn sáng ( Mạch kín,  $I$  khác không )



# NHỮNG PHẦN TỬ MẠCH ĐIỆN

- Sơ đồ mạch điện cơ bản:





# LINH KIẾN THỤ ĐỘNG

- **Điện trở - Resistor**
- **Tụ điện – Capacitor**
- **Cuộn cảm – Inductor**
- **Biến áp - Transformer**



# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Điện trở là linh kiện điện tử cơ bản, nó cản trở sự lưu thông của dòng điện.

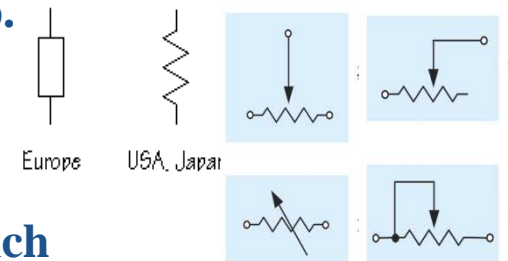
Tác dụng của điện trở trong mạch điện là xác định mức dòng và áp.

Đơn vị của điện trở là Ohm – ký hiệu là  $\Omega$ .

Bội số của  $\Omega$  thường là Kilo, Mega và Giga

$$1K \Omega = 10^3 \Omega \quad 1M \Omega = 10^6 \Omega \quad 1G \Omega = 10^9 \Omega$$

**Định luật Ohm:** điện trở tỉ lệ thuận với điện áp đặt vào và tỉ lệ nghịch với dòng điện qua nó. 1 Ohm là điện trở của đoạn mạch có dòng 1 Ampe đi qua khi hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch đó là 1 Volt.



Ký hiệu trong sơ đồ mạch

Các nhà sản xuất không sản xuất điện trở với mọi giá trị mà theo các giá trị chuẩn được EIA khuyến nghị, gọi là tiêu chuẩn E với các họ chính là:

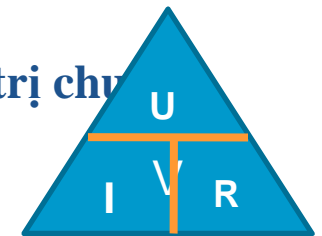
E6 – sai số 20%	100, 150, 220, 330, 470, 680
E12 – sai số 10%	100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820
E24 – sai số 5%	100, 110, 120, 130, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910

E48 – sai số 2%

E96 – sai số 1%

E128 – sai số 0,25%; 0,5%; 0,1% và cao hơn nữa

Để có giá trị mong muốn người ta mắc điện trở theo kiểu nối tiếp, song song hoặc kết hợp.

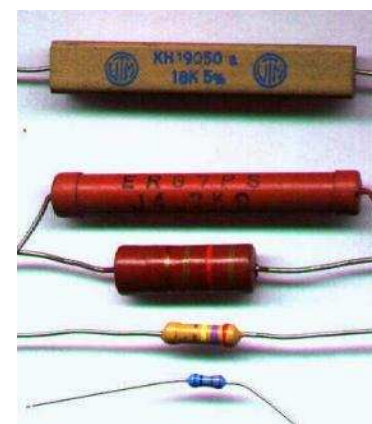
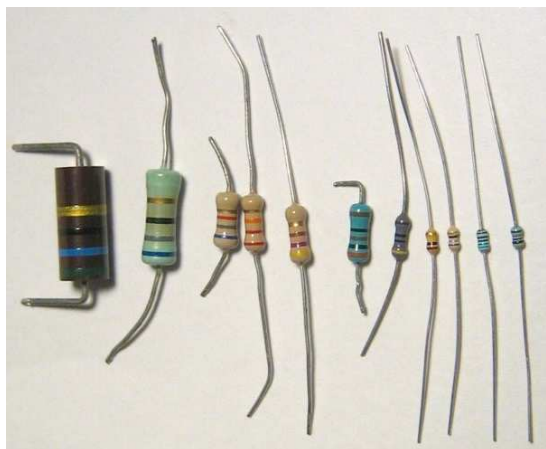


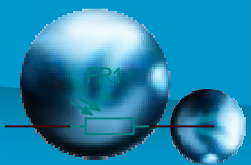
Định luật Ohm



# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Hình dáng thực tế của một số loại điện trở





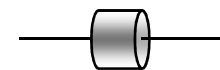
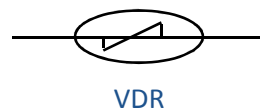
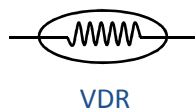
# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Ký hiệu và hình dáng thực tế của một số loại điện trở đặc biệt

## Nhiệt trở



## Điện trở tùy áp



## Quang trở







# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Các loại điện trở có giá trị cố định:

+ **Điện trở than (carbon):** là loại điện trở được làm bằng cách ép hỗn hợp bột than và chất kết dính thành dạng trụ hoặc thanh có vỏ bọc gốm hoặc sơn. Chúng có giá trị trong một phạm vi rộng, công suất nhỏ (từ 1/8 đến 2W) và dung sai lớn. Thường được dùng ở khu vực tần số cao. Điện trở carbon thường được ký hiệu là CR và được sản xuất theo tiêu chuẩn E6, E12 và E24.

+ **Điện trở film:** là loại điện trở được làm bằng cách kết tinh kim loại, carbon hoặc oxide kim loại trên lõi gốm.

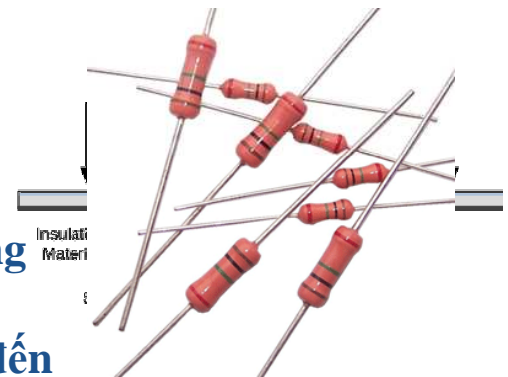
Giá trị của điện trở film phụ thuộc vào độ dày của lớp film và các đường xoắn ốc được tạo ra trên bề mặt đó (nhờ các tia laser).

Điện trở film có giá trị từ rất nhỏ đến rất lớn, công suất rất thấp (1/20 đến 1/2W), dung sai rất nhỏ, và chất lượng cao (nhiều nhiệt nhỏ, đặc tính tần số cao)

Điện trở màng kim loại được ký hiệu là MFR, điện trở màng carbon được ký hiệu là CF. Chúng được sản xuất theo chuẩn E24, E96 và E192

+ **Điện trở dây quấn:** là loại được làm bằng cách quấn dây kim loại có đặc tính dẫn điện kém (ví dụ như Niken) lên lõi gốm. Loại này thường có giá trị nhỏ nhưng chịu dòng lớn và công suất rất cao (1 đến 300W), có khi lên tới hàng nghìn W.

Điện trở dây quấn được ký hiệu là WH hoặc W, sai số từ 1 đến 10%

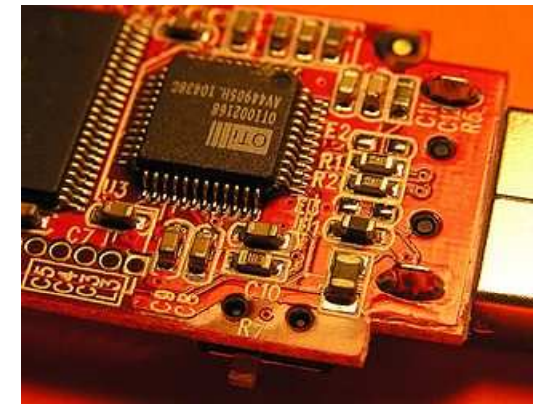
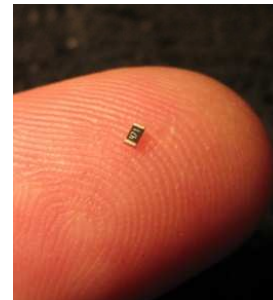
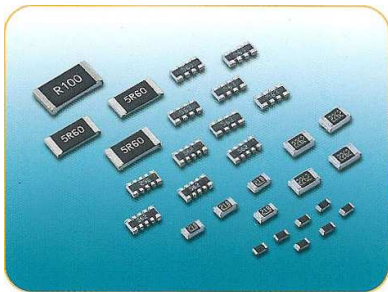




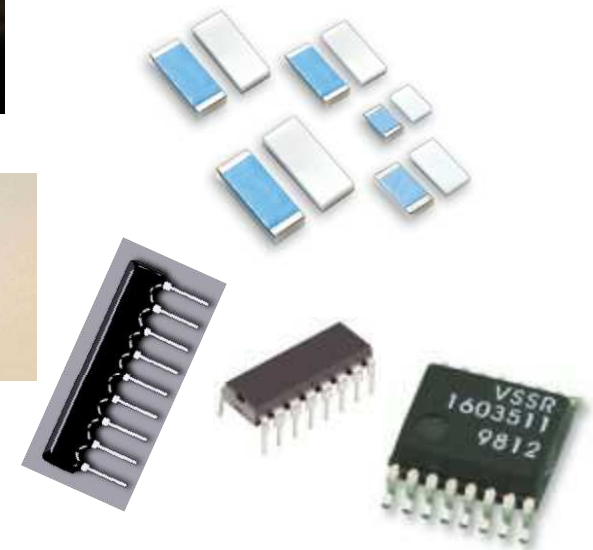
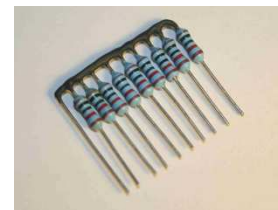
# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Các loại điện trở có giá trị cố định (tiếp):

+ **Điện trở bề mặt (Surface mount)** là loại điện trở được làm theo công nghệ dán bề mặt, tức là dán trực tiếp lên bảng mạch in. Khi này người ta có thể thu nhỏ kích thước mạch rất nhiều. Kích thước của điện trở loại này có thể nhỏ tới 0,6mm x 0,3mm (so với kích thước thông thường cỡ 8mm của điện trở than và 5cm của điện trở dây quấn)



+ **Dãy điện trở:** là loại được sản xuất nhằm đáp ứng cho các ứng dụng cần một loạt các điện trở cùng giá trị mắc song song với nhau (ví dụ như cần hạn dòng cho dãy hoặc ma trận các LED). Loại điện trở này có thể chế tạo rời sau đó hàn chung 1 chân (có vỏ hoặc không có vỏ) hoặc chế tạo theo kiểu vi mạch với kiểu chân SIP hoặc DIP.

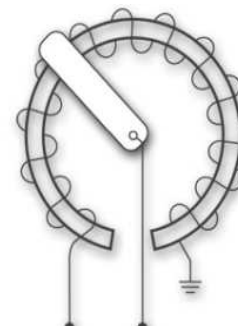
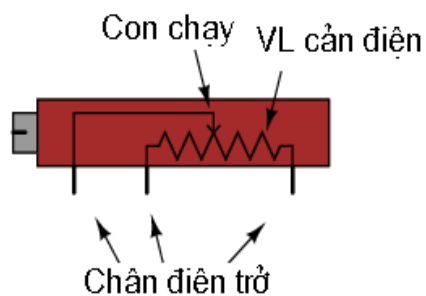
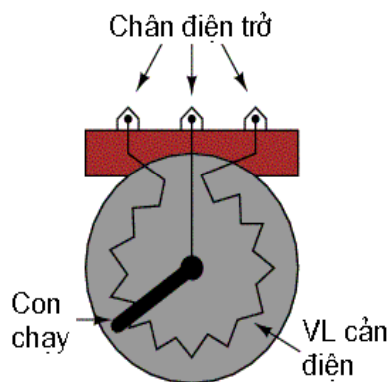




# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Các loại điện trở có giá trị thay đổi (biến trở):

**Nguyên tắc:** sử dụng con chạy để thay đổi độ dài của lớp cản điện, từ đó thay đổi giá trị của điện trở giữa các chân.



+ **Biến trở thanh trượt:** tương tự như loại núm xoay nhưng được chế tạo dưới dạng thanh và con chạy gắn với thanh trượt để điều chỉnh vị trí (cũng tỉ lệ tuyến tính).



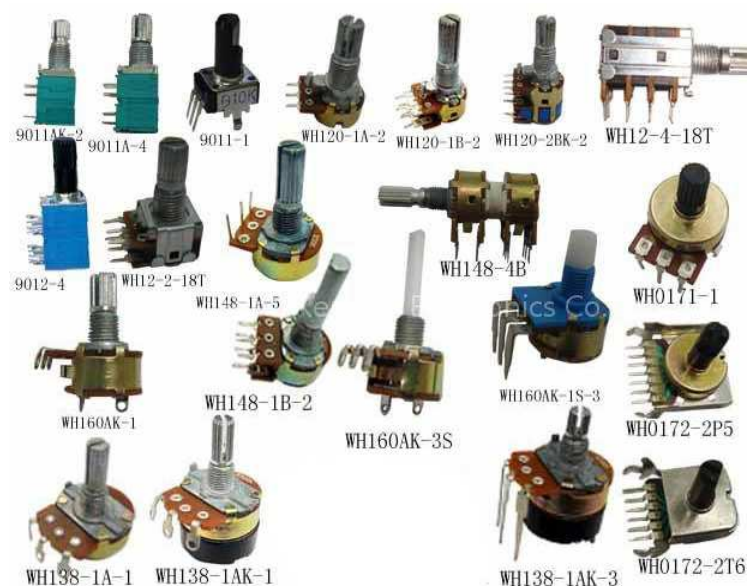


# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Các loại điện trở có giá trị thay đổi (biến trở):

+ **Biến trở núm xoay**: là loại biến trở mà con chạy được gắn với trục xoay ở giữa. Việc điều chỉnh được thực hiện nhanh chóng và dễ dàng nhưng độ chính xác không cao.

Loại biến trở này thường có kết cấu kiểu dây quấn với kích thước khá lớn và giá trị điều chỉnh tỉ lệ kiểu tuyến tính. Khi phải sử dụng cả 3 chân để điều chỉnh điện áp trong mạch thì người ta gọi loại này là **chiết áp (potentiometer)**.



+ **Biến trở vi chỉnh (trimer)**: là loại được làm chủ yếu từ carbon, kích thước nhỏ và phải sử dụng tô vít để xoay. Tỉ lệ điều chỉnh của loại biến trở này thường là logarit





# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

Cách đọc thông số của điện trở

+ Đọc trực tiếp khi thân điện trở đủ lớn (**điện trở dây quấn**) để ghi giá trị điện trở, công suất và dung sai.

Ví dụ: **22  $\Omega$ , 25W, sai số 1%**

+ Đọc gián tiếp theo quy ước chữ số và chữ cái (**điện trở dán bề mặt**) và mã màu (**điện trở carbon hoặc điện trở film**) – tiêu chuẩn BS 1852 của Anh

**Quy ước 1:** Chữ số cuối cùng (3 hoặc 4) chỉ hệ số nhân chữ cái chỉ đơn vị

**R (hoặc E hoặc không ghi) =  $\Omega$**

**K =  $10^3 \Omega$**

**M =  $10^6 \Omega$**

vị trí chữ cái chỉ vị trí dấu thập phân



**Quy ước 2:** Chữ số cuối cùng chỉ hệ số nhân

Chữ cái chỉ dung sai **F = 1%; G = 2%; J = 5%; K = 10%**

ví dụ: **150F = 15  $\Omega \pm 1\%$**

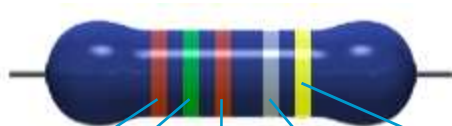
**683J = 68K  $\Omega \pm 5\%$**





# ĐIỆN TRỞ – RESISTOR

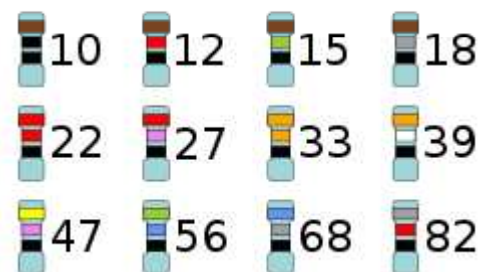
## Quy ước mã màu



Màu	Vòng 1,2 Số thực	Vòng 3 Hệ số nhân	Vòng 4 Dung sai	Vòng 5 Hệ số nhiệt
Đen	0	$10^0$	-	
Nâu	1	$10^1$	1%	100ppm
Đỏ	2	$10^2$	2%	50ppm
Cam	3	$10^3$ - 1K	3%	15ppm
Vàng	4	$10^4$	4%	25ppm
Lục	5	$10^5$	-	
Lam	6	$10^6$ - 1M	-	
Tím	7	$10^7$	-	
Xám	8	-	-	
Trắng	9	-	-	
Vàng kim	-	$10^{-1}$	5%	
Bạch kim	-	$10^{-2}$	10%	

## Bảng tra màu và giá trị điện trở

### Vạch màu của điện trở thuộc E12



+ Nếu chỉ có 3 vòng màu thì sai số mặc định là 20%  
 + Nếu 6 vòng màu thì 3 vòng đầu chỉ số thực



# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

Tụ điện là linh kiện thụ động dùng để nạp và phóng điện tích (có khả năng tích trữ năng lượng điện). Nó chặn dòng một chiều nhưng lại cho dòng xoay chiều đi qua.



