

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA NHIỆT – LẠNH



SVTH:

1. Trần Trung Hiền	- MSSV: 21003281
2. Võ Trần Đại Hiệp	- MSSV: 21003628
3. Lê Công Lý	- MSSV: 21000793

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN MỘT PHA

Ngành học: VẬN HÀNH, SỬA CHỮA THIẾT BỊ LẠNH

Lớp học: 21C1-VSL1

TIỂU LUẬN MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

GVGD: K.S ĐỖ TRỌNG QUÝ

Thành phố Hồ Chí Minh – 2022

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA NHIỆT LẠNH



SVTH:

1. Trần Trung Hiền	- MSSV: 21003281
2. Võ Trần Đại Hiệp	- MSSV: 21003628
3. Lê Công Lý	- MSSV: 21000793

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN MỘT PHA

Ngành học: VẬN HÀNH, SỬA CHỮA THIẾT BỊ LẠNH

Lớp học: 21C1-VSL1

TIỂU LUẬN MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

GV CHẤM 1

(Ký và ghi rõ họ và tên)

GV CHẤM 2

(Ký và ghi rõ họ và tên)

K.S ĐỖ TRỌNG QUÝ

Thành phố Hồ Chí Minh – 2021

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	1
LỜI CẢM ƠN	2
NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN.....	3
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU	4
CHƯƠNG 2: Mạch điện xoay chiều hình sin 1 pha	
1. Khái niệm về dòng hình sin:.....	5
1.1. Định nghĩa	
1.2. Nguyên lý tạo ra sức điện động xoay chiều hình sin	
2. Các thông số đặc trưng cho đại lượng hình sin:	
3. Giá trị hiệu dụng của dòng hình sin:	6
3.1. Định nghĩa	
4. Biểu thị lượng hình sin bằng đồ thị véc tơ:.....	7
5. Mạch hình sin thuần trở:.....	8
5.1. Quan hệ dòng - áp	
5.2. Công suất	
6. Mạch hình sin thuần cảm:.....	9
6.1. Quan hệ dòng - áp	
6.2. Công suất	
7. Mạch hình sin thuần dung:.....	10
7.1. Quan hệ dòng - áp	
7.2. Công suất	
8. Mạch R - L - C mắc nối tiếp:.....	11

8.2. Các loại công suất của dòng điện hình sin

8.3. Bài tập áp dụng

CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC HIỆN.....12

4.1 Tự đánh giá đề tài13

4.1.1 Ưu điểm.....14

4.1.2 Khuyết điểm.....15

4.2 Kết luận và đề nghị16

TÀI LIỆU THAM KHẢO17

LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay cùng với sự tiến bộ của khoa học và công nghệ, các thiết bị điện tử đang và sẽ được ứng dụng ngày càng rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực kinh tế-xã hội cũng như trong đời sống. Trong tất cả các thiết bị điện tử, vấn đề nguồn cung cấp là một trong những vấn đề quan trọng nhất quyết định đến sự làm việc ổn định của hệ thống. Hầu hết các thiết bị điện tử đều sử dụng các nguồn điện một chiều được ổn áp với độ chính xác và ổn định cao. Hiện nay kỹ thuật chế tạo các nguồn điện ổn áp cũng đang là một khía cạnh đang được nghiên cứu phát triển với mục đích tạo ra các khối nguồn có công suất lớn, độ ổn định, chính xác cao, kích thước nhỏ.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đề tài tiểu luận này, nhóm em xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc đến,

Thầy Đỗ Trọng Quý đã luôn đồng hành tận tình hướng dẫn, đưa ra những lời khuyên hữu ích và quan sát để chỉ ra những sai sót kịp thời trong suốt quá trình nhóm thực hiện.

Quý thầy cô Khoa Công Nghệ Kỹ Thuật Nhiệt Lạnh – Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng TPHCM đã giảng dạy kiến thức nền tảng, truyền cảm hứng và luôn tạo điều kiện giúp chúng em trong quá trình học tập và các kiến thức liên quan đến đề tài.

Cuối cùng, nhóm xin gửi lời cảm ơn đến các bạn lớp 21C1-VSL1 đã luôn đồng hành giúp đỡ, nhiệt tình hỗ trợ trong quá trình học tập và làm đề tài tiểu luận.

