

LÝ THUYẾT MẠCH

Phạm Khánh Tùng - Bộ môn Kỹ thuật điện

tungpk@hnue.edu.vn

Hnue.edu.vn/directory/tungpk

Giới thiệu

Ngành Kỹ thuật điện:

- Nghiên cứu, thiết kế, sản xuất, quản lý các sản phẩm và các hệ thống sử dụng điện
- Có liên quan đến các hệ thống sản xuất, truyền dẫn và đo tín hiệu điện
- Áp dụng các định luật vật lý về điện và từ vào việc chế tạo các sản phẩm và dịch vụ cho con người

Cơ sở Kỹ thuật điện là phần chung và cơ sở của các lĩnh vực kỹ thuật điện, bao gồm:

- Điện tử công suất, động cơ & máy phát, hệ thống truyền tải
- Khuyếch đại, mạch tương tự, kỹ thuật & thiết bị đo
- Tín hiệu & hệ thống, điều khiển tương tự, điều khiển số, robot
- Vi xử lý, mạch kỹ thuật số
- Xử lý tín hiệu số, vi sóng, radio, truyền hình, liên lạc, vệ tinh...

Giới thiệu

- Nội dung học phần Lý thuyết mạch: những kiến thức lý thuyết cơ bản về mạch điện
 - Mạch điện: Tập hợp các phần tử (thiết bị điện) được kết nối với nhau bằng dây dẫn dòng điện có thể chạy qua
 - Có hai bài toán trong kỹ thuật điện:
 - + Phân tích: mạch điện \rightarrow thông số của mạch (dòng, áp, ...)
 - + Tổng hợp: thông số của mạch (dòng, áp, ...) \rightarrow mạch điện
- (Lý thuyết mạch là bài toán phân tích)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

1. ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN

1.1. Đại lượng điện và hệ đơn vị SI

- Bốn đại lượng cơ bản và đơn vị

Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị (hệ SI)	Viết tắt
Chiều dài	L, l	mét	m
Khối lượng	M, m	kilogram	kg
Thời gian	T, t	giây	s
Dòng điện	I, i	ampe	A

- Các đại lượng liên quan và đơn vị của chúng không được trình bày ở bảng trên là nhiệt độ ở thang kelvin (K), lượng vật chất trong phân tử (mol) và mật độ ánh sáng ở đơn vị candela (cd)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Các đại lượng thường dùng trong phân tích mạch điện đều được suy ra từ bảy đại lượng cơ bản và ký hiệu của chúng

Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị (hệ SI)	Viết tắt
Điện tích	Q, q	coulomb	C
Điện thế	V, v	vôn	V
Điện trở	R	Ohm	Ω
Điện dẫn	G	siemen	S
Điện cảm	L	henry	H
Điện dung	C	fara	F
Tần số	f	hertz	Hz
Lực	F	newton	N
Công, năng lượng	W, w	joule	J
Công suất	P, p	watt	W
Từ thông	Φ	Weber	Wb
Từ cảm (mật độ từ thông)	B	tesla	T

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

- Hai đại lượng bổ xung là góc phẳng (còn gọi là góc pha trong phân tích mạch) và góc khối. Đơn vị trong hệ Si tương ứng của chúng là radian (rad) và steradian (sr).
- Đơn vị “độ” được sử dụng nhiều để biểu diễn góc pha trong các đại lượng sin,
- ví dụ: $\sin(\omega t + 30^\circ)$, trong đó: ωt có đơn vị radian, còn $\omega t + 30^\circ$ gọi là đơn vị hỗn hợp.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

1.2. Lực, công và công suất

- Đại lượng có nguồn gốc từ phương trình toán học với quan hệ: “lực bằng khối lượng nhân với gia tốc”, như vậy, theo định nghĩa newton (N) lực tác động tạo ra gia tốc 1 m/s^2 cho vật có khối lượng 1 kg. Như vậy
- Công là kết quả của lực tác dụng trong quãng đường. Joule là công của lực 1 N trong quãng đường 1 m ($1 \text{ J} = 1 \text{ N.m}$). Công và năng lượng có cùng đơn vị.
- Công suất đại lượng đo công hoàn thành trong thời gian hoặc năng lượng truyền từ vật này sang vật khác. Đơn vị công suất là watt ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$).

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–1: Chuyển động thẳng của vật khối lượng 10 kg có gia tốc 2 m/s². (a) Tìm lực tác động F. (b) Nếu như vật bắt đầu chuyển động từ thời điểm t = 0, x = 0, hãy xác định vị trí, động năng và công suất khi t = 4s.

(a) Lực tác động:

$$F = m.a = 10(\text{kg}).2(\text{m} / \text{s}^2) = 20(\text{kg}.\text{m} / \text{s}^2) = 20(\text{N})$$

(b) Tại thời điểm t = 4s.

$$x = \frac{1}{2}a.t^2 = \frac{1}{2}2(\text{m} / \text{s}^2)(4\text{s})^2 = 16(\text{m})$$

$$KE = F.x = 20(\text{N}).16(\text{m}) = 3200(\text{N}.\text{m}) = 3,2(\text{kJ})$$

$$p = \frac{KE}{t} = \frac{3200(\text{J})}{4\text{s}} = 800(\text{J} / \text{s}) = 0,8(\text{kW})$$

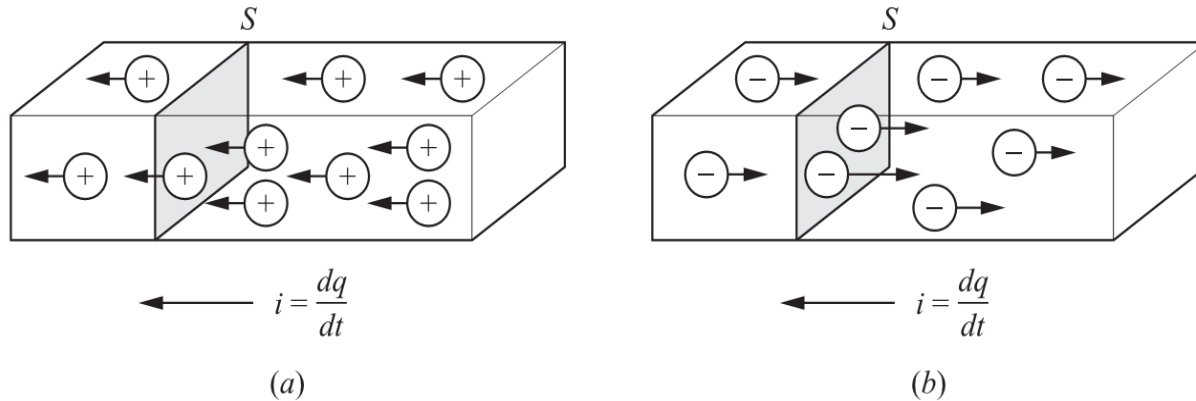
CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