*Ký hiệu và hình dáng thực tế của một số loại tụ điện*



# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

Cấu tạo chung nhất của tụ điện gồm 2 tấm dẫn điện được cách điện với nhau bằng một lớp điện môi.

Khi đó điện dung của tụ được tính bằng công thức:

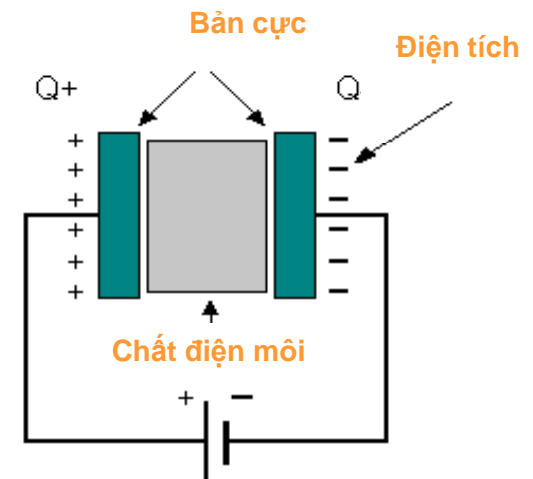
$$C = \epsilon \cdot \frac{S}{d} \quad [F]$$

Trong đó:

$\epsilon$  là hằng số điện môi

$S$  là tiết diện hiệu dụng của bản cực tụ

$d$  là khoảng cách giữa hai bản cực tụ



Đơn vị tính độ lớn của điện dung là Fara nhưng trên thực tế đây là giá trị rất lớn nên người ta thường dùng ước số của Fara là:

MicroFara,  $1\mu F = 10^{-6} F$

NanoFara,  $1nF = 10^{-9} F$

PicoFara,  $1pF = 10^{-12} F$





# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

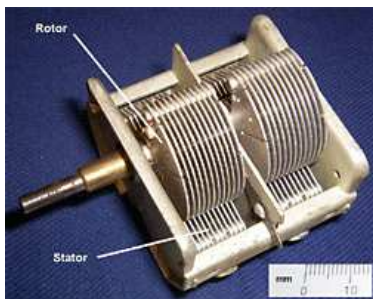
## Phân loại tụ điện

+ Tụ điện có trị số biến đổi, loại này đều là dạng tụ không phân cực

**Tụ xoay cách điện bằng không khí:** được cấu tạo từ các lá kim loại tĩnh và lá kim loại động. Khi xoay trục xoay, các lá động dịch chuyển làm thay đổi diện tích hiệu dụng giữa chúng và từ đó thay đổi giá trị của điện dung  $C$ . Loại này thường có kích thước lớn và độ chính xác không cao.

**Tụ đồng trục chỉnh:** được cách điện bởi các lá gốm hoặc mica, trục xoay sẽ đồng thời làm thay đổi giá trị của nhiều tụ điện trên đó. Loại này thường được sử dụng trong các mạch dò cộng hưởng, chọn đài ở radio ... để thay đổi giá trị điện dung của vài tụ điện ở các mạch khác nhau.

**Tụ vi chỉnh:** có kích thước nhỏ, phải sử dụng toovit để tinh chỉnh giá trị. Chúng có giá trị khá nhỏ, vài pF và dùng để tinh chỉnh hay điều chuẩn cho mạch.





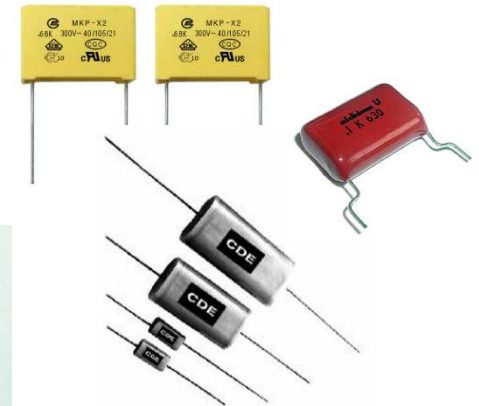
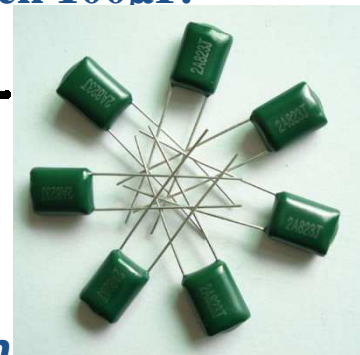
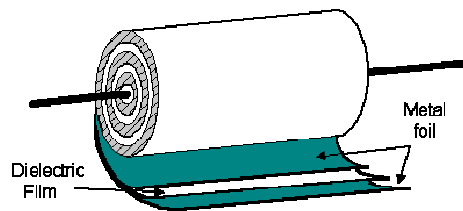
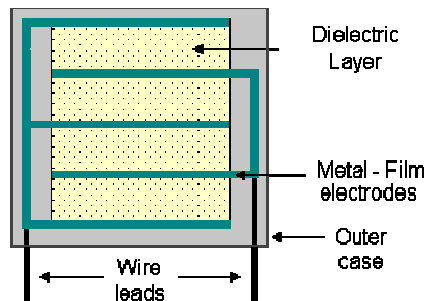
# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

Phân loại tụ điện (tiếp)

+ Tụ điện có trị không đổi, loại này có cả phân cực và không phân cực

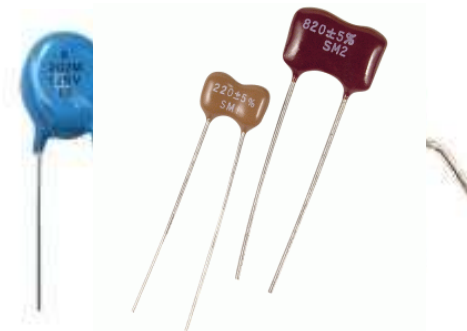
**Tụ màng mỏng:** là tụ mà lớp điện môi giữa các bản cực tụ là loại màng mỏng bằng polyester (Mylar), polystyrene, polypropylene, polycarbonate, teflon, giấy tráng kim loại ...

Đây là loại tụ phổ biến nhất và có giá trị từ 5pF đến 100μF.



**Điện cực dạng thanh hoặc dạng tấm cuộn tròn**

**Tụ gốm hay tụ đĩa:** là loại tụ được làm bằng cách lắng đọng kim loại (thường là bạc) lên trên hai mặt của đĩa gốm. Vì gốm có hằng số điện môi rất lớn nên loại tụ này có thể có giá trị điện dung lớn (vài pF đến 2μF) dù kích thước rất nhỏ (3 – 6mm). Người ta có thể sử dụng mica thay cho gốm, khi đó chất lượng của tụ rất cao.





# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

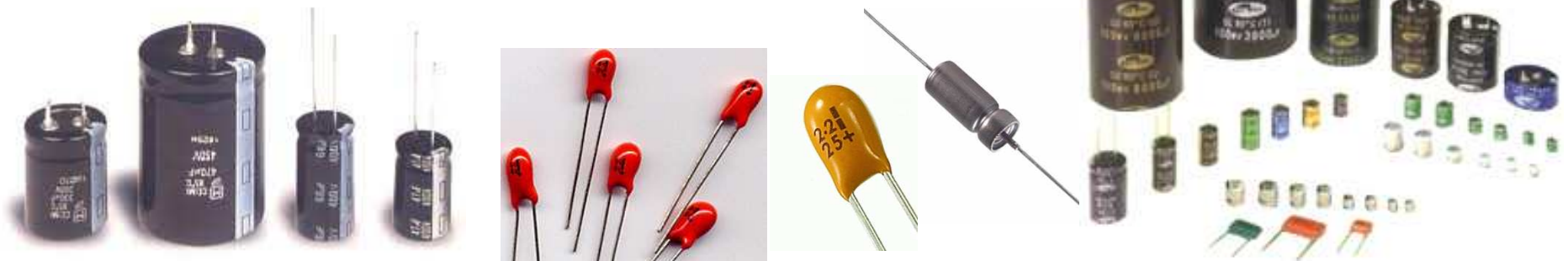
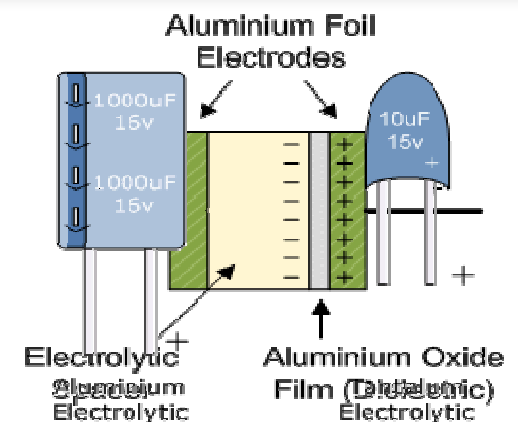
## Phân loại tụ điện (tiếp)

**Tụ điện phân (tụ hóa):** là loại tụ phân biệt cực tính, có giá trị điện dung rất lớn (từ vài  $\mu\text{F}$  đến hàng chục nghìn  $\mu\text{F}$ ). Có 2 loại tụ điện phân phổ biến là **tụ nhôm** và **tụ tantan**. Khi đó lớp điện môi cách điện chính là lớp oxide với độ dày rất mỏng (vài  $\mu\text{m}$ ), nhờ vậy mà tụ hóa mới có giá trị điện dung lớn trong khi kích thước lại nhỏ gọn nhưng cũng vì thế mà điện áp chịu đựng cũng nhỏ hơn.

Tụ hóa có cấu tạo bởi bản cực nhôm mỏng cuộn tròn, bên trong là chất điện phân và lớp cách điện là sản phẩm của phản ứng hóa học xảy ra trong lòng tụ (lớp oxide).

Tụ hóa thường được sử dụng trong mạch lọc điện áp gợn của mạch nguồn, mạch âm tần ...

Khi sử dụng cần mắc đúng cực tính cho tụ, nếu sai có thể gây cháy nổ tụ.





# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

Cách đọc thông số trên thân tụ (gần giống điện trở)

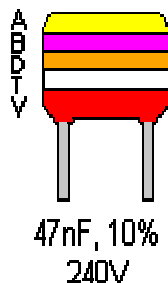
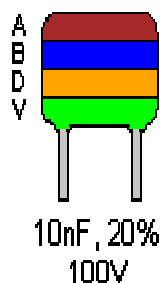
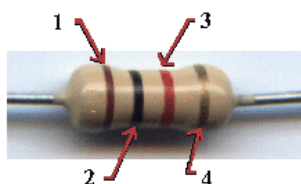
+ **Đọc trực tiếp:** áp dụng cho tụ hóa. Kích thước đủ lớn để ghi đầy đủ các thông số: điện dung, điện áp làm việc, dải nhiệt độ ....

+ **Đọc theo quy ước** về chữ số và chữ cái: áp dụng cho tụ đĩa gốm hoặc mica

Đơn vị tính bằng pF

Ví dụ:  $150000\text{pF} = 150\text{ nF}$

+ **Mã màu:** áp dụng cho tụ film gốm



Màu	Số A	Số B	Hệ số nhân D	Dung sai khi > 10pF	Dung sai khi < 10pF	Hệ số nhiệt TC	Điện áp làm việc V
Đen	0	0	x1	± 20%	± 2.0pF		
Nâu	1	1	x10	± 1%	± 0.1pF	-33x10 <sup>-6</sup>	
Đỏ	2	2	x100	± 2%	± 0.25pF	-75x10 <sup>-6</sup>	250v
Cam	3	3	x1000	± 3%		-150x10 <sup>-6</sup>	
Vàng	4	4	x10k	+100%,-0%		-220x10 <sup>-6</sup>	400v
Lục	5	5	x100k	± 5%	± 0.5pF	-330x10 <sup>-6</sup>	100v
Lam	6	6	x1m			-470x10 <sup>-6</sup>	630v
Tím	7	7				-750x10 <sup>-6</sup>	
Xám	8	8	x0.01	+80%,-20%			
Trắng	9	9	x0.1	± 10%			



# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

Một số thông số cơ bản của tụ điện:

+ **Trị số và dung sai**

Giá trị điện dung của tụ đặc trưng cho khả năng tích điện (lưu giữ năng lượng điện) và phụ thuộc vào cấu tạo của tụ.

Dung sai biểu thị giá trị thực tế sai lệch bao nhiêu so với giá trị danh định đưa ra bởi nhà sản xuất. Dung sai được tính bằng công thức:

$$\frac{C_u - C_{dd}}{C_{dd}} 100\%$$

Thông thường các tụ có dung sai  $\pm 5\%$  hoặc  $10\%$ , cá biệt có một số tụ hóa có dung sai lên tới  $20\%$

+ **Điện áp chịu đựng ( $V_{DC}$ ):** là giá trị điện áp một chiều lớn nhất đặt lên tụ mà tụ không bị mất tính chất hóa, lý của nó. Giá trị này thường được in ngay trên thân tụ: **10V, 16V, 25V, 35V, 63V, 100V, 160V, 250V, 400V and 1000V**

+ **Nhiệt độ làm việc:** là dải nhiệt độ mà tụ làm việc bình thường, không bị thay đổi tính chất lý hóa. Giá trị này cũng thường được in ngay trên thân tụ. Hầu hết các tụ có dải nhiệt độ từ  $-30^\circ\text{C}$  đến  $+125^\circ\text{C}$

+ **Dòng điện rò:** là dòng điện tích chạy qua lớp điện môi, chúng làm chất điện môi nóng lên và có thể tích nhiệt tới mức bị cháy. Giá trị này tùy thuộc vào từng loại tụ và cỡ  $\mu\text{A}$ . Tụ màng mỏng có dòng rò nhỏ hơn tụ điện cực nhôm.







# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

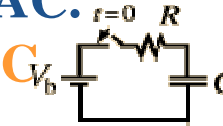
Hoạt động của tụ điện trong mạch DC và AC.

+ **Đặc tính nạp / xả của tụ trong mạch DC**

**Thí nghiệm 1:** mắc điện trở R, tụ điện C với nguồn pin. Khi đó, dòng điện nạp và điện tích nạp trên 2 bản cực tụ có dạng như hình bên.

$$\tau = RC$$

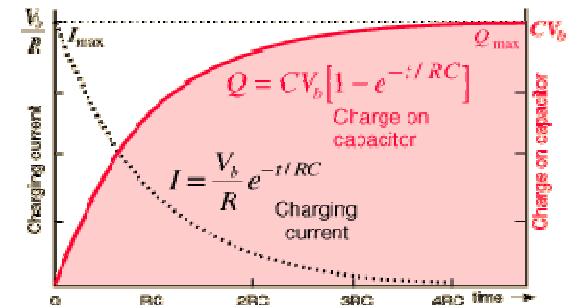
được gọi là hằng số thời gian



$$V_b = V_R + V_C$$

$$V_b = IR + \frac{Q}{C}$$

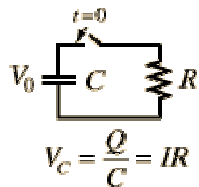
$$V_b = IR + \frac{Q}{C}$$



$$\begin{aligned} \text{At } t=0 \\ Q &= 0 \\ V_C &= 0 \\ I &= \frac{V_b}{R} \end{aligned}$$

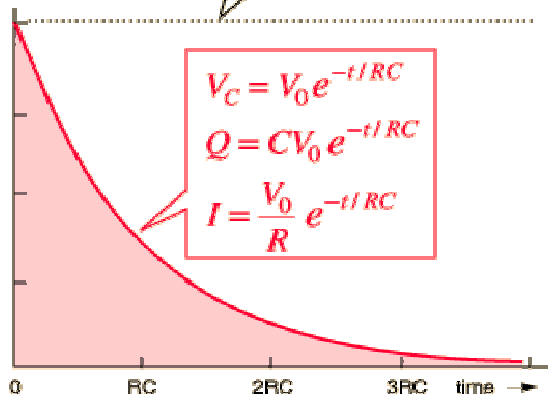
$$\begin{aligned} \text{As } t \rightarrow \infty \\ Q &\rightarrow CV_b \\ V_C &\rightarrow V_b \\ I &\rightarrow 0 \end{aligned}$$

$$W = \frac{1}{2} CV_b^2$$



$$V_C = V_0, Q = CV_0, I = \frac{V_0}{R}$$

$$\begin{aligned} V_C &= V_0 e^{-t/RC} \\ Q &= CV_0 e^{-t/RC} \\ I &= \frac{V_0}{R} e^{-t/RC} \end{aligned}$$



**Thí nghiệm 2:** mắc điện trở R song song với tụ vừa được nạp đầy ở thí nghiệm trước. Khi đó dòng qua R, điện áp trên tụ và điện tích trên 2 bản cực tụ có dạng như hình bên.

Điều gì xảy ra nếu thay điện trở R trong thí nghiệm trên một bóng đèn?