Nhóm em xin chân thành cảm ơn!

NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PHẦN TRÌNH BÀY NỘI DUNG

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

Mạch điện một pha được sử dụng nhiều trong thực tế và sản xuất; Tuy nhiên do đặc tính của phụ tải mà chúng có những đặc điểm khác nhau việc nghiên cứu kỹ chương này cho phép chúng ta hiểu và sử dụng dòng điện một pha đúng đắn và kinh tế. Mục tiêu của bài là trình bày khái niệm về dòng điện xoay chiều hình sin một pha, nguyên lý tạo ra dòng điện hình sin và các thông số đặc trưng của nó, phân tích các hiện tượng điện tử khi dòng điện hình sin chạy qua các phần tử điện trở, điện cảm, điện dung, từ đó tính toán dòng điện, điện áp và công suất của các phần tử khi có dòng điện chạy qua. Và rèn luyện khả năng tư duy logic, các ứng dụng trong thực tế, vận dụng hiểu biết tiếp thu bài. Tiểu luận gồm 4 chương:

- *Chương 1: Giới thiệu sơ lược về đề tài, mục tiêu và phạm vi làm đề tài*
- *Chương 2: Cơ sở lý thuyết. Chương này tóm tắt những nội dung về mạch điện xoay chiều hình sin một pha*
- *Chương 3: Một số bài tập ứng dụng của mạch điện xoay chiều hình sin một pha*
- *Chương 4: Kết quả thực hiện trong bài tiểu luận nêu lên ý kiến sau đó kết luận và đánh giá đề tài*

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. Khái niệm mạch điện xoay chiều hình sin 1 pha**1.1. Định nghĩa**

Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều và trị số biến đổi theo thời gian

Dòng điện hình sin: là dòng điện có chiều và trị số biến đổi theo quy luật hình sin theo thời gian.

1.2. nguyên lý tạo ra sức điện động xoay chiều hình sin

- Sức điện động xoay chiều hình sin được tạo ra trong máy phát điện xoay chiều một pha hay ba pha.

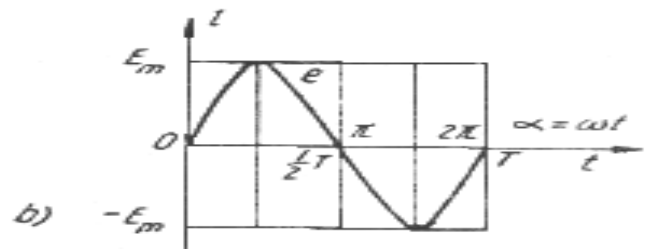
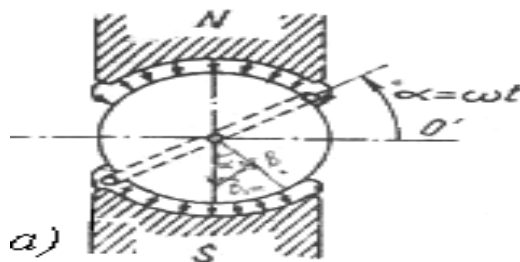
Xét một máy phát điện xoay chiều một pha đơn giản nhất, có cấu tạo gồm:

- Phần cảm (stato) là một nam châm vĩnh cửu có một đôi cực từ là cực bắc ký hiệu là N và cực nam ký hiệu là S.

- Phần ứng (Rôto) là một khung dây chuyển động quay cắt từ trường phần cảm. (hình 1)

Hệ thống cực từ được chế tạo sao cho trị số cảm ứng từ B phân bố trên mặt cực từ dọc theo khe hở không khí giữa Rôto và Stato theo quy luật hình sin. Như vậy ở vị trí bất kỳ từ cảm có trị số là: $B = B_m \sin \alpha$

trong đó B_m là trị số cực đại từ cảm, α là góc lệch giữa mặt phẳng trung tính oo'



với mặt phẳng khung dây

Khi rôto quay với tốc độ ω , cạnh khung dây sẽ chuyển động với tốc độ v cắt vuông góc đường sức từ nên trong một cạnh khung dây xuất hiện sức điện động cảm ứng là: $e_d = B.l.v$

với l là chiều dài cạnh khung dây

Nếu tại thời điểm ban đầu ($t = 0$) mặt phẳng khung dây ở vị trí trùng với mặt phẳng trung tính oo' thì tại thời điểm t bất kỳ khung dây ở vị trí là: $\alpha = \omega t$

Từ cảm tại đó là: $B = B_m \sin \alpha = B_m \sin \omega t$

Thay vào biểu thức s.đ.đ ta được: $e_d = B.l.v = B_m.l.v.\sin\omega t$.