1.3. Điện tích và dòng điện

- Dòng điện được định nghĩa là dòng điện không đổi trong hai dây dẫn có chiều dài vô hạn và tiết diện không đáng kể, đặt trong chân không ít nhất 1m, tạo nên một lực $2 \cdot 10^{-7}$ (N) cho một mét chiều dài.
- Một định nghĩa khác : dòng điện là kết quả của sự di chuyển điện tích và dòng điện 1 ampe tương đương với 1 coulomb (C) điện tích di chuyển qua mặt cắt của vật dẫn trong 1 giây.
- Như vậy, qua hàm biến thời gian, đơn vị coulomb (C) có thể được định nghĩa bằng ampe-giây.

$$i(A) = dq / dt(C / s)$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN



- Điện tích tự do trong vật dẫn có thể dương hoặc âm.
- Điện tích dương chuyển động sang trái làm nên dòng điện i cũng có hướng sang trái.
- Điện tích âm di chuyển sang phải cũng tạo nên dòng điện sang phía trái.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–2: Vật dẫn có dòng điện 5 (A), hãy tính số lượng điện tử đi qua tiết diện trong vòng 1 phút?

Giải:

Lượng điện tích đi qua tiết diện trong 1 phút

$$5(A) = 5(C/s)60(s/p) = 300(C/p)$$

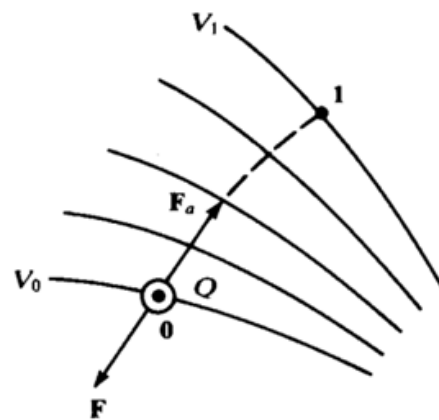
Số lượng điện tử khi đó

$$n_e = \frac{300(C/p)}{1,602 \cdot 10^{-19}(C)} = 1,87 \cdot 10^{21}$$

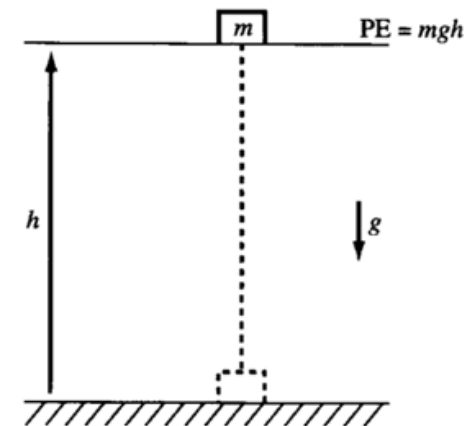
CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

1.4. Điện thế

Trong điện trường, các điện tích luôn chịu tác động của lực, công để di chuyển điện tích ngược với lực điện trường được trình bày trên hình



(a)



(b)

Nếu 1 (J) là công để di chuyển điện tích 1 (C) từ vị trí 0 đến vị trí 1, thì vị trí 1 có điện thế 1 (V) so với vị trí 0 ($1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$).

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–3: Trong mạch điện, cần một năng lượng 9,25 (μJ) để di chuyển một lượng điện tích 0,5 (μC) từ điểm a đến điểm b. Hiệu số điện thế giữa hai điểm bằng bao nhiêu.

Giải:

Hiệu số điện thế giữa hai điểm

$$V = \frac{9,25 \cdot 10^{-6} (J)}{0,5 \cdot 10^{-6} (C)} = 18,5 (V)$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

1.5. Năng lượng và công suất điện

Năng lượng điện (tính theo joules) để đánh giá quá trình thực hiện công 1 (J) trong 1s, khi năng lượng được truyền đi là công suất điện (W). Hơn nữa, tích của điện thế và dòng điện cũng chính là công suất điện:

$$p = v.i(1W = 1V.1A)$$

Công suất chính là đạo hàm theo thời gian: $p = dw/dt$, như vậy công suất tức thời thường là hàm số theo thời gian.

Các giá trị công suất trung bình P_{avg} , hoặc công suất hiệu dụng P_{rms} , được áp dụng khi dòng điện và điện áp biểu diễn ở dạng hàm sin

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ: 1–4: Điện trở có hiệu điện thế 50V và có 120C đi qua trong 1 phút, hãy xác định công suất điện biến đổi thành nhiệt năng?

Giải

$$120 \text{ (C/min)} / 60 \text{ (s/min)} = 2 \text{ (A)}$$

$$P = 2 \text{ (A)} \cdot 50 \text{ (V)} = 100 \text{ (W)}$$

Với $W = 1 \text{ J/s}$, điện năng biến thành nhiệt năng của điện trở là 100 J/s.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

1.6. Hằng số và hàm số

Để phân biệt giữa các đại lượng hằng số và biến số theo thời gian người ta sử dụng chữ cái in hoa cho các hằng số, và chữ cái thường cho biến số.

Ví dụ: dòng điện không đổi có giá trị 10A, được viết $I = 10(\text{A})$, trong khi dòng điện 10A biến thiên theo thời gian, được viết .

$$i = 10.f(t)$$

Các đại lượng biến đổi thường được sử dụng trong phân tích mạch điện có dạng hàm tuần hoàn sin: $i = 10\sin \omega t$ (A), và dạng hàm số mũ $v = 12e^{-at}$ (V).

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2. PHẦN TỬ CƠ BẢN MẠCH ĐIỆN

2.1. Phần tử thụ động và tích cực

Mọi thiết bị điện đều có thể biểu diễn bằng mạch được hình thành từ việc liên kết nối tiếp, song song các **phần tử** có hai đầu kết nối.