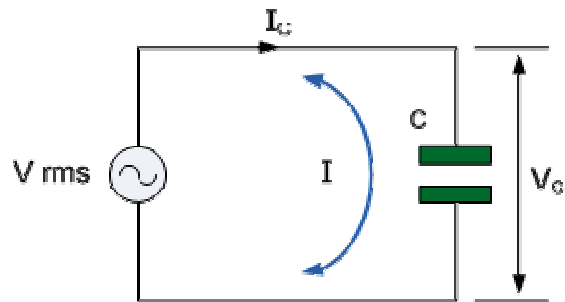
# TỤ ĐIỆN – CAPACITOR

Hoạt động của tụ điện trong mạch DC và AC (tiếp)

+ **Đáp ứng của tụ trong mạch AC**

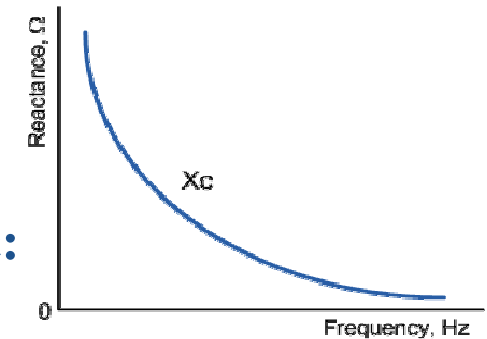
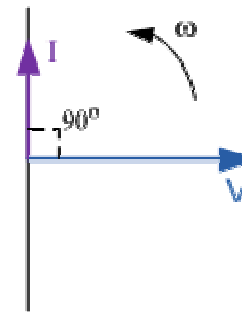
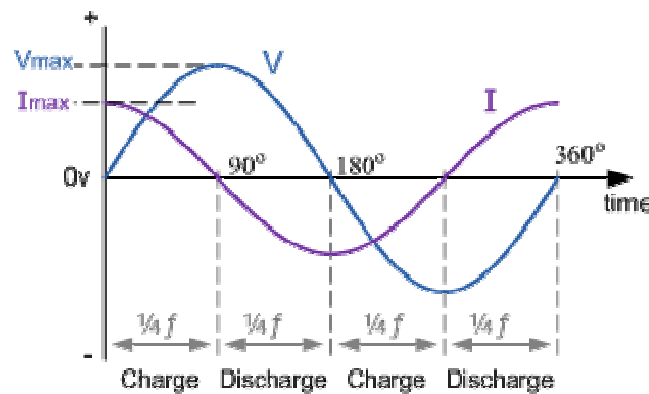
Mắc tụ điện C song song với nguồn điện áp xoay chiều AC như hình dưới.

Khi đó, sự thay đổi của nguồn cung cấp làm cho tụ nạp / xả liên tục và giảm độ thời gian của **dòng và áp qua tụ lệch pha nhau  $90^\circ$** .



$$i_C(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt}$$

$$v_C(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) \cdot dt$$



**Dung kháng:** là giá trị biểu thị sự cản trở dòng AC của tụ điện. Nó phụ thuộc vào tần số và được tính theo công thức:

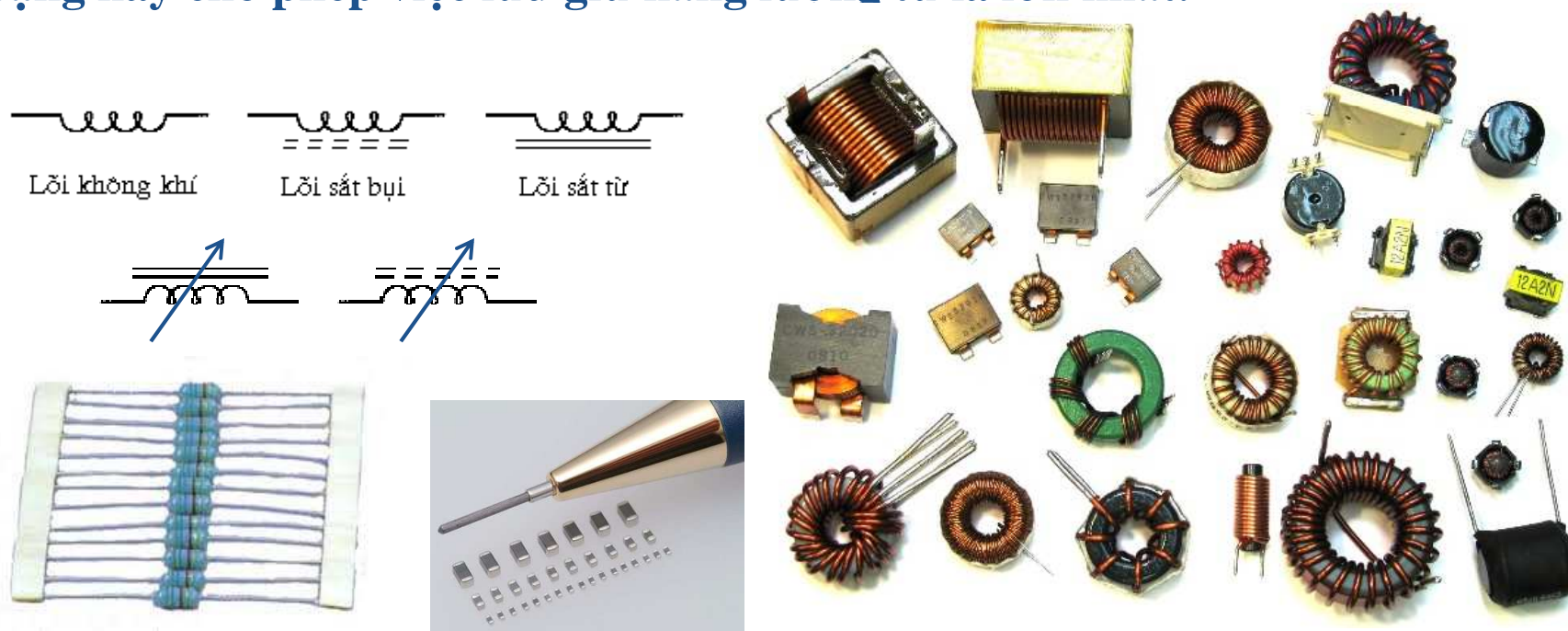
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C} [\Omega]$$



# CUỘN CẢM – INDUCTOR

Cuộn cảm (hay cuộn dây) là linh kiện điện tử có thể lưu trữ năng lượng từ trường khi cho dòng điện qua. Khả năng này của cuộn cảm được đo bằng độ tự cảm (L) của nó, đơn vị là Henry (H).

Thông thường cuộn cảm có cấu tạo là các ống dây (dạng trụ hoặc xuyên) vì hình dạng này cho phép việc lưu giữ năng lượng từ là lớn nhất.



*Ký hiệu và hình dáng thực tế của các loại cuộn cảm*





# CUỘN CẢM – INDUCTOR

Khi một vật dẫn có dòng điện chạy qua thì từ trường được hình thành bởi dòng điện này có xu hướng chống lại sự thay đổi của dòng ban đầu, đại lượng đặc trưng cho khả năng này của từ trường chính là điện cảm (hay độ tự cảm của vật dẫn), được tính bằng Henry. Đây được coi là đặc tính cố hữu của các vật dẫn dù nhỏ hay lớn, thẳng hay tròn ...

Số lượng vòng dây, kích thước vòng dây và vật liệu làm lõi là những thông số ảnh hưởng rất nhiều tới giá trị của độ tự cảm.

+ Hiện tượng tự cảm trong cuộn dây:

Trong đó:  $I$  là dòng điện qua ống dây

$\Phi$  là từ thông sinh ra trong lòng ống dây

$N$  là số vòng dây

$v$  là điện thế cảm ứng sinh ra giữa 2 đầu cuộn dây

$L$  là độ tự cảm của ống dây

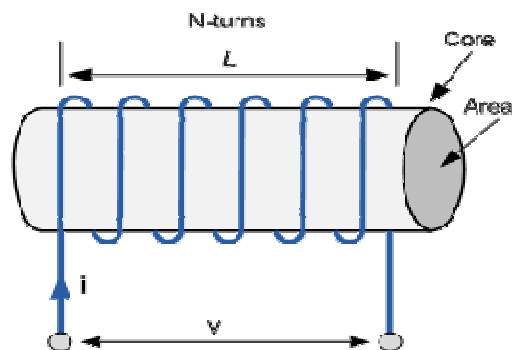
$W_L$  là năng lượng tích trữ trong ống dây

$\mu_0$  là hệ số từ thẩm của chân không

$\mu_r$  là hệ số từ thẩm tương đối của vật liệu làm lõi

$S$ : diện tích tiết diện lõi

$l$ : chiều dài ống dây



$$L = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}$$

$$W_L = \frac{1}{2} Li^2$$

$$v = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L = \mu_r \mu_0 \cdot \frac{n^2}{l} \cdot S$$

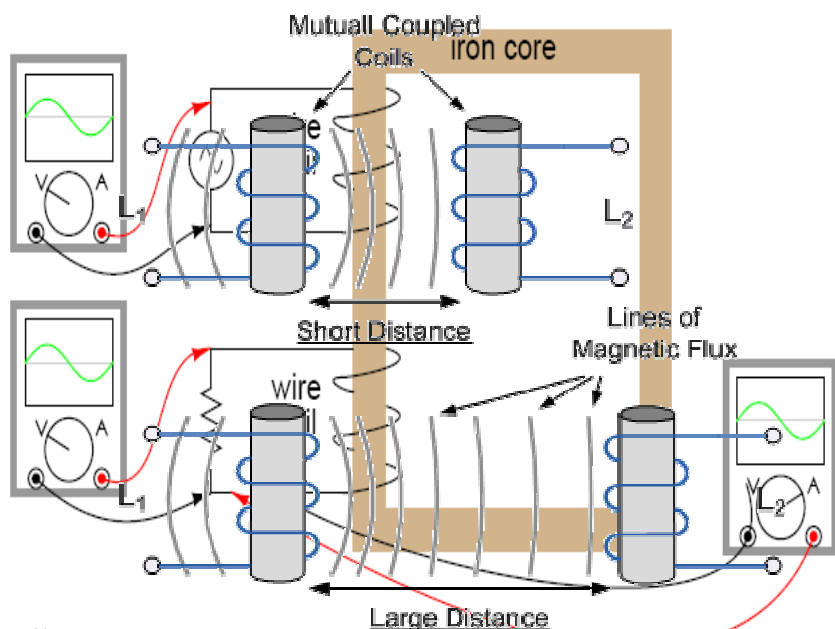


# CUỘN CẢM – INDUCTOR

## + Hiện tượng hồ cảm giữa các cuộn dây:

**TN 1:** Có 2 cuộn dây L1 và L2 đặt gần nhau

- Cho dòng điện DC chạy qua cuộn L1. Di chuyển cuộn 1 lại gần hoặc ra xa cuộn L2
- Kết quả là trên cuộn L2 xuất hiện dòng điện cảm ứng, đây chính là dòng sinh ra do sự biến thiên từ thông của cuộn L1 ảnh hưởng lên L2. Dòng điện cảm ứng mới xuất hiện trên L2 theo nguyên tắc tương tự cũng sinh ra trên L1 dòng cảm ứng.



Hồ cảm M giữa hai cuộn dây được tính bằng công thức:

$$M = \frac{\mu_r \mu_0 N_1 N_2 S}{l} = \sqrt{L_1 L_2} [H]$$

## Thí nghiệm 2:

- Thay dòng điện DC chạy qua cuộn L1 trong thí nghiệm trên bằng dòng AC. Dòng AC này có từ trường biến thiên xung quanh nên gây ảnh hưởng sang cuộn L2.
- Kết quả là trên L2 xuất hiện dòng cảm ứng, ngược lại dòng cảm ứng này lại sinh ra từ trường biến thiên làm xuất hiện trên L1 một dòng cảm ứng khác.

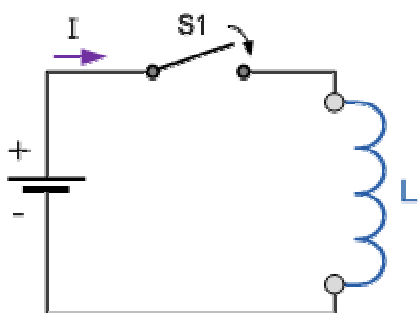
**Kết luận:** Hiện tượng cảm ứng từ xuất hiện do từ trường biến thiên (biến thiên bằng cách nào không quan trọng)



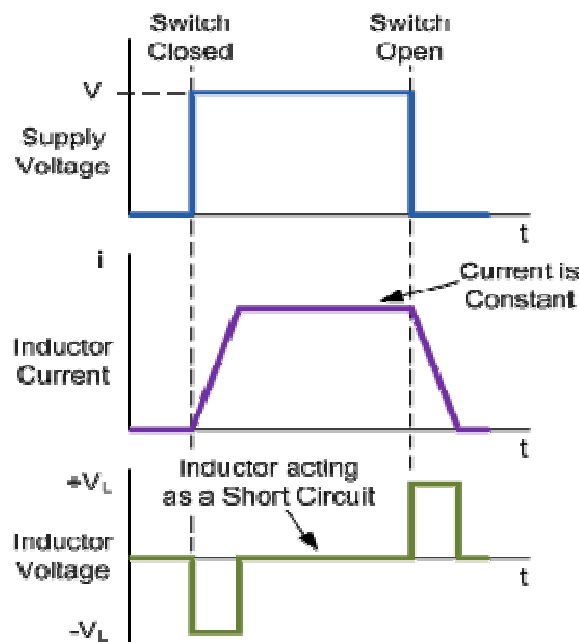
# CUỘN CẢM – INDUCTOR

## Hoạt động của cuộn dây trong mạch DC và AC

+ **Trong mạch DC:** Hiện tượng cảm ứng điện từ chỉ xuất hiện khi dòng điện chạy qua cuộn dây biến thiên, do vậy chỉ trong giai đoạn quá độ (khi đóng mạch và khi ngắt mạch) dòng và áp trong mạch mới thay đổi còn ở giai đoạn xác lập (dòng DC ổn định) cuộn dây như một đoạn dây dẫn.



$$V = L \frac{di}{dt}$$



*Biểu đồ thời gian của điện áp nguồn DC, dòng và điện áp qua cuộn dây*



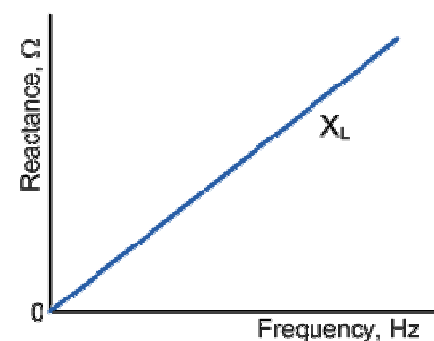
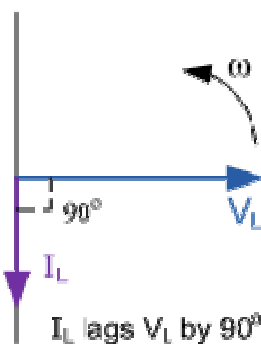
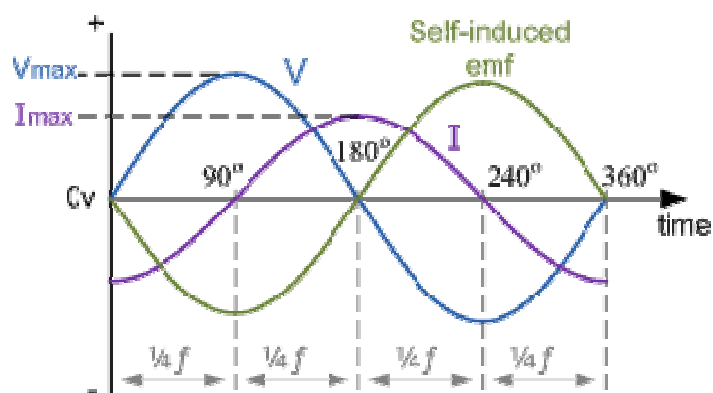
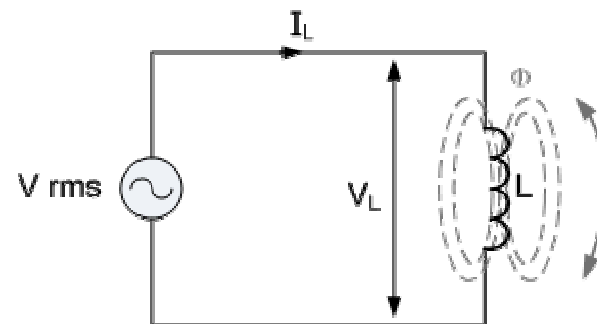
# CUỘN CẢM – INDUCTOR

## Hoạt động của cuộn dây trong mạch DC và AC

+ **Trong mạch AC:** Thí nghiệm với cuộn dây thuần cảm. Do điện áp của nguồn cung cấp tăng, giảm theo chu kỳ nên lực điện từ sinh ra do hiện tượng tự cảm cũng tăng, giảm theo chu kỳ. Do vậy, dòng điện qua cuộn dây **chậm pha  $90^\circ$**  so với điện áp của nó.