Do mỗi khung dây có hai cạnh nên sức điện động của chúng nối tiếp với nhau ta có s.đ.đ của một khung dây là: $e_v = 2e_d = 2 B_m.l.v.\sin\omega t$.

Nếu khung dây có W vòng thì s.đ.đ của cả khung dây là: $e = W e_v = 2 B_m \cdot l \cdot v \cdot W \cdot \sin \omega t = E_m \sin \omega t$

trong đó $E_m = 2 B_m \cdot l \cdot v \cdot W$ là biên độ sức điện động. Như vậy sức điện động 2 hai đầu khung dây có quy luật hình sin

Nếu rôto quay với tốc độ n (vg/ph) và stato có p đôi cực thì tần số của s.đ.đ (số chu kỳ trong một giây) sẽ là: $f = \frac{pn}{60}$

2. Các thông số đặc trưng cho đại lượng hình sin

2.1 Biểu diễn giá trị hình sin:

Tại thời điểm bất kỳ trị số tức thời của dòng điện và điện áp được biểu diễn là:

$$i = I_m \sin (\omega t + \psi_i)$$

$$u = U_m \sin (\omega t + \psi_u)$$

với i, u là trị số tức thời của dòng điện và điện áp

2.2. Biên độ:

Là trị số cực đại của dòng điện, điện áp và s.đ.đ tương ứng ký hiệu là $I_{\max}$, $U_{\max}$, $E_{\max}$.

Để phân biệt ta quy ước: trị số tức thời ký hiệu chữ in thường như i, u, e

Trị số cực đại dùng chữ in hoa có chỉ số m như I_m, U_m, E_m .

2.3. Góc pha và góc pha đầu:

Lượng $(\omega t + \psi)$ đặc trưng cho dạng biến thiên của lượng hình sin được gọi là góc pha hay pha của lượng hình sin

Tại thời điểm $t = 0$, góc pha bằng ψ nên ψ được gọi là góc pha đầu hay pha đầu của lượng hình sin

Góc pha đầu có thể dương, âm hay bằng không

2.4. Tần số góc:

Là tốc độ góc của lượng hình sin, ký hiệu là ω , đơn vị là rad/s

2.5. Chu kỳ:

Chu kỳ là khoảng thời gian ngắn nhất để lượng hình sin lặp lại trị số và chiều ban đầu, ký hiệu là T, đơn vị đo là giây (sec)

Trong khoảng thời gian T góc pha biến thiên một lượng là $\omega T = 2\pi$ (rad)

2.6. Tần số:

Là số chu kỳ trong một giây, ký hiệu là f, đơn vị đo là Héc (Hz) ta có $f = 1/T$.

* Quan hệ giữa tần số góc và tần số: ta có $\omega = 2\pi f$

Tần số dòng điện xoay chiều trong công nghiệp của nước ta là $f = 50\text{Hz}$, khi đó tần số góc là $\omega = 2\pi f = 314\text{rad/s}$

2.7. Sự lệch pha:

Hai lượng hình sin là điện áp và dòng điện có cùng tần số nhưng tại một thời điểm góc pha của chúng có thể không bằng nhau ta nói chúng lệch pha với nhau. Ký hiệu góc lệch pha đó là φ , ta có: $\varphi = \psi_u - \psi_i$

Góc φ phụ thuộc vào đặc tính các thông số của mạch điện

Nếu $\varphi > 0$ ta nói điện áp vượt trước dòng điện

Nếu $\varphi < 0$ ta nói điện áp chậm sau dòng điện

Nếu $\varphi = 0$ ta nói điện áp và dòng điện trùng pha nhau.