Phần tử tích cực: Nguồn áp hoặc nguồn dòng, đặc trưng khả năng cấp năng lượng cho mạch.

Phần tử thụ động: Điện trở, điện cảm và điện dung, nhận năng lượng từ nguồn và chúng biến đổi thành các dạng năng lượng khác hoặc tích trữ dưới dạng năng lượng điện từ trường.



CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ký hiệu của 7 phần tử cơ bản trong mạch điện:

Nguồn điện áp độc lập được ký hiệu bằng hình tròn, nguồn áp phụ thuộc được ký hiệu bằng hình thoi.

Nguồn dòng điện độc lập và nguồn dòng điện phụ thuộc.

Ba phần tử thụ động: điện trở, cuộn cảm và tụ điện được ký hiệu bằng các biểu tượng (e, f, g)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

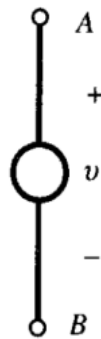


(g)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.2. Quy ước về dấu

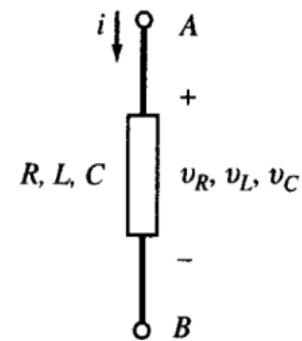
Cực tính của nguồn áp được ký hiệu bằng các dấu (+) và (-) đặt gần các đầu cực. Ví dụ: nguồn áp có biểu thức $v = 10 \sin \omega t$ (hình a): cực A có điện thế dương so với cực B khi $\omega t = 0 \div \pi$ và cực B có điện thế dương hơn so với cực A khi $\omega t = \pi \div 2\pi$, trong chu kỳ đầu tiên của hàm.



(a)



(b)

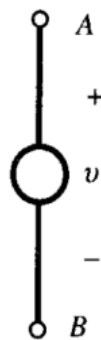


(c)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.2. Quy ước về dấu

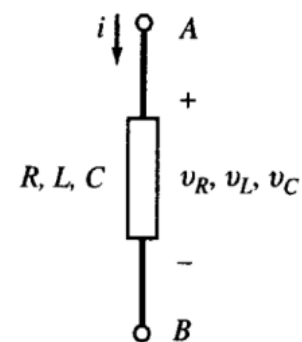
Cực tính của nguồn áp được ký hiệu bằng các dấu (+) và (-) đặt gần các đầu cực. Ví dụ: nguồn áp có biểu thức $v = 10\sin \omega t$ (hình a): cực A có điện thế dương so với cực B khi $\omega t = 0 \div \pi$ và cực B có điện thế dương hơn so với cực A khi $\omega t = \pi \div 2\pi$, trong chu kỳ đầu tiên của hàm.



(a)



(b)



(c)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

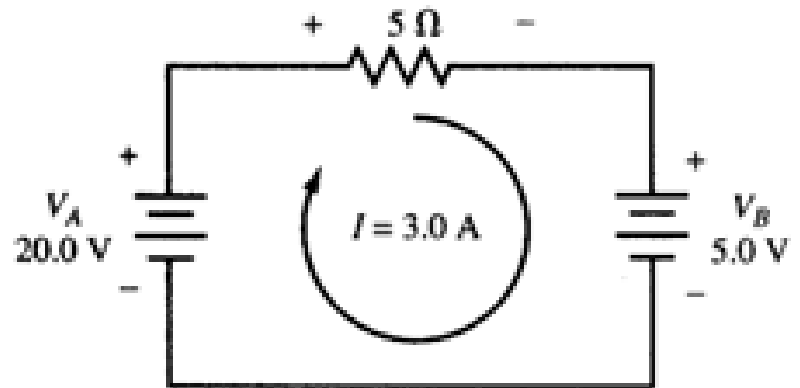
Dấu của công suất:

Hình a với các nguồn áp không đổi $V_A = 20\text{V}$ và $V_B = 5\text{V}$, điện trở $5\Omega \rightarrow$ dòng điện 3A có chiều thuận kim đồng hồ.

Công suất $V.I$ hoặc I^2R , được hấp thụ ở điện trở R và nguồn V_B , tương ứng 45W và 15W .

Dòng điện đi vào cực dương \rightarrow nguồn tiêu thụ năng lượng.

Dòng điện đi vào cực âm \rightarrow nguồn Phát năng lượng.



CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.3. Quan hệ dòng điện và điện áp

Các phần tử thụ động: điện trở R, cuộn dây L và tụ điện C được xác định theo quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên phần tử.

Điện áp và dòng điện của một phần tử có quan hệ tỉ lệ không đổi

thì phần tử đó là điện trở R: $v = Ri$

Điện áp tỉ lệ với đạo hàm theo thời gian của dòng điện thì phần tử

đó là điện cảm L: $v = L(di / dt)$

Dòng điện tỉ lệ với đạo hàm theo thời gian của điện áp thì phần tử

đó là tụ điện C: $i = C(dv / dt)$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.4. Điện trở R

Tất cả các thiết bị tiêu thụ điện năng đều có thành phần điện trở trong mô hình mạch điện. Cuộn dây và tụ điện có khả năng tích trữ điện năng, nhưng sau đó phát lại năng lượng đó cho nguồn hoặc những phần tử khác của mạch.

Công suất trên điện trở tính theo biểu thức

$$p = vi = Ri^2 = v^2 / R \geq 0$$

Điện năng trên điện trở được xác định bằng tích phân của công suất tức thời.

$$w_R = \int_{t_1}^{t_2} p dt = R \int_{t_1}^{t_2} i^2 dt = \frac{1}{R} \int_{t_1}^{t_2} v^2 dt$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–5: Trên điện trở 4Ω có dòng điện $i = 2,5 \sin \omega t$ (A). Hãy xác định điện áp, công suất và điện năng tiêu thụ trong một chu kỳ với $\omega = 500\pi$ rad/s.