Cảm kháng của cuộn dây trong mạch AC được tính theo công thức:

$$X_L = \omega L = 2\pi f L [\Omega]$$



*Biểu đồ thời gian của điện áp và dòng qua cuộn dây, giản đồ pha và hàm quan hệ giữa cảm kháng và tần số*



# BIẾN ÁP – TRANSFORMER

Biến áp là linh kiện dùng để truyền năng lượng điện biến thiên từ mạch này sang mạch kia nhờ các cuộn dây (sơ cấp và thứ cấp) ghép cảm ứng từ với nhau – đó chính là các cuộn dây của biến áp.



*B.A lõi sắt từ*



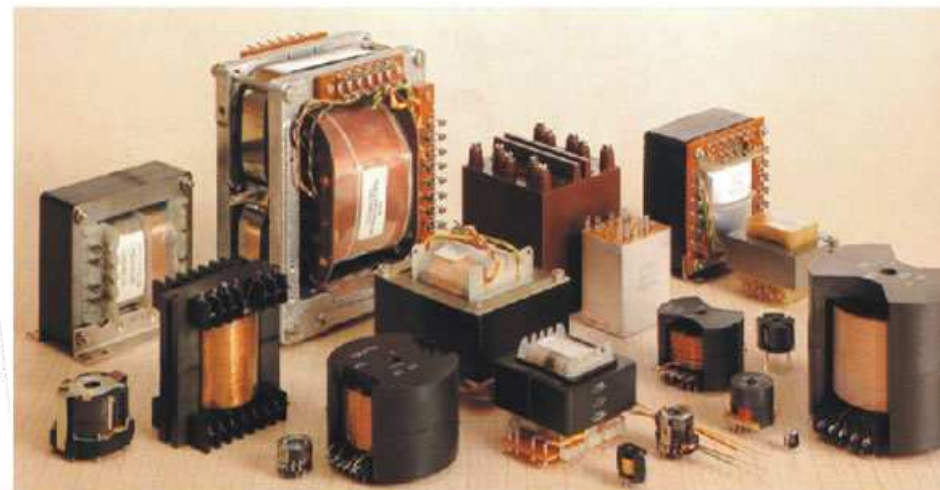
*B.A lõi sắt bụi*



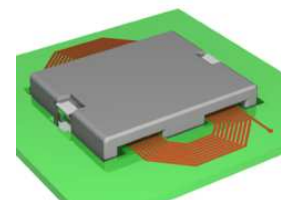
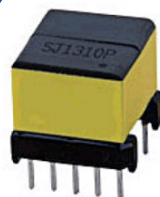
*B.A không lõi*



*B.A tự ngẫu*



*Ký hiệu và hình dáng thực tế của một số loại biến áp*





# BIẾN ÁP – TRANSFORMER

## Nguyên tắc hoạt động:

Sự biến thiên của dòng điện trong cuộn dây sơ cấp sẽ tạo ra từ thông biến thiên trong lõi biến áp, do vậy sẽ tạo ra trường từ biến thiên sang cuộn dây thứ cấp. Từ trường biến thiên này sẽ tạo ra lực điện động (emf) hay điện áp trên cuộn thứ cấp (hiện tượng cảm ứng tương hỗ).

Trong đó:

$N_P$ ,  $N_S$  là số vòng dây của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp

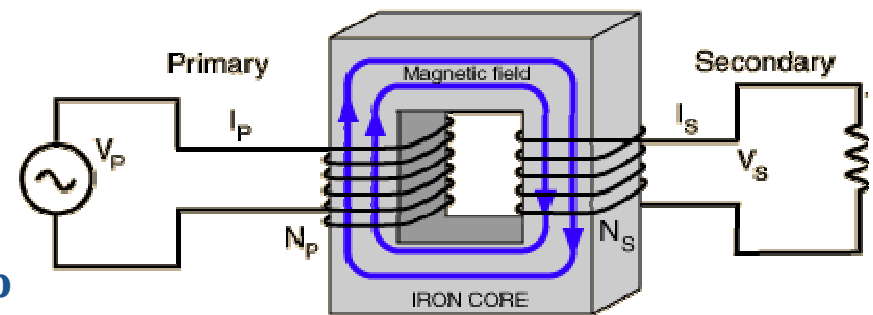
$V_P$ ,  $I_P$  là điện áp và dòng điện bên sơ cấp

$V_S$ ,  $I_S$  là điện áp và dòng điện bên thứ cấp

$P_P$ ,  $P_S$  là công suất phát của bên sơ cấp và công suất thu của bên thứ cấp

$R_S$  là tải bên thứ cấp

$R_P$  là tải phản ánh về bên sơ cấp



Khi đó mối quan hệ giữa các thông số như sau:

Tỉ lệ của biến áp

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S} = \sqrt{\frac{R_P}{R_S}}$$

Hiệu suất

$$\eta = \frac{P_S}{P_P} \cdot 100\% = \frac{P_S}{P_P + P_{loss}} \cdot 100\%$$



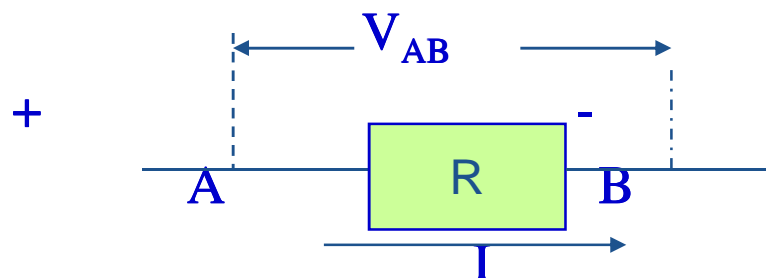
# CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

- Định luật Ohm
- Định luật Joule
- Định luật Kirchhoff về dòng điện – KCL
- Định luật Kirchhoff về điện thế - KVL
- Định lý Thevenin
- Định lý Norton
- Nguyên lý chồng chập



# CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

## 1. Định luật Ohm



Khi có dòng điện  $I$  chảy qua vật dẫn có điện trở  $R$  thì ta có hiệu điện thế giữa A và B cho bởi:

$$V_{AB} = RI \iff I = V_{AB}/R \iff R = V_{AB}/I$$

Thí dụ 1: Cho  $I = 2 \text{ A}$ ,  $R = 10 \text{ } \Omega \rightarrow V_{AB} = 10 \text{ } \Omega (2 \text{ A}) = 20 \text{ V}$

## 2. Định luật Joule

Khi có dòng điện  $I$  chạy qua vật dẫn có điện trở  $R$  thì công suất tiêu tán nhiệt của  $R$  được cho bởi:

$$P = I^2 R = VI = V^2/R \text{ ( W )}$$

Thí dụ: Cho  $I = 3 \text{ A}$ ,  $R = 2 \text{ } \Omega \rightarrow P = 2(3^2) = 18 \text{ W}$



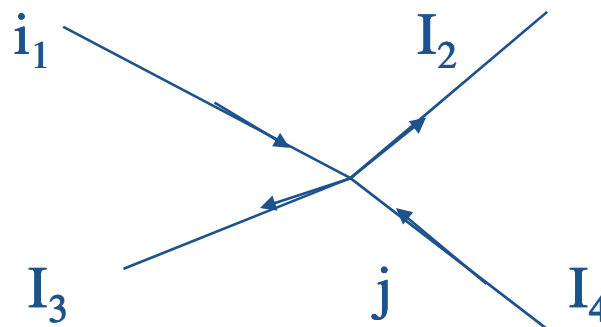


# CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

## 3. Định luật Kirchhoff về dòng điện (KCL)

Dòng điện tổng cộng  
tại một nút ( nút j) là  
bằng không (zero)

$$\sum_{j=1}^n i_j = 0$$



H. 2

với qui ước:

- Dòng điện đi vào nút có dấu -
- Dòng điện đi ra khỏi nút mang dấu +

Thí dụ trên h.2 cho:

$$- I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0 \quad \text{hay} \quad I_1 + I_4 = I_2 + I_3$$

Tổng quát: **Tổng số dòng điện đi vào = tổng số dòng điện đi ra khỏi nút.**



# CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

## 4. Định luật Kirchhoff về điện thế (KVL)

Tổng cộng điện thế của một vòng mạch điện là bằng không:  $\sum_{k=1}^n V_k = 0$ ,  
với qui ước: khi ta chọn chiều dòng điện bất kỳ,

- Điện thế có dấu – khi dòng điện đi vào cực – của nguồn điện,
- Khi giải xong, nếu  $I > 0$  chiều dòng điện được chọn là đúng  
nếu  $I < 0$  chiều dòng điện chọn sai, phải đổi chiều ngược lại.

Thí dụ 1: Phương pháp vòng

Cho mạch điện theo h.3:

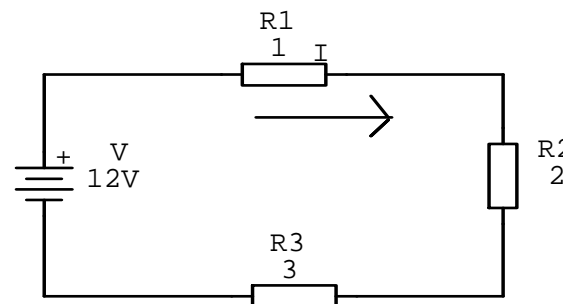
Chọn chiều dòng điện theo H.3, cho:

$$-V + V_1 + V_2 + V_3 = 0$$

$$-V + R_1 I + R_2 I + R_3 I = 0$$

Suy ra:

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{12V}{(1+2+3)\Omega} = \frac{12}{6} = 2A > 0$$



Vậy chiều dòng điện được chọn là đúng.

Ta có thể viết:  $V = V_1 + V_2 + V_3$

Hoặc theo phát biểu sau: **Điện thế của mạch chính bằng tổng điện thế của các nhánh phụ mắc nối tiếp tạo thành mạch chính đó.**



# VÍ DỤ CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

**Thí dụ 2:** Tính dòng điện qua điện trở tải  $R_L$  theo mạch ở H.4 :

**Giải:**

Ta chọn chiều dòng  $I_1, I_2$  chạy trong vòng thứ 1 và vòng thứ 2 như ở H.4.

Áp dụng định luật Kirchhoff cho:

$$-V + R_1 I_1 + R_2 (I_1 - I_2) = 0 \quad (1)$$

$$R_2 (I_2 - I_1) + R_3 I_2 + R_L I_2 = 0 \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow V = (R_1 + R_2) I_1 - R_2 I_2 \quad (3)$$

$$(2) \Rightarrow (R_2 + R_3 + R_L) I_2 = R_1 I_1 \quad (4)$$

Thay trị số các điện trở vào được:

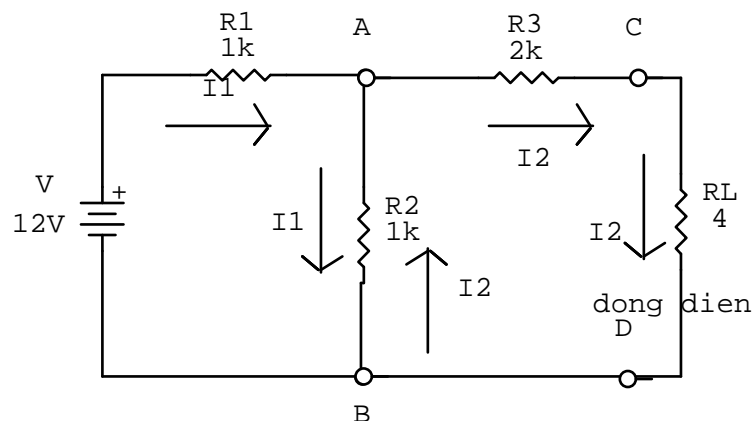
$$(4) \rightarrow (1+2+4) \text{ K}\Omega \quad (I_2) = 1\text{k}\Omega (I_1) \rightarrow 7 I_2 = 1 I_1 \quad (5)$$

$$(3) \rightarrow V = (1 + 1 \text{ k}\Omega) I_1 - 1\text{k}\Omega(I_2) \rightarrow 12\text{V} = 2\text{k}\Omega (7I_2) - 1\text{k}\Omega (I_2) = 13\text{k}\Omega(I_2)$$

Kết quả:

$$I_2 = 12 \text{ V} / 13 \text{ k}\Omega = 0,923 \text{ mA}$$

$$\text{suy ra } I_1 = 7I_2 = 7(0,923\text{mA}) = 6,461\text{mA}$$





# VÍ DỤ CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

- Giải bằng phương pháp Cramer
- Sắp xếp các pt (3) và (4) lại dạng sau:

$$(R_1 + R_2)I_1 - R_2I_2 = V \quad (3')$$

$$-R_1I_1 + (R_2 + R_3 + R_L)I_2 = 0 \quad (4')$$

- Tính được  $I_2$

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{\begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & V \\ -R_1 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & -R_2 \\ -R_1 & (R_2 + R_3 + R_4) \end{vmatrix}} = \\ &= \frac{R_1 V}{(R_1 + R_2)(R_2 + R_3 + R_4) - R_1 R_2} \end{aligned}$$



# VÍ DỤ CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

- Thay trị số vào, tính được:

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{R_1 V}{(R_1 + R_2)(R_2 + R_3 + R_4) - R_1 R_2} \\ &= \frac{1(12)}{(1+1)(1+2+4) - (1)(1)} \\ &= \frac{12}{14-1} = \frac{12V}{13k\Omega} = 0,923mA \end{aligned}$$

- Tương tự với  $I_1$ :

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{\begin{vmatrix} (-R_2) & V \\ (R_2 + R_3 + R_4) & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & -R_2 \\ -R_1 & (R_2 + R_3 + R_4) \end{vmatrix}} = \\ &= \frac{(R_2 + R_3 + R_4)V}{(R_1 + R_2)(R_2 + R_3 + R_4) - R_1 R_2} = \frac{7(12V)}{13k\Omega} = 6,461mA \end{aligned}$$



# CÁC ĐỊNH LUẬT MẠCH ĐIỆN

**Phương pháp Phân giải nút .**

**Áp dụng phương pháp KVL, KCL**

1. Chọn nút tham chiếu (mass, đất) để đo điện thế từ đó.
2. Gán tên điện thế của các nút còn lại so với đất. Đó là những ẩn số đầu tiên.
3. Viết KCL cho tất cả những nút đất, thay thế luật linh kiện và KVL.
4. Giải các điện thế nút.
5. Trở lại giải các điện thế và dòng điện nhánh (nghĩa là các ẩn số thứ cấp)



# VÍ DỤ PHƯƠNG PHÁP NÚT

Cho mạch:

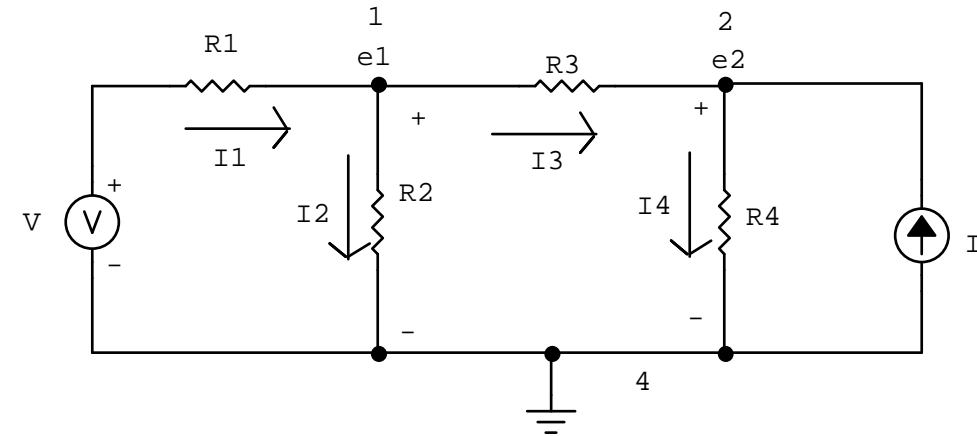
Áp dụng định luật  
Kirchoff về dòng

-Nút 1 cho:

$$-I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\frac{V - e_1}{R_1} - \frac{e_1}{R_2} - \frac{e_1 - e_2}{R_3} = 0$$



(1)

- Nút 2:

$$I_3 - I_4 + I = 0$$

$$\frac{e_1 - e_2}{R_3} - \frac{e_2}{R_4} + I = 0$$

$$(1) \Rightarrow \frac{V}{R_1} = e_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) - \frac{e_2}{R_3} \quad (3)$$

$$(2) \Rightarrow I = -\frac{e_1}{R_3} + e_2 \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) \quad (4)$$



## VÍ DỤ PHƯƠNG PHÁP NÚT

Hay viết lại:

$$G_1 V = e_1 (G_1 + G_2 + G_3) - e_2 G_3 \quad (5)$$

$$I = -e_1 G_3 + e_2 (G_3 + G_4) \quad (6)$$

Giải bằng phương pháp thay thế cho:

- (6) cho: 
$$e_2 = \frac{I + e_1 G_3}{(G_3 + G_4)} \quad (7)$$

- Thay (7) vào lại (5) được:

$$G_1 V = e_1 (G_1 + G_2 + G_3) - G_3 \left( \frac{I + e_1 G_3}{G_3 + G_4} \right)$$

$$G_1 V (G_3 + G_4) = e_1 (G_1 + G_2 + G_3) (G_3 + G_4) - G_3 (I + e_1 G_3)$$

$$e_1 = \frac{G_1 V (G_3 + G_4) + G_3 I}{(G_1 + G_2 + G_3) (G_3 + G_4) - G_3^2} \quad (8)$$





# VÍ DỤ PHƯƠNG PHÁP NÚT

- Thay (8) vào (1) được:

$$\begin{aligned} e_2 G_3 &= (G_1 + G_2 + G_3) \frac{G_1 V (G_3 + G_4) + G_3 I}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2} - G_1 V \\ e_2 G_3 &= (G_1 + G_2 + G_3) \frac{G_1 V (G_3 + G_4) + G_3 I}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2} - \\ &\quad - \frac{G_1 V [(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2]}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2} \\ e_2 &= \frac{G_1 G_3 V + (G_1 + G_2 + G_3) I}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2} \quad (10) \end{aligned}$$



## VÍ DỤ PHƯƠNG PHÁP NÚT

Hoặc viết lại theo dạng điện dẫn:

$$G_1 V = e_1 (G_1 + G_2 + G_3) - e_2 G_3 \quad (5)$$

$$I = -e_1 G_3 + e_2 (G_3 + G_4) \quad (6)$$

Giải theo qui tắc Cramer, cho:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V \\ I \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$[G][e] = [S][s]$$

Viết lại dạng ma trận cột ở vế sau:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 V \\ I \end{bmatrix} \quad (7')$$

Cách giải  $e_1$  và  $e_2$  như sau:



# VÍ DỤ PHƯƠNG PHÁP NÚT

- Viết lại:

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} G_3 + G_4 & G_3 \\ G_3 & G_1 + G_2 + G_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_1 V \\ I \end{bmatrix}$$

với định thức chính:

$$\Delta = (G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2$$

- Giải được:

$$e_1 = \frac{1}{\Delta} \{ (G_3 + G_4)(G_1 V) + G_3 I \}$$

$$e_2 = \frac{1}{\Delta} \{ (G_3 G_1 V) + (G_1 + G_2 + G_3) I \}$$

- Hay:

$$e_1 = \frac{G_1 V (G_3 + G_4) + G_3 I}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2}$$

$$e_2 = \frac{G_1 G_3 V + (G_1 + G_2 + G_3) I}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2}$$



# VÍ DỤ PHƯƠNG PHÁP NÚT

Hoặc viết lại theo dạng điện dẫn:

$$G_1 V = e_1 (G_1 + G_2 + G_3) - e_2 G_3 \quad (5)$$

$$I = -e_1 G_3 + e_2 (G_3 + G_4) \quad (6)$$

Giải theo qui tắc Cramer, cho:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V \\ I \end{bmatrix} \quad (7)$$

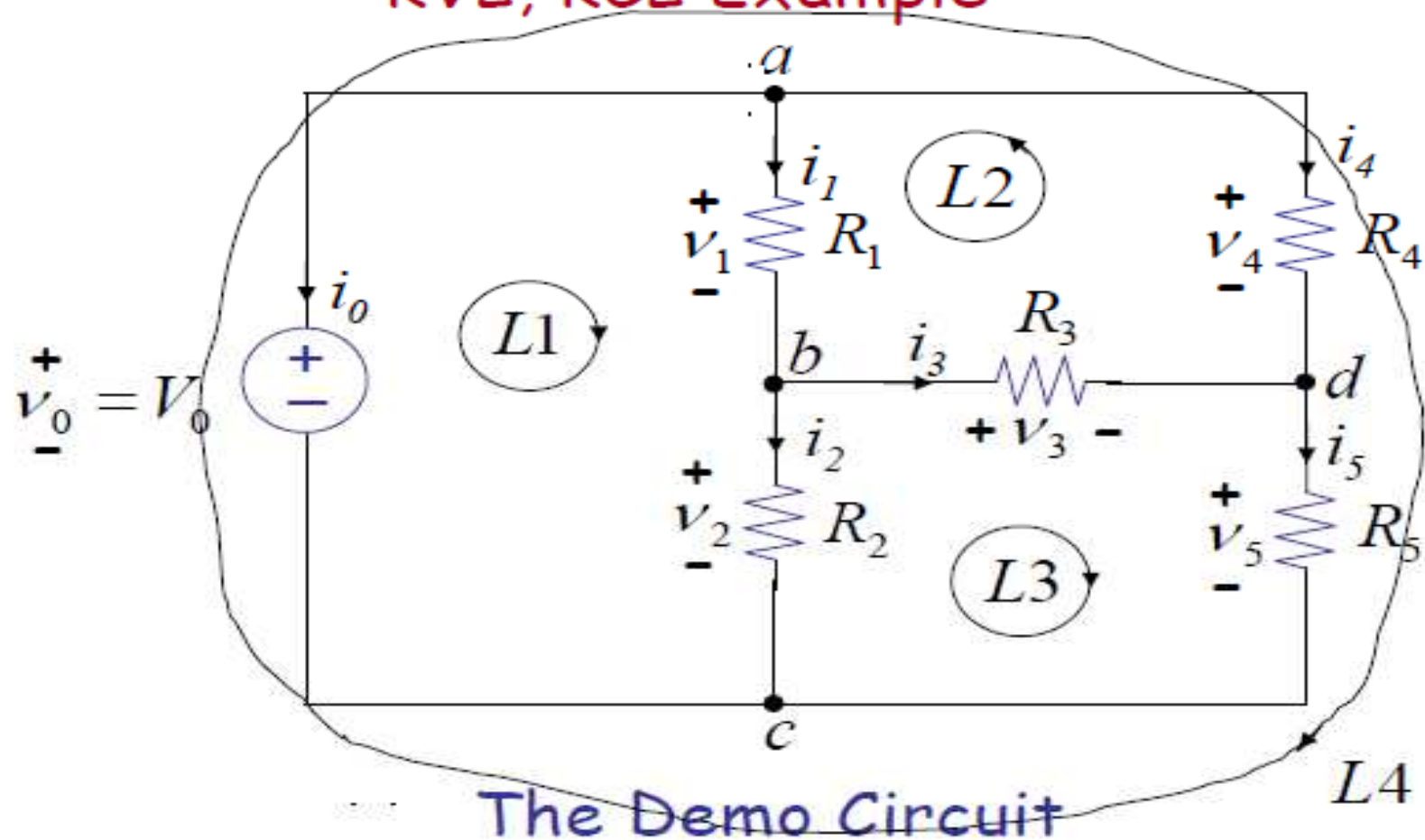
$$[G][e] = [S][s]$$

$$\begin{aligned} e_1 &= \frac{VG_1(G_3 + G_4) + IG_3}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2} \\ &= \frac{V(G_1G_3 + G_1G_4) + IG_3}{G_1G_3 + G_1G_4 + G_2G_3 + G_2G_4 + G_3G_4} \end{aligned}$$

$$e_2 = \frac{G_1G_3V + (G_1 + G_2 + G_3)I}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2}$$

# TỔNG QUÁT PHƯƠNG PHÁT KIRCHOFF

KVL, KCL Example



# TỔNG QUÁT PHƯƠNG PHÁT KIRCHOFF

## Analyze

$v_0 \dots v_5, i_0 \dots i_5$

12 unknowns

### 1. Element relationships ( $v, i$ )

$$v_0 = V_0 \leftarrow \text{given} \quad v_3 = i_3 R_3$$

$$v_1 = i_1 R_1 \quad v_4 = i_4 R_4$$

$$v_2 = i_2 R_2 \quad v_5 = i_5 R_5$$

6 equations

### 2. KCL at the nodes

$$\text{a: } i_0 + i_1 + i_4 = 0$$

$$\text{b: } i_2 + i_3 - i_1 = 0$$

$$\text{d: } i_5 - i_3 - i_4 = 0$$

$$\text{e: } -i_0 - i_2 - i_5 = 0 \text{ redundant}$$

3 independent equations

### 3. KVL for loops

$$\text{L1: } -v_0 + v_1 + v_2 = 0$$

$$\text{L2: } v_1 + v_3 - v_4 = 0$$

$$\text{L3: } v_3 + v_5 - v_2 = 0$$

$$\text{L4: } -v_0 + v_4 + v_5 = 0 \text{ redundant}$$

3 independent equations

12 equations  
12 unknowns





## VÍ DỤ

Cho mạch điện h. với  $V=1V$ ,  $R_1 = 3\ \Omega$ ,  $R_2 = 4\ \Omega$ ,  $R_3 = 2\ \Omega$ ,  $R_4 = 5\ \Omega$   
 $I = 1A$ . Tính trị  $e_1$ ,  $e_2$ , và dòng  $I$  chạy qua điện trở  $R_4$ .

*Giải:*

Tại nút 1, KCL cho:

$$\frac{e_1 - 1}{3} + \frac{e_1}{4} + \frac{e_1 - e_2}{2} + 2 = 0$$

Tại nút 2, KCL cho:

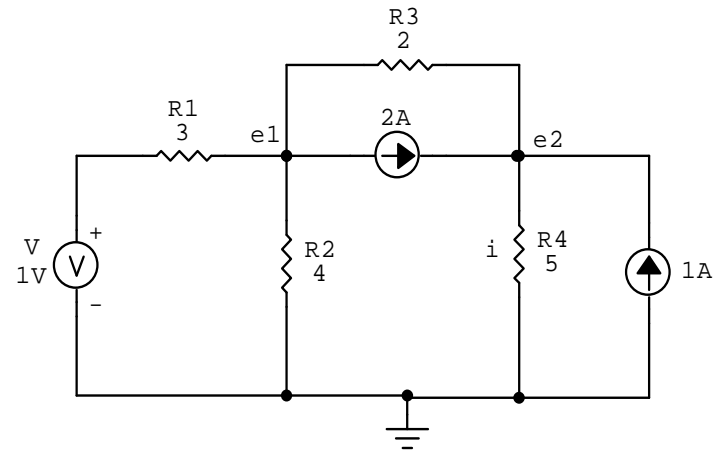
$$-2 + \frac{e_2 - e_1}{2} + \frac{e_2}{5} - 1 = 0$$

Giải hệ thống phương trình cho:

$$e_1 = 0,65V$$

$$e_2 = 4,75V$$

$$i = 4,75/5 = 0,95A$$

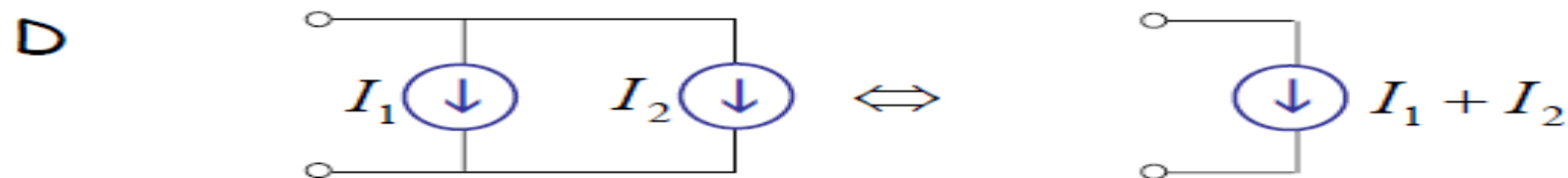
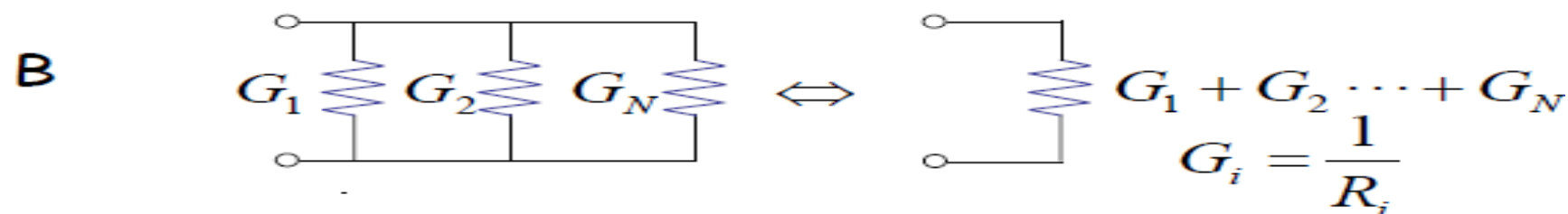
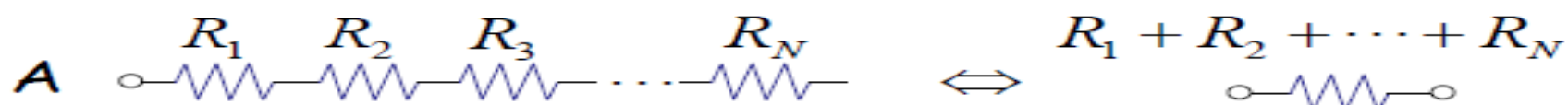






## Other Analysis Methods

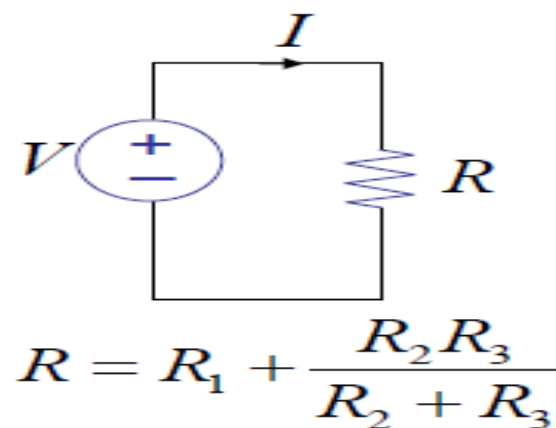
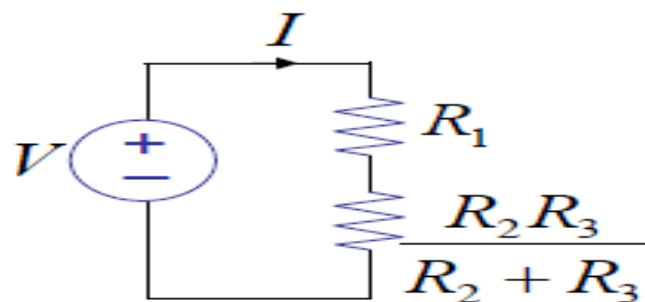
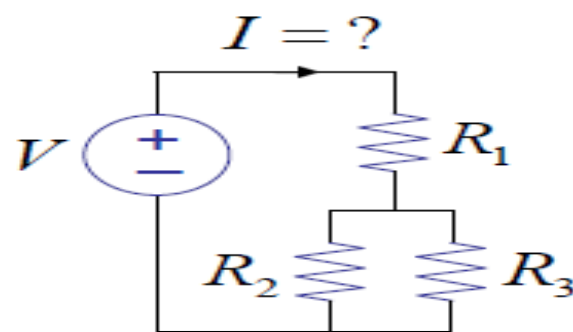
### Method 2— Apply element combination rules





## Method 2— Apply element combination rules

Example

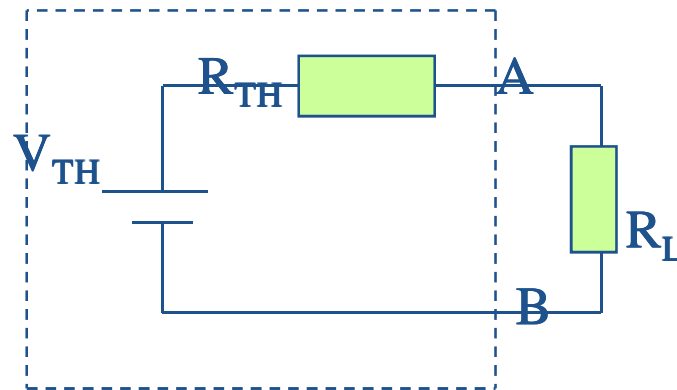
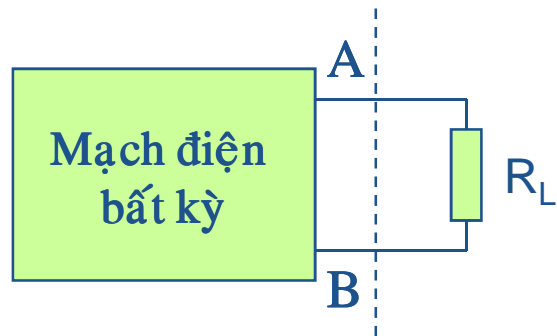


$$I = \frac{V}{R}$$



# ĐỊNH LÝ THEVENIN

Với mạch điện bất kỳ (H.a), ta có thể biểu diễn thành mạch điện đơn giản (H.b) như sau, với định nghĩa sau:



Điện thế Thevenin  $V_{TH}$  : tính được khi cho hở tải  $R_L$

Điện trở Thevenin  $R_{TH}$ : tính được khi cho hở tải và nối tắt các nguồn điện thế có trong mạch

Và cho hở các nguồn dòng có trong mạch điện.