Nếu $u = U_m \sin \omega t$ thì: $i = I_m \sin (\omega t + (\psi_u - \varphi_i)) = I_m \sin (\omega t - \varphi)$

3. GIÁ TRỊ HIỆU DỤNG CỦA LƯỢNG HÌNH SIN:

* Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều hình sin một pha;

3.1. Định nghĩa:

Trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là giá trị tương đương với dòng điện một chiều khi đi qua cùng một điện trở, trong khoảng thời gian một chu kỳ, chúng toả ra một năng lượng dưới dạng nhiệt như nhau

Ký hiệu giá trị hiệu dụng bằng chữ in hoa như I, U, E

Như vậy giá trị hiệu dụng đặc trưng cho tác dụng trung bình về mặt năng lượng của lượng hình sin trong mỗi chu kỳ.

Còn giá trị tức thời chỉ đặc trưng cho giá trị hình sin ở từng thời điểm.

3.2. Cách tính giá trị hiệu dụng theo biên độ:

Nhiệt lượng toả ra trên điện trở r do dòng điện xoay chiều chạy qua trong thời gian ngắn là: $dQ = i^2 r \cdot dt$

do đó trong một chu kỳ nhiệt lượng toả ra là:

$$Q = \int_0^T i^2 r dt$$

Nhiệt lượng toả ra trên điện trở r do dòng một chiều gây ra trong thời gian T là: $Q = I^2 r \cdot T$

Theo định nghĩa ta có: $I^2 r T = \int_0^T i^2 r dt$

Ở đây I là giá trị dòng một chiều chạy qua r, hay chính đó là giá trị hiệu dụng của dòng xoay chiều. Giải phương trình trên ta được:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} I_m^2 \int_0^T \sin^2 \omega t dt}$$

$$\text{Thay: } \sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}$$

$$\text{Ta có: } I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt}, \quad I = I_m \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^T \frac{1}{2} dt - \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{2} dt \right)}$$

$$\text{Hay: } I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707 I_m$$

$$\text{Vì: } \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{2} dt = 0$$

Tương tự ta có giá trị hiệu dụng của điện áp và s.đ.đ hình sin là:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707 U_m \quad \text{và} \quad E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707 E_m$$

4. Biểu thị lượng hình sin bằng đồ thị véc tơ:

Các đại lượng hình sin được biểu diễn bằng véc tơ có độ lớn (Môđun) bằng trị số hiệu dụng và góc tạo với trục Ox bằng pha đầu của các đại lượng

Véc tơ dòng điện: $\vec{I}$

Biểu diễn cho dòng điện: $i = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 30^\circ)$

Và véc tơ điện áp: $\vec{U}$

Biểu diễn cho điện áp: $u = 20\sqrt{2}\sin(\omega t - 45^\circ)$

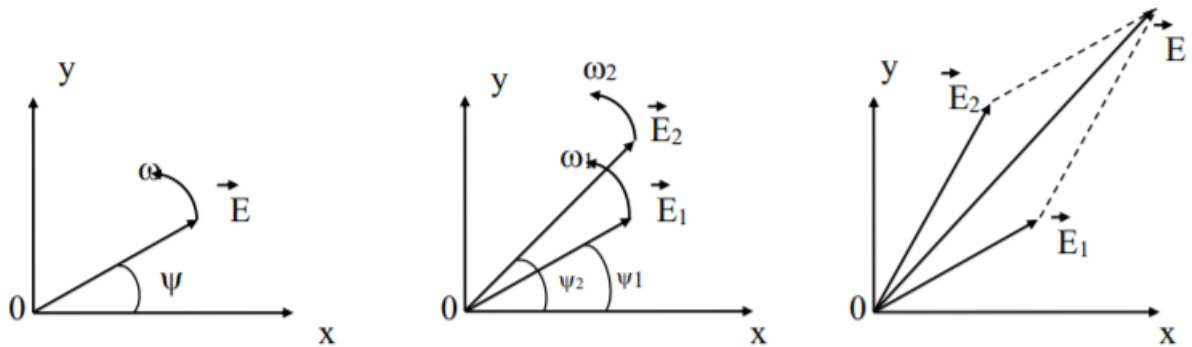
Tổng hay hiệu của các hàm sin được biểu diễn bằng tổng hay hiệu các véc tơ tương ứng.