Giải:

Điện áp trên điện trở:

$$v = R.i = 10 \sin \omega t$$

Công suất điện trở tiêu tán:

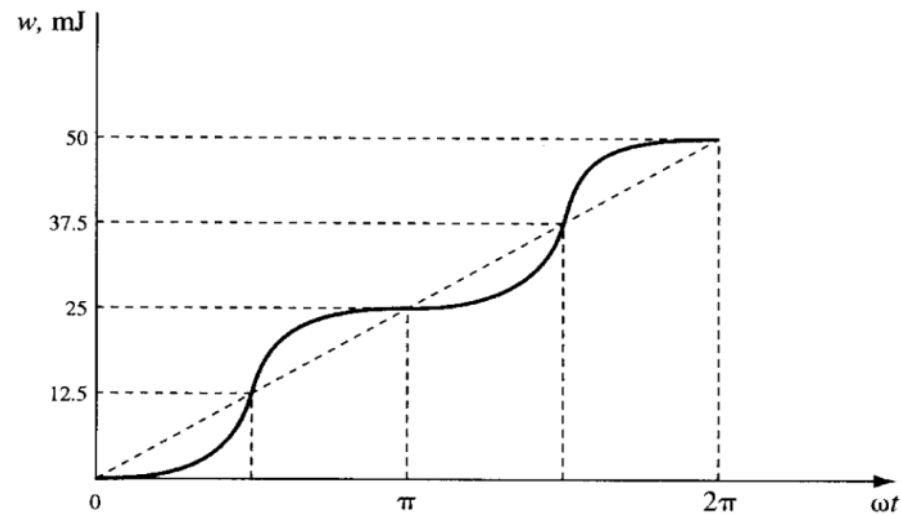
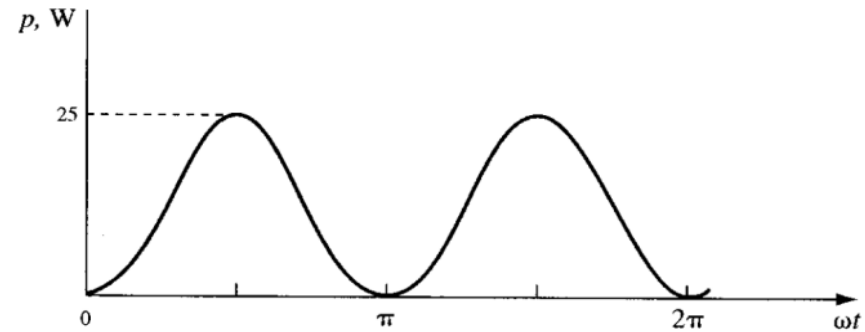
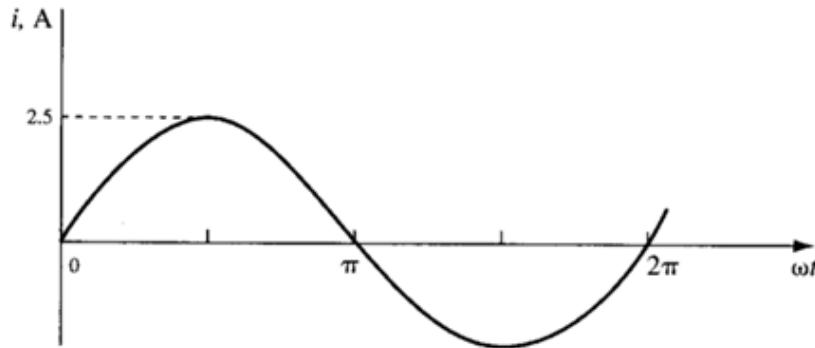
$$p = Ri^2 = 25 \sin^2 \omega t$$

Điện năng tiêu thụ trên điện trở:

$$w = \int_0^t p dt = 25 \left[\frac{t}{2} - \frac{\sin 2\omega t}{4\omega} \right]$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Đồ thị giá trị tức thời của v , p và w :



CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.5. Cuộn cảm L

- Phần tử có khả năng tích trữ điện năng dưới dạng năng lượng từ trường được gọi là cuộn cảm (điện cảm).
- Khi dòng điện biến thiên theo chu kỳ, điện năng được tích trữ trong một phần chu kỳ và phần khác năng lượng được phát trả.
- Khi ngắt khỏi nguồn điện thì từ trường biến mất, hay điện cảm không có điện năng lưu trữ khi không kết nối với nguồn.
- Dạng tương đương cuộn cảm có thể thấy trong động cơ điện, máy biến áp và những thiết bị có điện cảm trong thành phần mạch của chúng.
- Ngay cả các dây dẫn song song cũng có điện cảm và cần được tính đến với phổ các tần số.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Công suất và điện năng được tính theo:

$$p = v.i = L \frac{di}{dt} i = \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} L.i^2 \right]$$

$$w_L = \int_{t_1}^{t_2} p dt = \int_{t_1}^{t_2} L i di = \frac{1}{2} L [i_2^2 - i_1^2]$$

Điện năng tích lũy dưới dạng năng lượng từ trường

$$w_L = \frac{1}{2} L.i^2$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–6: trong khoảng $t = 0 \div \pi/50$ s, điện cảm 30-mH có dòng điện $i = 10\sin 50t$ (A). Hãy tính điện áp, công suất và năng lượng của điện cảm.