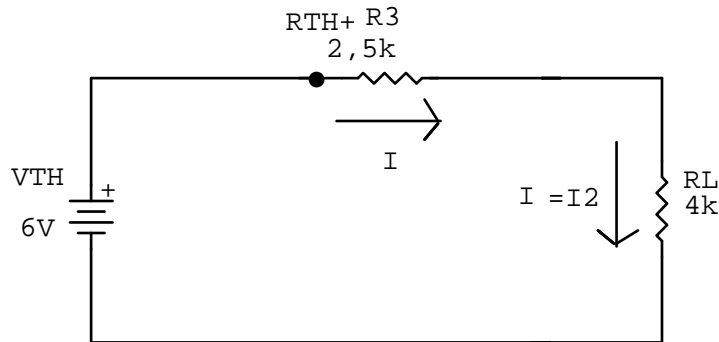
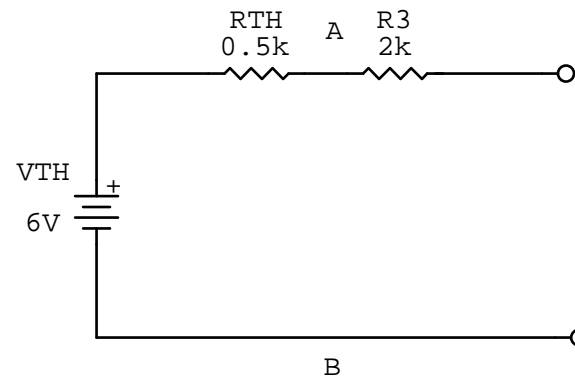
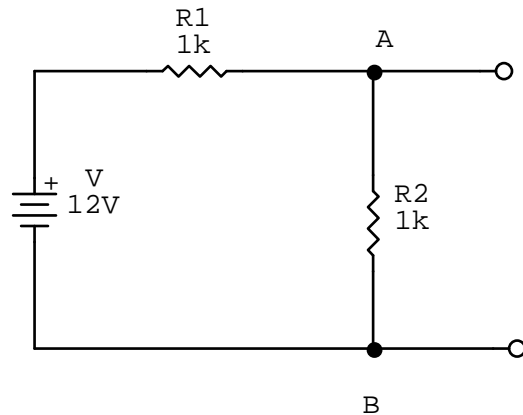
$$V_{TH} = V_{OC}$$

$$R_{TH} = R_{OC}$$



# ĐỊNH LÝ THEVENIN

Thí dụ: Cho lại mạch điện ở H. 4  
Tính được lần lượt sau:



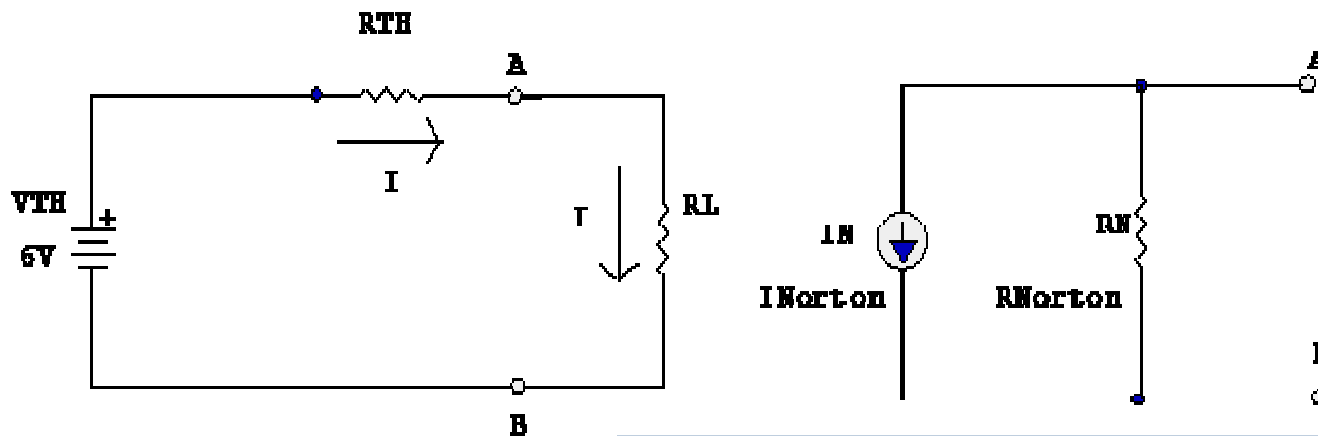
$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_3 + R_L} = \frac{6V}{(2,5+4)k} = 0,923mA$$

Ta có cùng kết quả như khi giải bằng định luật Kirchhoff, nhưng nhanh và tiện lợi hơn, nên thường được áp dụng trong giải mạch điện tử.



# ĐỊNH LÝ NORTON

Là định lý tương đối tính của định lý Thevenin, được biểu diễn như sau:



Với định nghĩa:

$$I_N = I_{SC}$$

$$R_N = R_{OC} = R_{TH}$$

Do đó:

$$V_{TH} = I_N R_N$$

$$R_{TH} = R_N$$

Điện thế	↔	Dòng điện
Nguồn thế	↔	Nguồn dòng
Nối tiếp	↔	Song song
Điện trở nối tiếp	↔	Điện trở song song

$$I_N = V_{TH} / R_{TH}$$

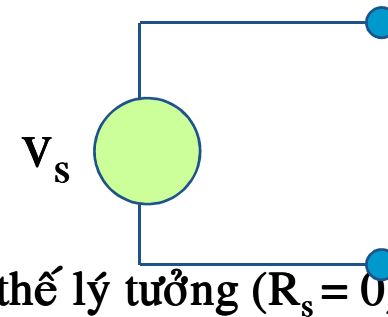
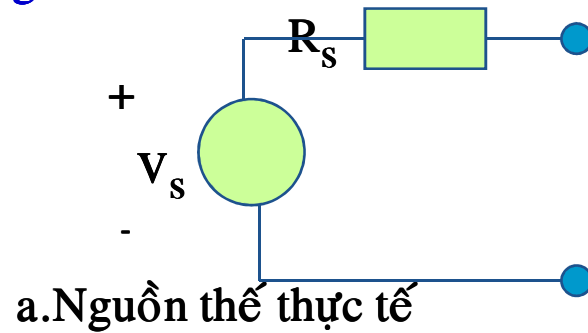
$$R_N = R_{TH}$$



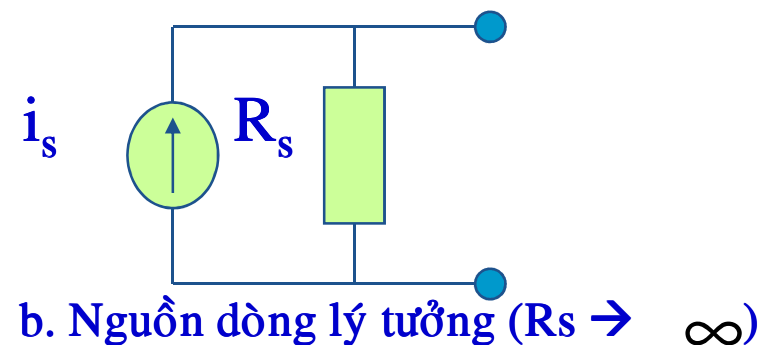
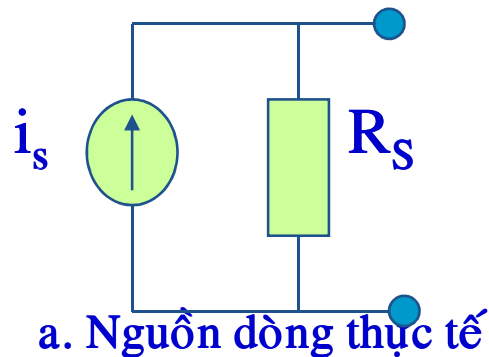


# NGUỒN THẾ - NGUỒN DÒNG

## 1. Nguồn thế:



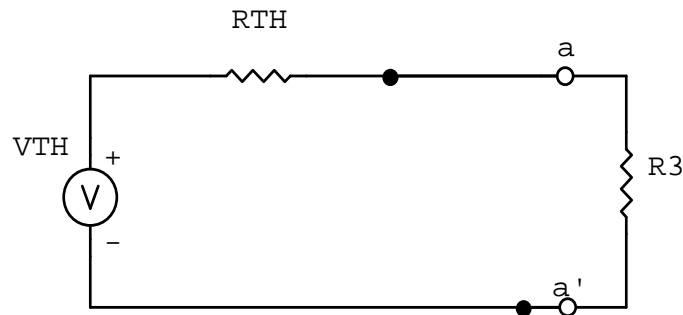
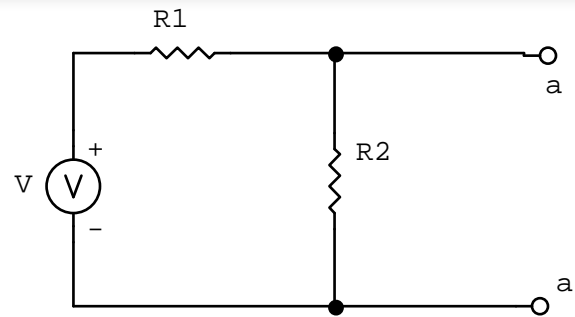
## 2. Nguồn dòng:



# TƯƠNG ĐƯƠNG GIỮA MẠCH THEVENIN & MẠCH NORTON

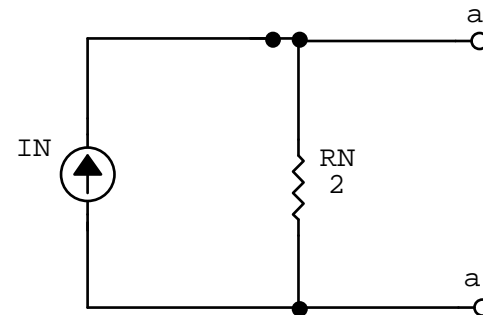
**Thí dụ:** Cho mạch:

Ta có lần lượt mạch tương đương  
Thevenin và mạch tương đương  
Norton



$$V_{TH} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V$$

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



$$I_N = \frac{V}{R_1}$$

$$R_N = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_N \Leftrightarrow \frac{V_{TH}}{R_N}$$
$$R_N = R_{TH}$$





# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ THEVENIN – VD 1

Thí dụ 1.

Cho mạch:

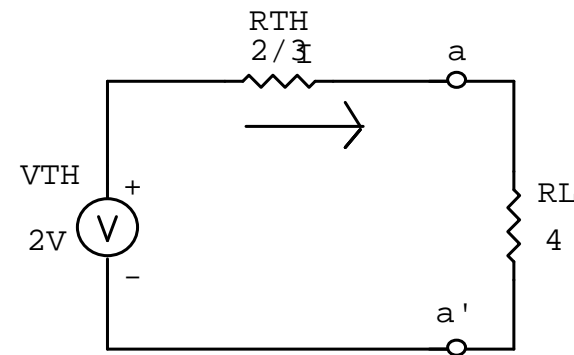
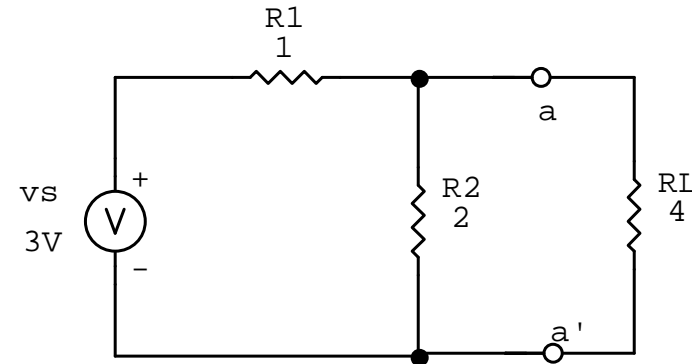
Tính được:

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s = \frac{2}{1+2} 3V = 2V$$

$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2 = 1 \parallel 2 = \frac{1(2)}{1+2} = \frac{2}{3} \Omega$$

Dòng điện qua tải:

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{2V}{\left(\frac{2}{3} + 4\right) \Omega} = 0,41A$$





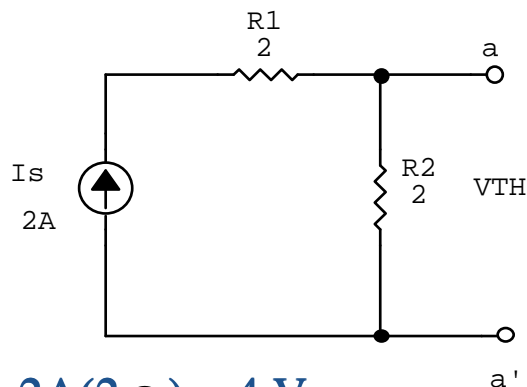
# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ THEVENIN – VD 2

Thí dụ 2.

Cho mạch theo h. Tính dòng  $I_1$ .

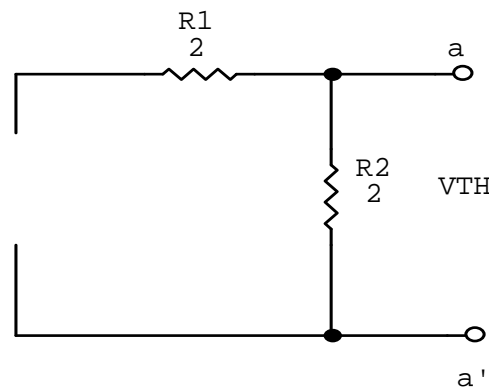
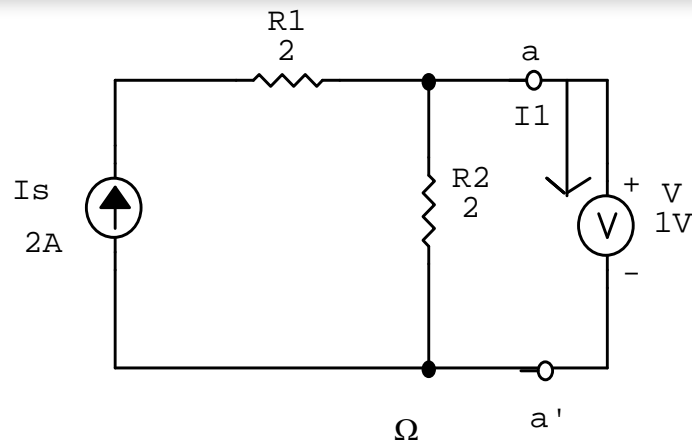
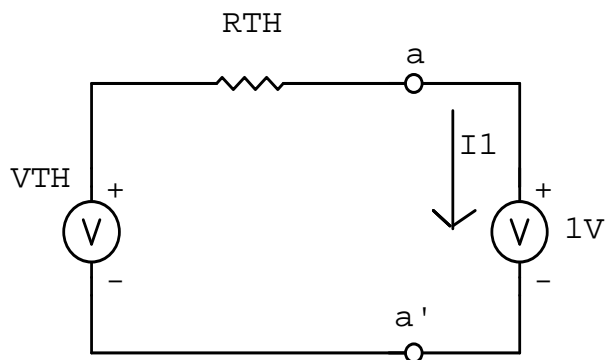
Tính được:

Khi mạch tải hở, cho:



$$V_{TH} = 2A(2\Omega) = 4V$$

$$R_{TH} = 2\Omega$$



$$I_1 = \frac{V_{TH} - 1V}{R_{TH}} = \frac{4V - 1V}{2\Omega} = 1,5A$$



# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ THEVENIN – VD 3

Cho mạch:

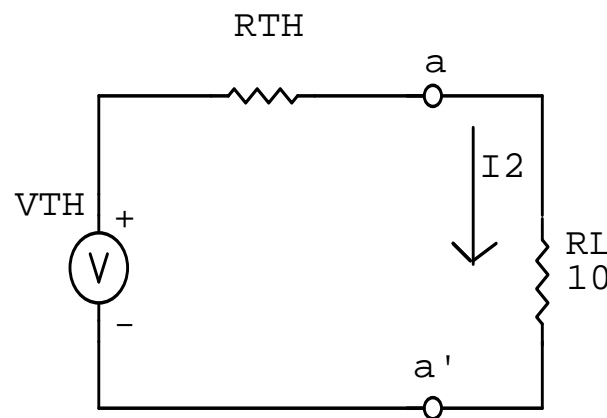
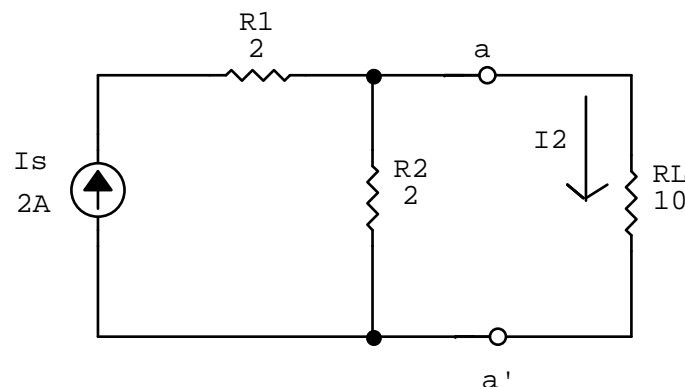
Mạch tương đương Thevenin  
cho tương tự như cách tính  
như trên:

$$V_{TH} = 4V$$

$$R_{TH} = 2\Omega$$

Dòng điện và điện thế của tải:

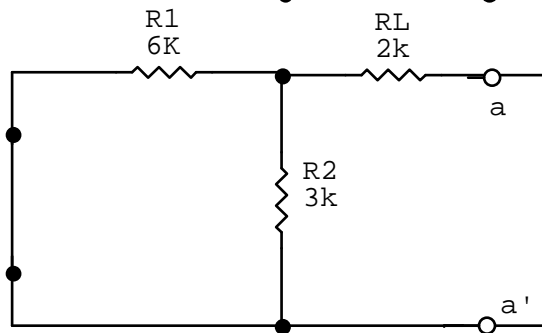
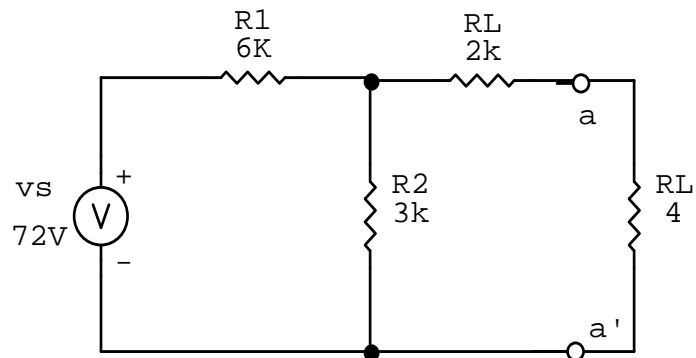
$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{4V}{2\Omega + 10\Omega} \\ &= \frac{4}{12} A = \frac{1}{3} A = 0,333A \\ V_{aa'} &= I_2 R_L = \frac{1}{3} A (10\Omega) = \frac{10}{3} V \end{aligned}$$





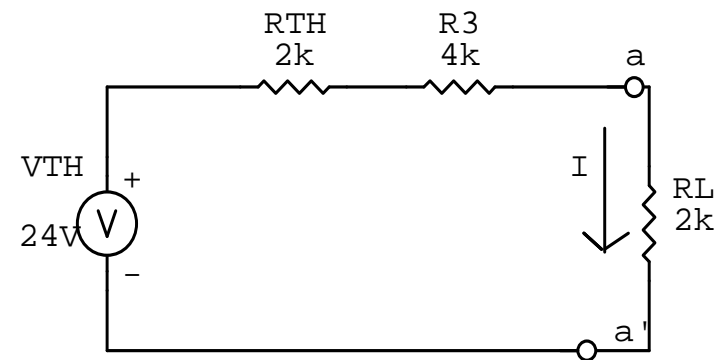
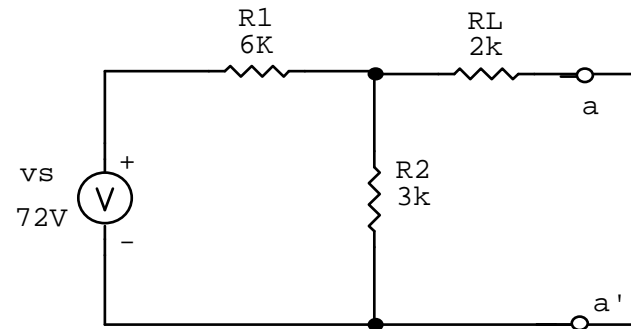
# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ THEVENIN – VD 4

- Cho mạch như sau và lần lượt tính được:



$$V_{TH} = \frac{3k\Omega}{3k\Omega + 6k\Omega} 72V = 24V$$

$$R_{TH} = \frac{3k\Omega(6k\Omega)}{3k\Omega + 6k\Omega} = 2k\Omega$$



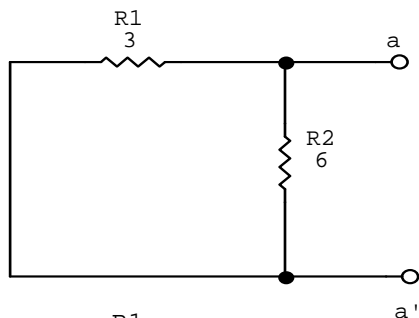
$$I = \frac{24V}{2k\Omega + 2k\Omega + 4k\Omega} = \frac{24V}{8k\Omega} = 3mA$$

$$V_{a'a} = IR_L = 3mA(2k\Omega) = 6V$$



# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ THEVENIN – VD 5

Cho mạch: Áp dụng định lý Thevenin và Nguyên lý chồng chất, lần lượt tính được :

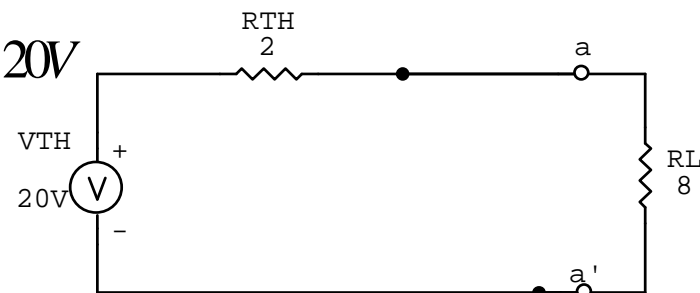
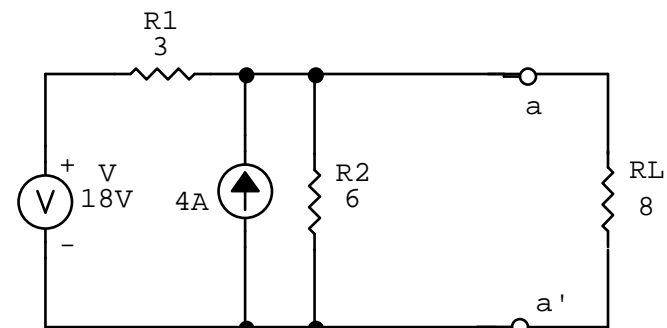
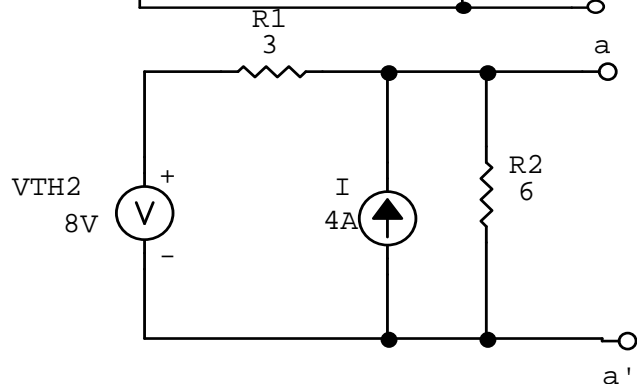
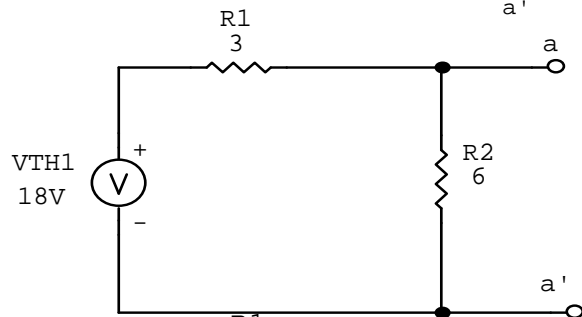


$$R_{TH} = \frac{6(3)}{6+3} = 2\Omega$$

$$V_{TH1} = \frac{6}{6+3} 18V = 12V$$

$$V_{TH2} = 4A(2\Omega) = 8V$$

$$V_{TH} = V_{TH1} + V_{TH2} = 12V + 8V = 20V$$



$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{20V}{2\Omega + 8\Omega} = \frac{20V}{10\Omega} = 2A$$

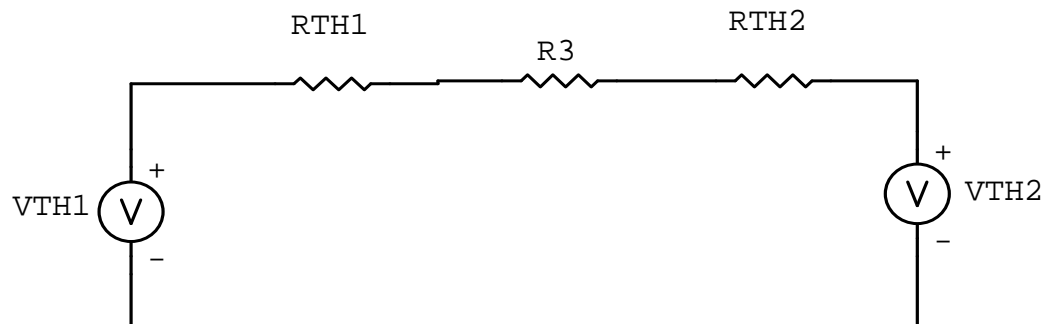
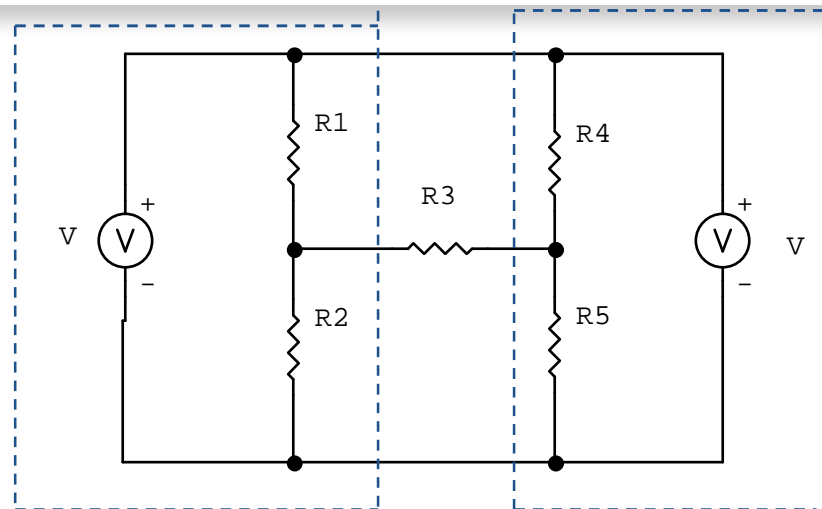
$$V_L = 2A(6\Omega) = 16V$$



# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ THEVENIN – VD 6

Cho mạch:

Ta có mạch điện tương đương Thevenin sau:



$$V_{TH1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

$$R_{TH1} = R_1 \parallel R_2$$

$$V_{TH2} = \frac{R_5}{R_4 + R_5} V$$

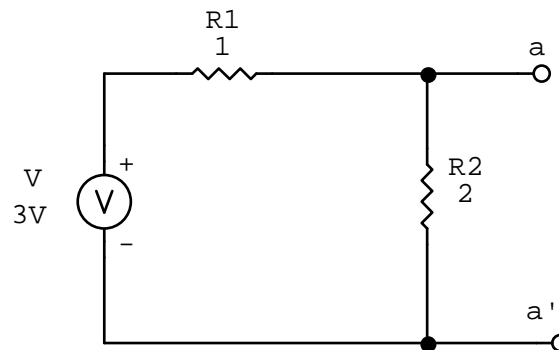
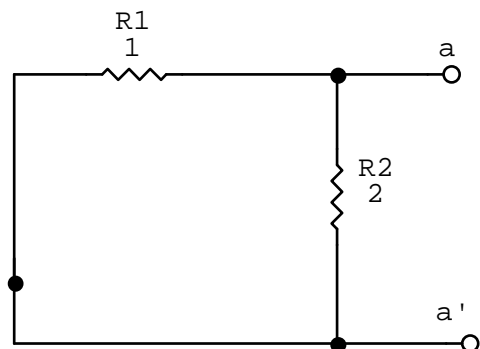
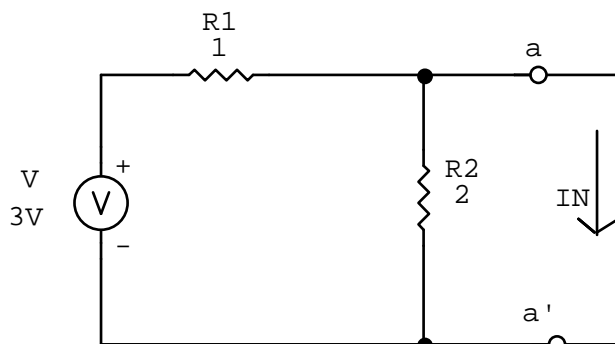
$$R_{TH2} = R_4 \parallel R_5$$



# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ NORTON – VD 1

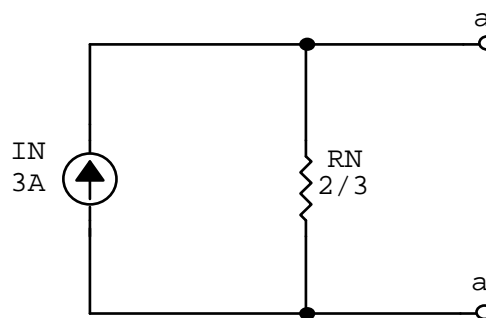
## Thí dụ 1.

Cho mạch theo h. . Tính  
Dòng  $I_N$  và  $R_N$ .



$$i_N = \frac{3V}{1\Omega} = 3A$$

$$R_N = 1\Omega \parallel 2\Omega = \frac{2}{3}\Omega$$



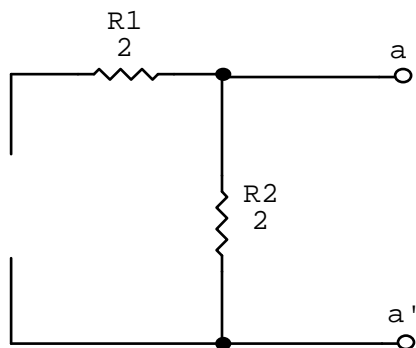
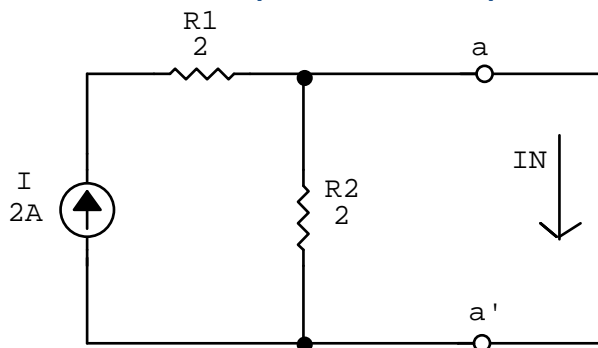




# VÍ DỤ ĐỊNH LÝ NORTON – VD 2

Cho mạch:

Lần lượt tính được:



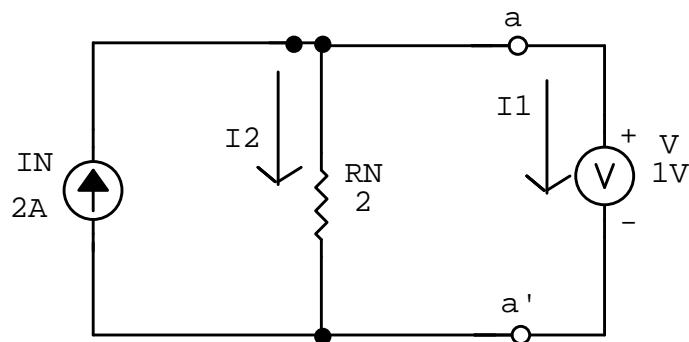
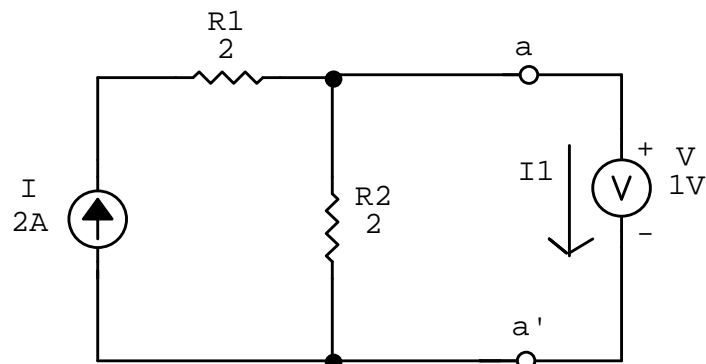
$$I_N = 2A$$

$$R_N = 2\Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{R_N} = \frac{1V}{2\Omega} = 0,5A$$

$$-I + I_1 + I_2 = 0$$

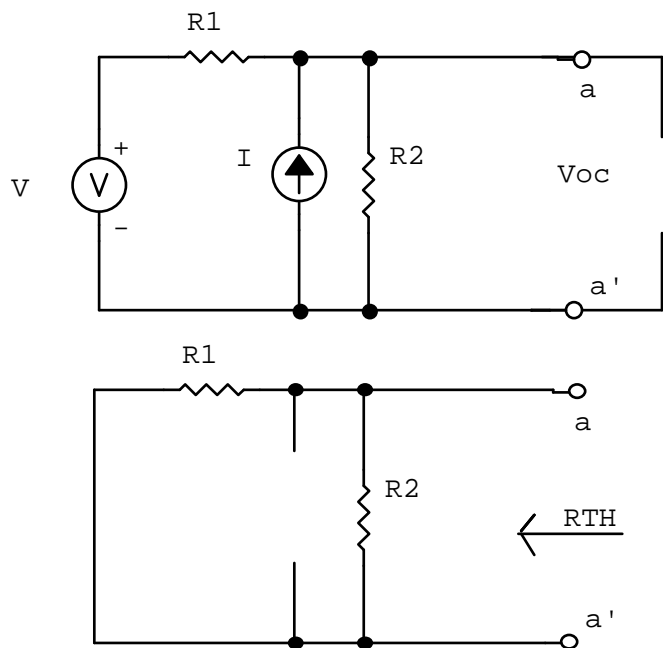
$$I_1 = I - I_2 = 2A - 0,5A = 1,5A$$





# ÁP DỤNG CÁC ĐỊNH LÝ MẠCH ĐIỆN

Cho mạch điện: Lần lượt áp dụng định lý Thevenin, Norton, và nguyên lý chồng chất, được:



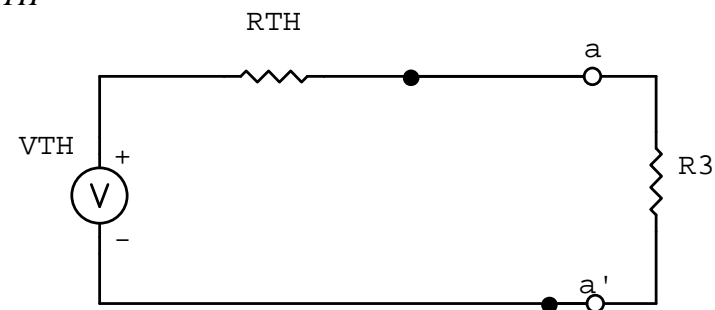
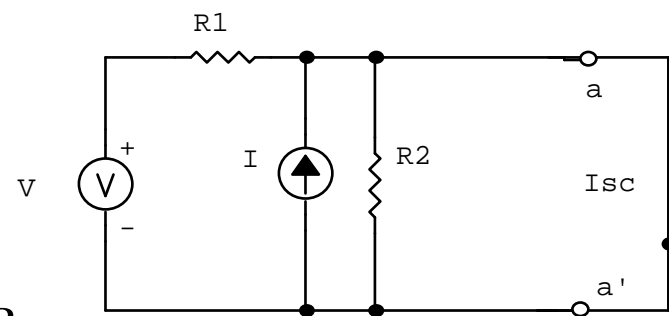
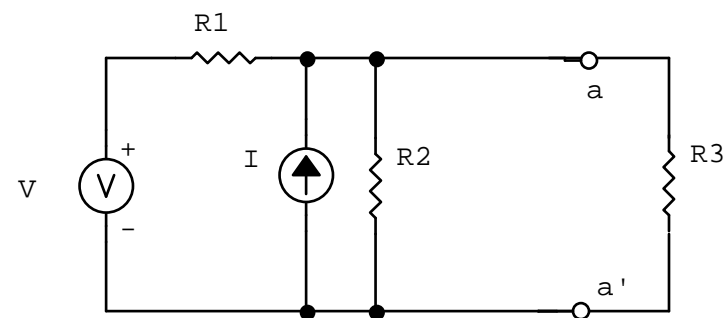
$$V_{TH1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

$$V_{TH2} = I \left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = I R_{TH}$$

$$V_{TH} = V_{TH1} + V_{TH2}$$

$$V_{TH} = \left( \frac{V}{R_1} + I \right) R_{TH}$$

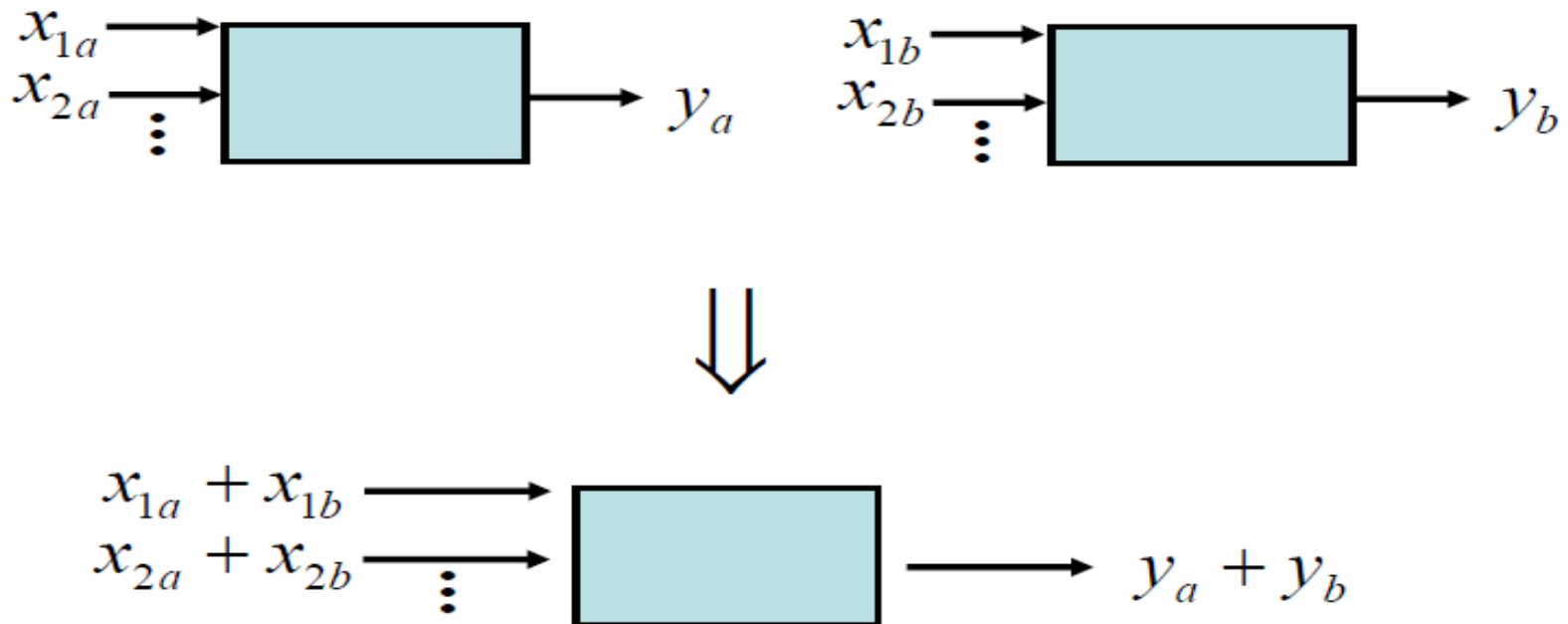
$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2$$





# NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

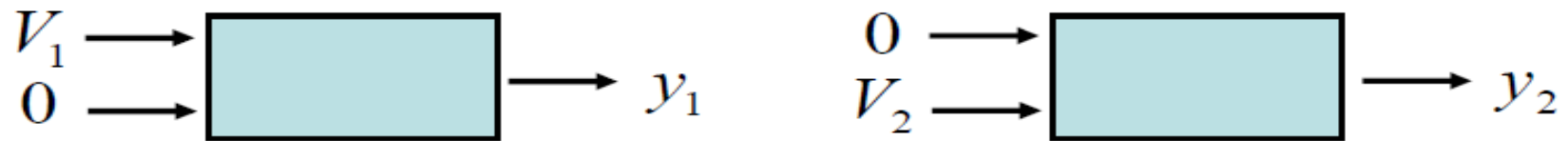
## Superposition





# NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

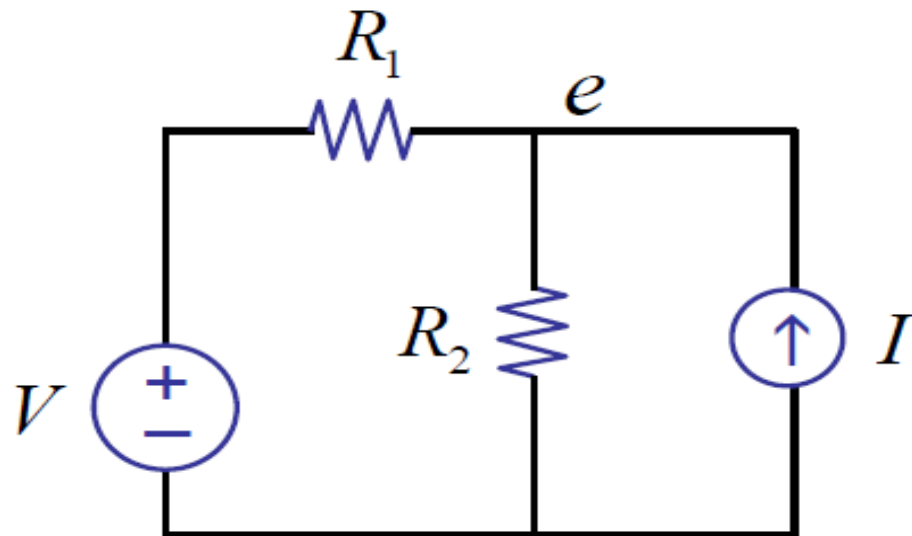
Specific superposition example:





# NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

Use superposition method

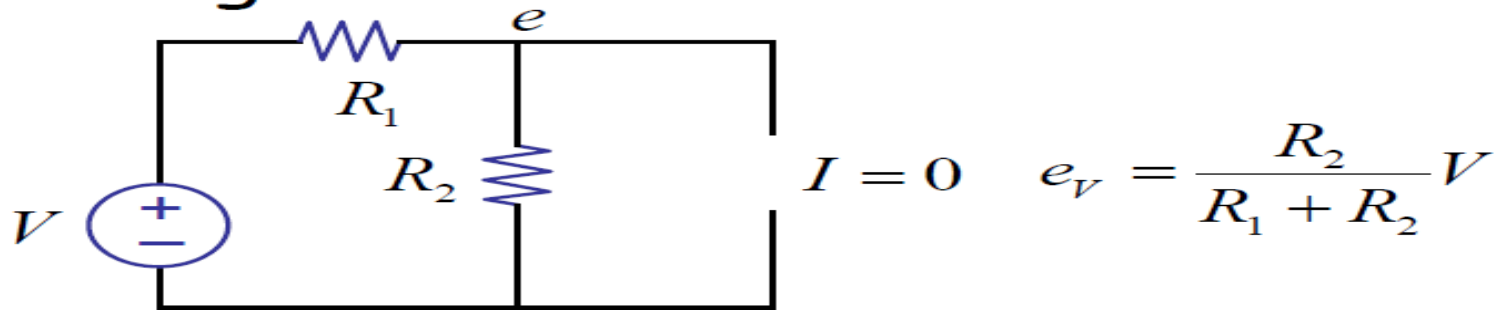




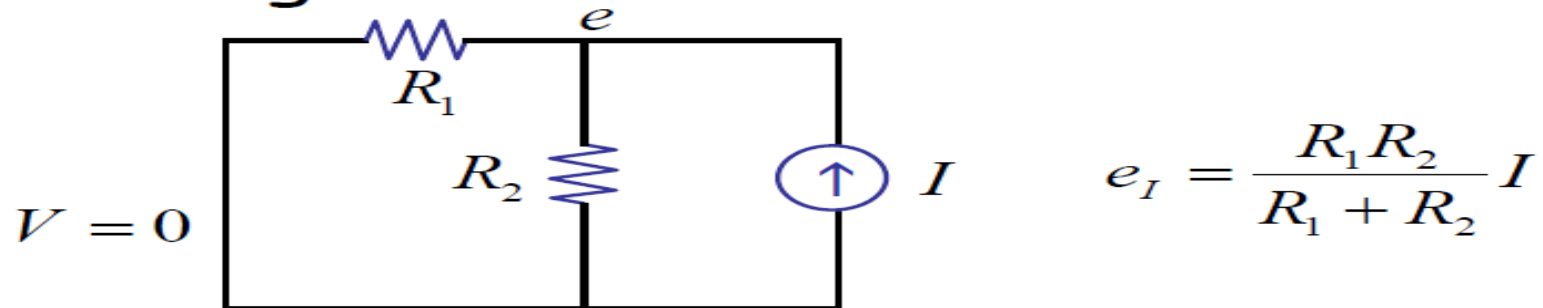
# NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

Use superposition method

$V$  acting alone



$I$  acting alone



sum  $\longrightarrow$  superposition

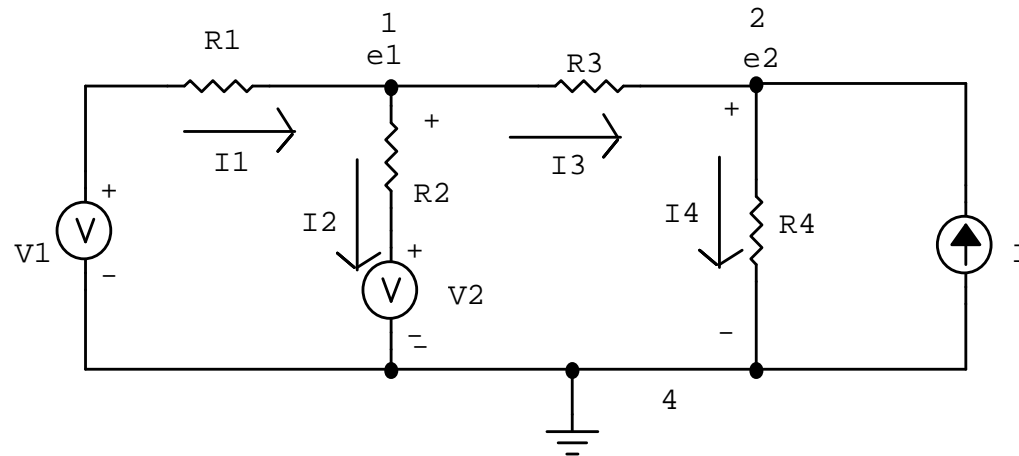
$$e = e_V + e_I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$



# VÍ DỤ NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

Cho mạch như trên thí dụ trên, nhưng giờ có thêm nguồn tác động V2:

*Giải:*



$$(V_1 - e_1)G_1 + (V_2 - e_1)G_2 + (e_2 - e_1)G_3 = 0$$

$$(e_2 - e_1)G_3 - e_2G_4 + I = 0$$

$$V_1G_1 + V_2G_2 = e_1(G_1 + G_2 + G_3) - e_2G_3$$

$$I = -e_1G_3 + e_2(G_3 + G_4)$$





# VÍ DỤ NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

Giải được:

$$\begin{aligned} e_1 &= \frac{(V_1 G_1 + V_2 G_2)(G_3 + G_4) + I G_3}{(G_1 + G_2 + G_3)(G_3 + G_4) - G_3^2} \\ &= \frac{V_1 G_1 (G_3 + G_4) + V_2 G_2 (G_3 + G_4) + I G_3}{G_1 G_3 + G_1 G_4 + G_2 G_3 + G_2 G_4 + G_3 G_4} \end{aligned}$$

Nhận xét:

Ta có thể giải bằng cách cho  $V_2 = 0$  và  $I = 0$ , giải mạch theo  $V_1$ , cho  $e_{1A}$ :

$$e_{1A} = \frac{V_1 G_1}{G_1 + G_2 + G_3 G_4 / (G_3 + G_4)}$$

Cho  $V_1 = 0$ ,  $I = 0$ , giải  $e_{1B}$  theo  $V_2$ , cho:

$$e_{1B} = \frac{V_2 G_2}{G_1 + G_2 + G_3 G_4 / (G_3 + G_4)}$$

Cho  $V_1 = 0$ ,  $V_2 = 0$ , giải  $e_{1C}$  theo  $I$ :

$$e_{1C} = \frac{I G_3}{(G_1 + G_2) G_3 + G_4 (G_1 + G_2) + G_3 G_4}$$



# NGUYÊN LÝ CHỒNG CHẬP

Phát biểu nguyên lý xếp chồng:

$$e_1 = e_{1A} + e_{1B} + e_{1C}$$

Tổng quát:

$$V_1 G_{1a} + V_2 G_{1b} + \dots + I + \dots = e_1 G_{11} + e_2 G_{12} + \dots$$

$$V_1 G_{2a} + \dots = e_1 G_{21} + e_2 G_{22} + \dots$$

$$V_1 G_{1c} + \dots = e_1 G_{31} + e_2 G_{32} + G_{33} \dots$$

## Kết luận

1. Giữ nguồn tác động 1 và cho các nguồn khác không tác động ( cho nguồn thế nối tắt, nguồn dòng hở).
2. Giải mạch tương đương đó để tìm đáp ứng 1
3. Tiếp tục cho nguồn 2 tác động và cho các nguồn còn lại (nguồn 1, nguồn 3...không tác động) giải mạch tìm đáp ứng 2.
4. Tiếp tục với các nguồn còn lại (nếu có)...
5. Đáp ứng tổng cộng bằng cách cộng tất cả các đáp ứng trên lại .