Định luật Kirchhoff 1 dưới dạng véc tơ: $\sum \vec{I} = 0$

Định luật Kirchhoff 2 dưới dạng véc tơ: $\sum \vec{U} = 0$

Dựa vào cách biểu diễn các đại lượng và 2 định luật Kirchhoff bằng véc tơ, ta có thể giải Mạch điện trên đồ thị bằng phương pháp đồ thị véc tơ.

Hình tham khảo:



5. Mạch hình sin thuần trở:

Khi có dòng điện $i = I_{\text{Max}} \sin \omega t$ qua điện trở R , điện áp trên điện trở:

$$u_R = R \cdot i = U_{R\text{Max}} \sin \omega t, \text{ trong đó: } U_{R\text{Max}} = R \cdot I_{\text{Max}}$$

Ta có: $U_R = R \cdot I$ hoặc $I = U_R / R$

Biểu diễn véc tơ dòng điện I và điện áp U_R

Dòng điện $i = I_{\text{Max}} \sin \omega t$ biểu diễn dưới dạng dòng điện phức: $\dot{I} = I e^{j0}$

Điện áp $u_R = U_{R\text{Max}} \sin \omega t$ biểu diễn dưới dạng điện áp phức:

$$\dot{U}_R = U_R e^{j0} = R I e^{j0} = R \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{\dot{U}_R}{R}$$

Công suất tức thời của Mạch điện: $p_R(t) = u_R i = U_R \cdot I (1 - \cos 2\omega t)$

Ta thấy $p_R(t) > 0$ tại Mọi thời điểm, điện trở R luôn tiêu thụ điện năng của nguồn và biến đổi sang dạng năng lượng khác như quang năng và nhiệt năng .v.

Công suất tác dụng P là trị số trung bình của công suất tức thời pR trong Một

chu kỳ.

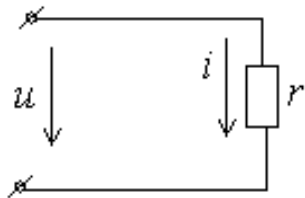
$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p_R(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T U_R I (1 - \cos 2\omega t) dt$$

Ta có: $P = U_R I = RI^2$

Đơn vị của công suất tác dụng là W (oát) hoặc KW

5.1 Quan hệ dòng điện - điện áp:

Mạch thuần trở là mạch chỉ có điện trở r, hệ số điện cảm L rất bé có thể bỏ qua và không có thành phần điện dung



Đặt vào mạch điện áp xoay chiều $u = U_m \sin \omega t$, trong mạch sẽ có dòng điện chạy qua. Ở thời điểm t bất kỳ theo định luật Ôm ta có:

$$i = \frac{u}{r} = \frac{U_m \sin \omega t}{r} = I_m \sin \omega t$$

ở đây $I_m = U_m/r$ là biên độ dòng điện qua mạch. So sánh biểu thức dòng điện và điện áp ta thấy trong mạch thuần trở dòng điện và điện áp đồng pha với nhau, góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp là $\varphi = 0$. Đồ thị thời gian và đồ thị véc tơ của dòng điện và điện áp

5.2. Công suất:

Công suất tức thời của nhánh được tính theo biểu thức:

$$p = u.i = U_m \cdot I_m \sin^2 \omega t = 2UI \sin^2 \omega t.$$

Thay $\sin^2 \omega t = (1 - \cos 2\omega t)/2$, ta có:

$$p = UI(1 - \cos 2\omega t) = UI - UI \cos 2\omega t$$

Như vậy công suất tức thời của nhánh thuần trở gồm hai thành phần: Thành phần không đổi UI và thành phần biến đổi $UI \cos 2\omega t$.

Vì thành phần $UI \cos 2\omega t = 0$ tính trung bình trong một chu kỳ, nên công suất trung bình trong một chu kỳ của nhánh sẽ bằng thành phần không đổi UI .