Giải

Điện áp trên cuộn cảm $v = L \frac{di}{dt} = 15 \cos 50t$

Công suất trên cuộn cảm

$$p = v.i = 75 \sin 100t$$

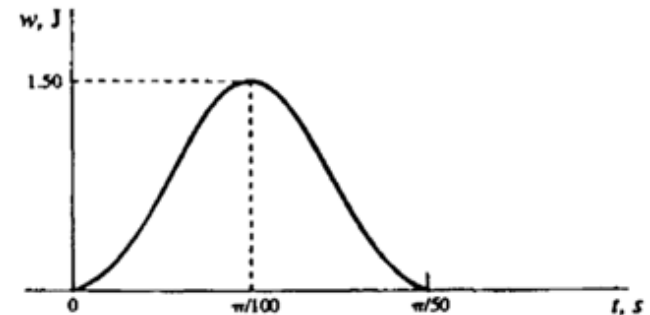
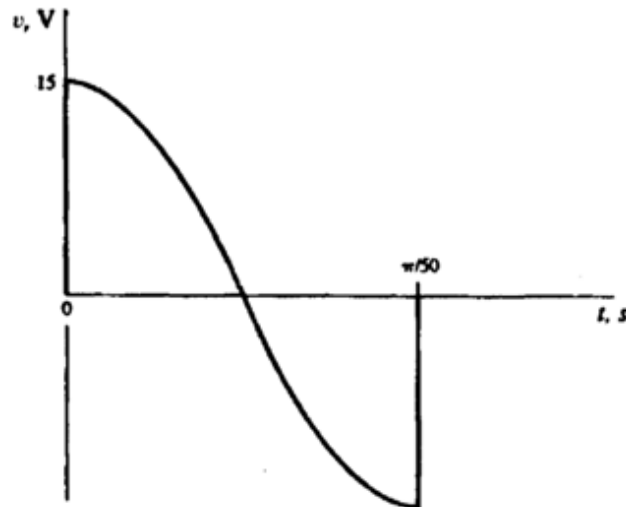
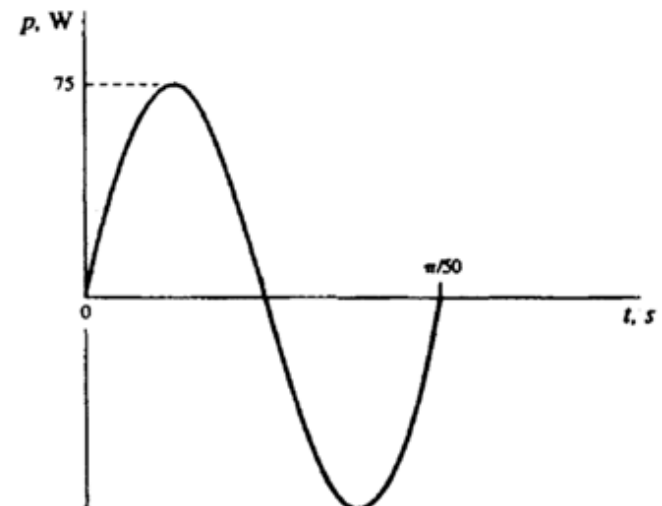
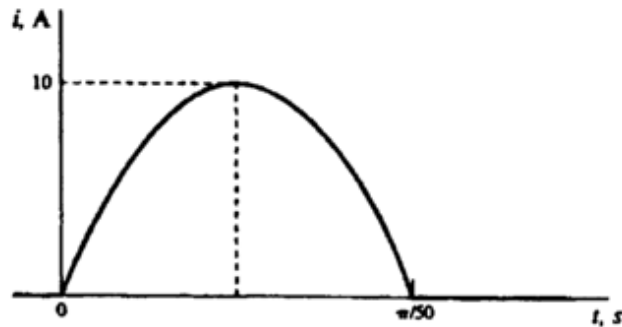
Điện năng tích lũy dưới dạng năng lượng từ trường

$$w = \int_0^t p dt = 0,75(1 - \cos 100t)$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Năng lượng của cuộn cảm bằng 0 khi $t = 0$ và $t = \pi/50$ s

Khoảng trao đổi năng lượng: $(0 \rightarrow \pi/100)$ và $(\pi/100 \rightarrow \pi/50)$



CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.6. Tụ điện C

Phần tử tích lũy điện năng dưới dạng năng lượng điện trường được gọi là tụ điện (điện dung).

Khi điện áp biến thiên theo chu kỳ, điện năng được tích lũy trong một phần chu kỳ và phát ra trong phần còn lại.

Cuộn cảm khi ngắt khỏi không còn từ trường, tụ điện vẫn còn điện tích và điện trường vì thế vẫn giữ nguyên. Điện tích của tụ giữ nguyên cho đến khi thiết lập đường xả và năng lượng được giải phóng.

Điện tích tác dụng của điện trường trong chất điện môi, chính là cơ chế của sự tích lũy điện năng.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Trong tụ điện đơn giản có hai bản cực song song, một lượng điện tích trên một bản cực còn trên bản cực còn lại không có điện tích, sự cân bằng có được khi xả tụ.

Công suất và năng lượng trên tụ điện có quan hệ sau:

$$p = v.i = C.v \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} C v^2 \right]$$

$$w_C = \int_{t_1}^{t_2} p dt = \int_{t_1}^{t_2} C.v dv = \frac{1}{2} C (v_2^2 - v_1^2)$$

Điện năng tích lũy dưới dạng năng lượng điện trường

$$w_C = \frac{1}{2} C.v^2$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–7: trong khoảng thời gian $t = 0 \div 5\pi$ ms, một tụ điện 20 - mF có điện áp biến thiên $v = 50 \sin \omega t$ (V). Hãy tính điện tích, công suất và năng lượng điện trên tụ với năng lượng ban đầu $w_C = 0$ khi $t = 0$.

Giải

Điện tích: $q = C.v = 1000 \sin 200t$

Dòng điện: $i = C \frac{dv}{dt} = 0,2 \cos 200t$

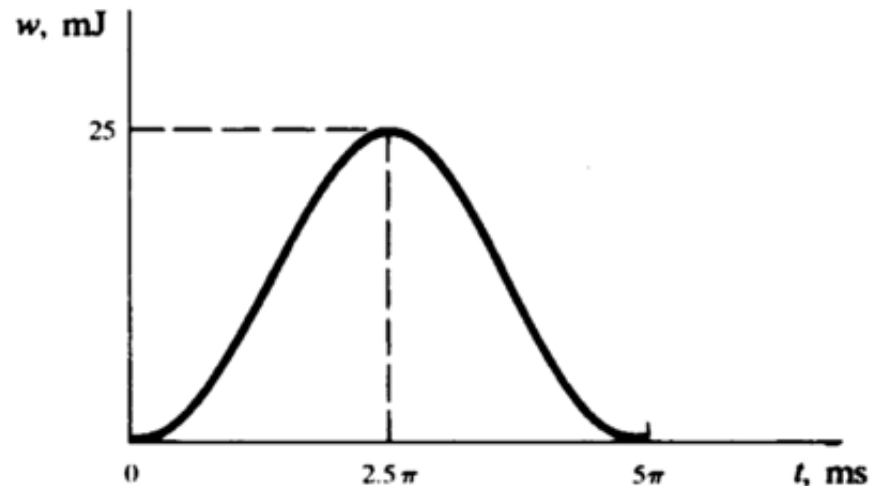
Công suất: $p = v.i = 5 \sin 400t$

Điện năng tích lũy dưới dạng năng lượng điện trường

$$w_C = \int_{t_1}^{t_2} p dt = 12,5(1 - \cos 400t)$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Trong khoảng $0 < t < 2,5\pi$ ms, điện áp và điện tích trên tụ tăng từ 0 đến các giá trị tương ứng 50V và 1000 mC. Hình dưới cho thấy năng lượng tích lũy tăng tới giá trị 25mJ sau đó trở về 0 khi tụ phát trả nguồn.



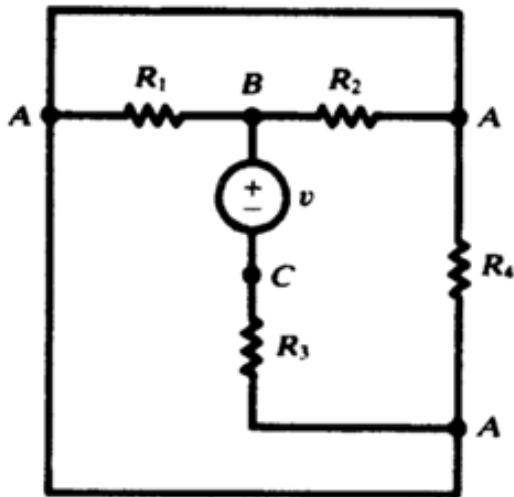
CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.7. Sơ đồ mạch điện

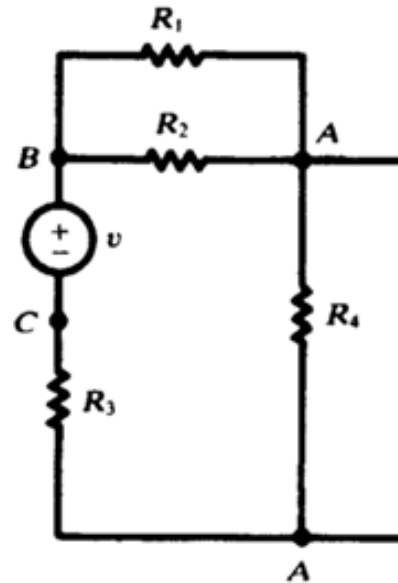
- Mỗi mạch điện có thể được cấu trúc theo một số phương án có vẻ khác nhau nhưng thực tế giống hệt nhau.
- Sơ đồ mạch có thể không phù hợp với một số phương pháp phân tích mạch, bởi vậy cần phải xét cấu trúc sơ đồ mạch trước khi quyết định phương pháp phân tích, hoặc có thể cần phải vẽ lại cho phù hợp.
- Một ví dụ cho thấy sự khác nhau bên ngoài nhưng thực chất hoàn toàn giống nhau.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

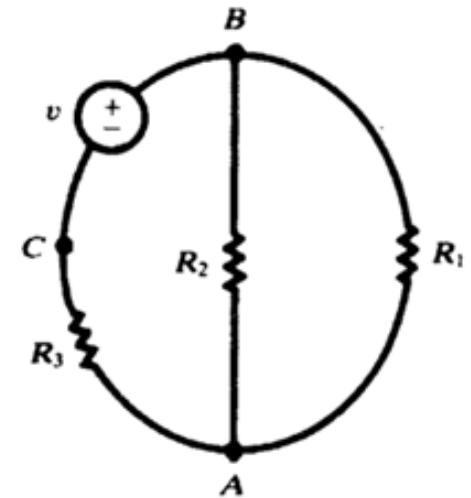
2.7. Sơ đồ mạch điện



(a)



(b)



(c)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

2.8. Điện trở phi tuyến

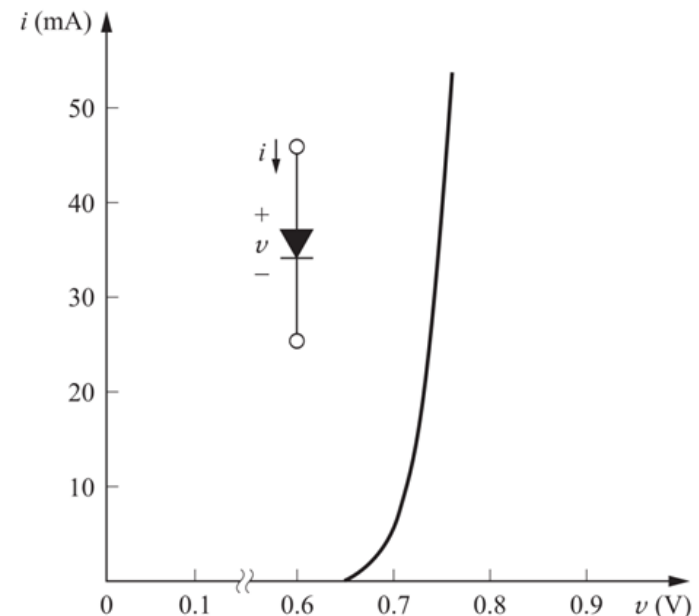
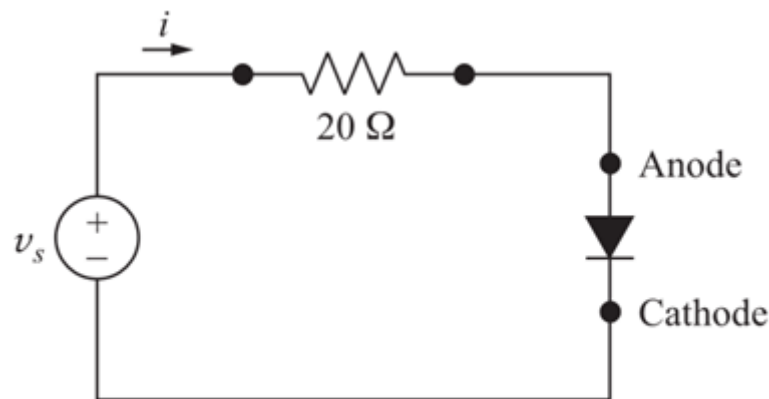
- Quan hệ dòng-áp của một phần tử có thể ở dạng tức thời nhưng không nhất thiết phải tuyến tính.
- Những phần tử đó được mô hình hóa dưới dạng điện trở phi tuyến. Một ví dụ về phần tử loại này: đèn sợi, với điện áp càng cao dòng điện càng nhỏ.
- Một ví dụ nữa về điện trở phi tuyến – diode. Diode có dạng phần tử 2 cực, khả năng dẫn điện theo chiều (anode đến cathode, chiều thuận) tốt hơn nhiều so với chiều ngược lại (từ cathode đến anode, chiều ngược)

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Giá trị điện trở tĩnh của phần tử phi tuyến tại trạng thái dòng-áp (I, V) được tính theo: $R = V / I$.