Công suất trung bình trong một chu kỳ của mạch xoay chiều gọi là công suất tác dụng hay công suất hữu công, ký hiệu là P .

$$P = UI = rI^2 = \frac{U^2}{r}$$

Như vậy đối với nhánh thuần trở công suất tác dụng bằng:

Điện năng tiêu thụ trong thời gian t tính theo công suất tác dụng là:

$$W_r = P.t$$

6. MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN THUẦN CẢM:

6.1 Quan hệ dòng điện - điện áp:

Nhánh có hệ số tự cảm L khá lớn, điện trở và điện dung đủ bé có thể bỏ qua được gọi là nhánh thuần cảm

Nếu ta đặt vào mạch điện áp xoay chiều u thì trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện i có dạng:

$$i = I_m \sin \omega t$$

Do dòng điện biến thiên nên trong cuộn dây xuất hiện s.đ.đ tự cảm xác

$$e_L = -L \frac{di}{dt}$$

định theo biểu thức:

Áp dụng định luật Kiếchôp II cho mạch vòng ta có:

$$u + e_L = ir = 0 \text{ vì } r = 0$$

Do đó:

$$u = - e_L$$

Như vậy trong nhánh thuần cảm điện áp nguồn cân bằng với s.đ.đ tự cảm xuất hiện trong nhánh, hay điện áp nguồn có trị số bằng s.đ.đ tự cảm nhưng pha đối nhau. Để tìm quan hệ giữa điện áp và dòng điện ta nghiên cứu quan hệ giữa s.đ.đ tự cảm và dòng điện.

Từ đồ thị dòng điện (hình 4.12) ta thấy:

Ở phần tư chu kỳ thứ nhất của dòng điện, dòng điện tăng dần từ không tới cực đại dương, số gia dòng điện dương và giảm dần

$$\Delta i_1 > \Delta i_2 > \Delta i_3 \dots > \Delta i_n > 0$$

Vì thế tốc độ biến thiên của dòng điện cũng dương và giảm dần từ cực đại về không.

$$\Delta i_1 / \Delta t > \Delta i_2 / \Delta t > \dots > \Delta i_n / \Delta t$$

s.đ.đ tự cảm trái dấu và tỷ lệ với tốc độ biến thiên của dòng điện nên s.đ.đ sẽ âm và có trị số giảm dần từ cực đại về không.

Ở phần tư chu kỳ thứ hai của dòng điện, dòng điện giảm dần từ cực đại về không, gia số dòng điện âm và có trị số tăng dần từ không lên cực đại, tốc độ biến thiên dòng điện cũng âm và có trị số tăng dần từ không lên cực đại, s.đ.đ tự cảm cũng dương và trị số tăng dần từ không lên cực đại.

Lý luận tương tự ta có ở phần tư chu kỳ thứ ba s.đ.đ tự cảm sẽ dương và trị số giảm từ cực về không, ở phần tư chu kỳ thứ tư s.đ.đ tự cảm sẽ âm và tăng dần trị số từ không tới cực đại âm.

Từ các nhận xét trên ta vẽ được dạng đồ thị biến thiên của s.đ.đ tự cảm theo sự biến thiên của dòng điện (Hình 4.12). Ta thấy s.đ.đ tự cảm luôn chậm pha sau dòng điện một góc 90^0 hay $\pi/2$ radian

Ta có :

$$e_L = -L \frac{di}{dt} = -L \frac{d(I_m \sin \omega t)}{dt} = -LI_m \omega \cos \omega t = \omega LI_m \sin(\omega t - \pi/2) = E_{Lm} \sin(\omega t - \pi/2)$$

Với biên độ s.đ.đ tự cảm là:

$$E_{Lm} = \omega LI_m$$

Điện áp đặt vào nhánh là:

$$u = -e_L = \omega LI_m \cos \omega t = U_m \sin(\omega t + \pi/2)$$

Ta thấy điện áp đặt vào nhánh thuần cảm vượt pha trước dòng điện góc 90^0 hay $\pi/2$ radian, biên độ bằng biên độ s.đ.đ.tự cảm.

$$U_m / \sqrt{2} = E_{Lm} / \sqrt{2} = \omega LI_m / \sqrt{2}$$

Từ trên ta có: Chia cả hai vế cho $\sqrt{2}$ ta được:

Từ đó: $U = \omega L.I = X_L.I$

Với $X_L = \omega L$ có vai trò như điện trở trong nhánh thuần trở được gọi là cảm kháng của nhánh thuần cảm, đơn vị đo cũng là Ω

Ta có: $I = U/X_L$

Đây là định luật Ôm của nhánh thuần cảm: Trị hiệu dụng của dòng điện trong nhánh thuần cảm tỷ lệ thuận với trị hiệu dụng của điện áp đặt vào nhánh và tỷ lệ nghịch với cảm kháng của nhánh.