Giá trị điện trở động $r = \Delta V / \Delta I$, chính là nghịch đảo độ dốc của dòng điện và so với điện áp.

Cả hai giá trị tĩnh và động của điện trở phi tuyến phụ thuộc vào trạng thái làm việc.



CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–8: Đặc tính dòng-áp của diode bán dẫn được đo và ghi lại:

v (V)	0,5	0,6	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75
i (mA)	$2 \cdot 10^{-4}$	0,11	0,78	1,2	1,7	2,6	3,9	5,8	8,6	12,9	19,2	28,7	42,7

Chiều ngược (khi $v < 0$), dòng điện $i = 4 \cdot 10^{-15}$ (A). Sử dụng dữ liệu trong bảng hãy tính giá trị tĩnh và động (R và r) điện trở phi tuyến của diode khi làm việc với dòng điện 30 (mA) và công suất tiêu thụ khi đó.

Giải:

Từ bảng dữ liệu, ta có điện trở tĩnh

$$R = \frac{V}{I} \approx \frac{0,74}{28,7 \cdot 10^{-3}} = 25,8$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

(Ω)

Điện trở động:

$$r = \frac{\Delta V}{\Delta I} \approx \frac{0,75 - 0,73}{(42,7 - 19,2) \cdot 10^{-3}} = 0,85$$

Công suất:

$$p = V \cdot I \approx 0,74 \cdot 28,7 \cdot 10^{-3} = 21,38$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Ví dụ 1–9: Đặc tính dòng-áp của bóng đèn sợi wonfram được đo và ghi lại trong bảng. Điện áp một chiều có giá trị trong trạng thái ổn định được duy trì đủ lâu để có được sự cân bằng nhiệt.

v (V)	0,5	1	1,5	2	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
i (mA)	4	6	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20

Hãy tìm giá trị tĩnh và động điện trở phi tuyến của đèn và công suất tiêu thụ với các điểm làm việc (a) $i = 10 \text{ mA}$; (b) $i = 15 \text{ mA}$.

Giải

(a) Tại $i = 10 \text{ mA}$, điện trở tĩnh: $R \approx \frac{2,5}{10 \cdot 10^{-3}} = 250$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

v (V)	0,5	1	1,5	2	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
i (mA)	4	6	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20

Điện trở động:
$$r \approx \frac{3-2}{(11-9).10^{-3}} = 500$$

Công suất:
$$p \approx 2,5.10.10^{-3} = 25$$

(b) Tại $i = 15$ mA, điện trở tĩnh:

$$R \approx \frac{5}{15.10^{-3}} = 333$$

Điện trở động:
$$r \approx \frac{5,5-4,5}{(16-14).10^{-3}} = 500$$

Công suất:
$$p \approx 5.15.10^{-3} = 75$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

v (V)	0,5	1	1,5	2	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
i (mA)	4	6	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20

Điện trở động:
$$r \approx \frac{3-2}{(11-9).10^{-3}} = 500$$

Công suất:
$$p \approx 2,5.10.10^{-3} = 25$$

(b) Tại $i = 15$ mA, điện trở tĩnh:

$$R \approx \frac{5}{15.10^{-3}} = 333$$

Điện trở động:
$$r \approx \frac{5,5-4,5}{(16-14).10^{-3}} = 500$$

Công suất:
$$p \approx 5.15.10^{-3} = 75$$

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

3. BÀI TẬP

Bài 1.1: Một lực di chuyển vật đi một khoảng cách x có giá trị tương ứng $F = 12 / x^2$ (N). Hãy xác định (a) công của lực trong khoảng $1 \text{ m} < x < 3 \text{ m}$ và (b) giá trị của lực không đổi tác dụng trong cùng khoảng cách và thực hiện một công tương đương.

Bài 1.2: Điện năng được biến đổi thành nhiệt năng ở tốc độ $7,56 \text{ kJ/min}$ trên điện trở có lượng điện tích đi qua là 270 C/min . Điện áp giữa hai cực của điện trở bằng bao nhiêu?

Bài 1.3: Phần tử của mạch điện có dòng $i = 2,5 \sin \omega t$ (mA), trong đó ω là tần số góc tính theo rad/s, điện áp giữa hai cực $v = 45 \sin \omega t$ (V). Hãy xác định công suất trung bình P_{avg} và điện năng W_T được truyền đến phần tử trong một chu kỳ.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Bài 1.4: Đơn vị thông dụng của điện năng là Kilowatt–giờ (kWh).

(a) Có bao nhiêu jun (J) trong một kWh?

(b) Một TV màu có công suất 75W được bật từ 7h đến 11h30. Tổng điện năng TV tiêu thụ tính theo kWh và J là bao nhiêu?

Bài 1.5: Dây dẫn điện bằng đồng mã hiệu AWG #12, loại dây phổ biến trong hệ thống điện gia dụng, có khoảng 2,77.1023 điện tử tự do trong một mét chiều dài với giả thiết mỗi nguyên tử có một điện tử dẫn điện. Hãy xác định tỉ lệ điện tử di chuyển qua tiết diện ngang của dây dẫn trong một phút nếu như dây dẫn mang dòng điện không đổi 25 A?

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Bài 1.6:Ắc qui 12V thường được xác định theo đơn vị ampe–giờ (A.h). Nếu một ắc qui 70 A.h xả dòng điện 3,5 A thì có thể duy trì được 20 giờ.

(a) Giả thiết điện áp không đổi, xác định năng lượng và công suất trong quá trình xả kiệt ắc qui trên.

(b) Cũng hỏi như câu trên với dòng điện 7A.

Bài 1.7: Một điện trở 25Ω có điện áp $v = 150 \sin 377t$ (V). Hãy xác định dòng điện i và công suất p trên điện trở.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Bài 1.8: Dòng điện trên điện trở 5Ω tăng từ 0 đến 10A trong 2 ms. Tại thời điểm $t = 2^+$ ms dòng điện lại bằng không và lại tăng đến 10 A tại thời điểm $t = 4$ ms. Quá trình lặp lại mỗi 2 ms. Hãy vẽ dạng sóng của dòng điện i và điện áp v tương ứng.

Bài 1.9: Một cuộn dây điện cảm 2 mH có dòng điện $i = 5(1 - e^{-5000t})$. Hãy xác định điện áp trên cuộn dây và năng lượng tích trữ lớn nhất.

Bài 1.10: Một điện cảm 3 mH được đặt điện áp biến thiên theo qui luật sau: với $0 < t < 2$ ms, $V = 15$ V và với $2 < t < 4$ ms, $V = -30$ V. Hãy xác định dòng điện và vẽ đồ thị v_L , i trong khoảng thời gian trên.

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

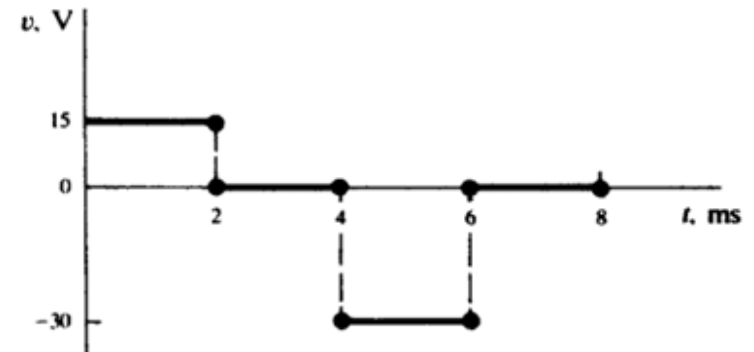
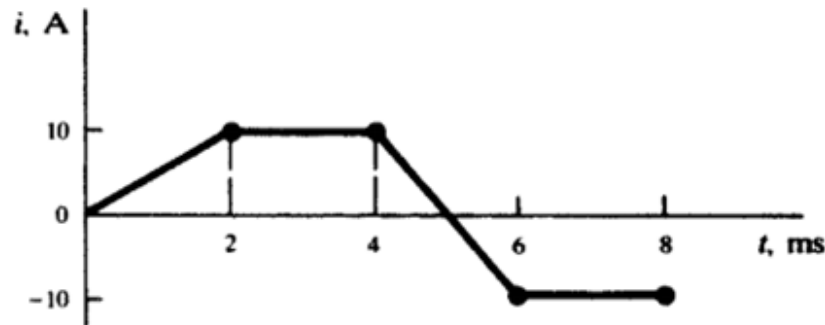
Bài 1.11: Một tụ điện có điện dung $60 \mu\text{F}$ được đặt vào điện áp biến thiên theo qui luật sau: $0 < t < 2 \text{ ms}$, $v = 25 \cdot 10^3 t \text{ (V)}$. Vẽ đồ thị dạng sóng của i , p , w trong khoảng thời gian nói trên và năng lượng tích lũy lớn nhất W_{max} .

Bài 1.12: Một tụ điện $20 \mu\text{F}$ được tích điện với tốc độ không đổi từ $0 \div 400 \mu\text{C}$ trong 5 ms . Hãy tìm hàm biểu diễn điện áp và năng lượng tích lũy lớn nhất.

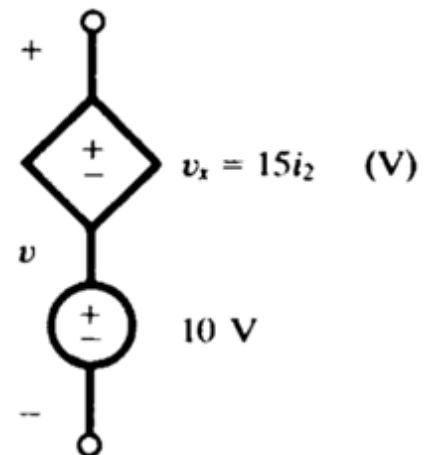
Bài 1.13: Mạch RLC nối tiếp có $R = 2 \Omega$, $L = 2 \text{ mH}$, và $C = 500 \mu\text{F}$ có dòng điện tăng tuyến tính từ 0 đến 10A trong khoảng thời gian $0 < t < 1\text{ms}$; giữ nguyên giá trị 10A trong khoảng $1 < t < 2 \text{ ms}$ và giảm tuyến tính từ 10 A xuống không trong khoảng $2 < t < 3 \text{ ms}$. Hãy vẽ dạng sóng của v_R , v_L và v_C .

CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Bài 1.14: Một phần tử của mạch điện có dạng sóng dòng điện và điện áp được vẽ trong hình 1.6. Hãy xác định loại và thông số của phần tử.

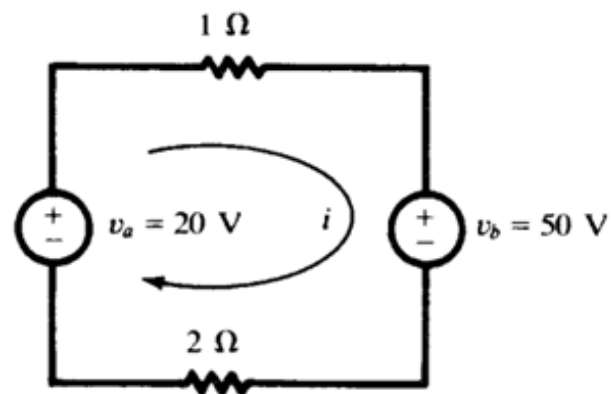


Bài 1.15: Hãy xác định điện áp v của nhánh trong hình bên đối với các dòng điện



CHƯƠNG 1 : THÔNG SỐ - PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN

Bài 1.16: Hãy xác định công suất được cung cấp từ các nguồn trong hình bên



Bài 1.17: Một điện trở 25Ω có điện áp $v = 150 \sin 377t$ (V). Hãy xác định công suất tức thời p và công suất trung bình P_{avg} trong một chu kỳ.

Bài 1.18: Hãy xác định điện áp trên điện trở 10Ω trong hình bên nếu như dòng điện i_x điều khiển nguồn dòng phụ thuộc nhận các giá trị (a) 2 A ; (b) -1 A