6.2. Công suất:

$$p = u.i = U_m I_m \cos \omega t \sin \omega t = 2UI \frac{\sin 2\omega t}{2} = UI \sin 2\omega t$$

Công suất tức thời của nhánh thuần cảm là:

Ta thấy công suất nhánh thuần cảm cũng là lượng hình sin có tần số gấp đôi tần số dòng điện và có biên độ bằng $U.I = I^2 x_L = U^2/x_L$. Công suất trung bình trong một chu kỳ của nhánh thuần cảm bằng không. Trong 1/4 chu kỳ thứ nhất và thứ ba của dòng điện, dòng điện tăng, dòng và áp cùng dấu, nhánh tích năng lượng vào cuộn dây dưới dạng năng lượng từ trường.

Ở 1/4 chu kỳ thứ hai và thứ tư của dòng điện, dòng điện giảm, dòng và áp trái dấu, nhánh trả năng lượng về nguồn. Như vậy trong nhánh thuần cảm không tiêu thụ năng lượng, nó chỉ trao đổi năng lượng với nguồn. Để đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa nguồn và trường người ta dùng đại lượng gọi là công suất phản kháng hay công suất vô công, ký hiệu là Q . đo bằng biên độ trao đổi công suất trong mạch, ta có:

$$Q_L = UI = I^2 x_L = U^2/x_L$$

Đơn vị của công suất phản kháng là vôn – Am pe phản kháng hay đọc là Var. Bội số của nó là kVAr, MVar.

Điện năng vô công được tính tương tự điện năng hữu công

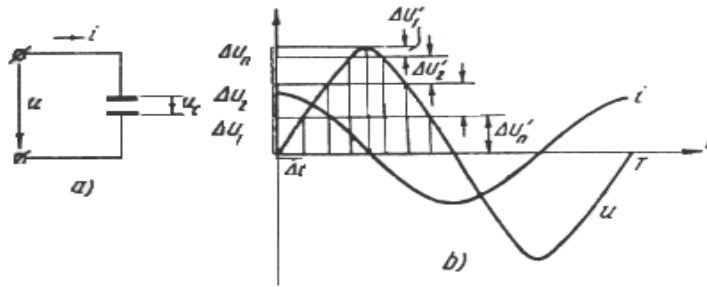
$$W_x = Q.t$$

Đơn vị của W_x là VArh, kVArh, MVarh.

7. MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN THUẦN DUNG:

7.1 Quan hệ dòng điện - điện áp:

Mạch thuần dung là mạch chỉ có điện dung, còn điện cảm và điện trở rất nhỏ không đáng kể có thể bỏ qua



Đặt vào mạch một điện áp xoay chiều $u = U_m \sin \omega t$, vì mạch không có điện trở nên điện áp trên tụ $U_c = u$. Ta xét chi tiết quá trình phóng nạp của tụ:

Ở 1/4 chu kỳ thứ nhất của điện áp, trị số điện áp tăng từ không lên cực đại dương, tụ điện bắt đầu quá trình nạp điện, điện áp tăng và gia số của nó lớn hơn không và giảm dần: $\Delta u_i > 0$ và $\Delta u_1 > \Delta u_2 > \dots > \Delta u_n$

vì thế tốc độ biến thiên của điện áp dương và giảm dần từ cực đại về không.

Điện tích trên tụ là: $q = C.u$ với C là điện dung của tụ. Dòng điện qua tụ

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt}$$

là:

Dòng điện trong mạch tỷ lệ với tốc độ biến thiên điện áp trên tụ, nên dòng điện trong mạch có chiều dương và trị số giảm dần từ cực đại dương về không

- Ở 1/4 chu kỳ thứ hai của điện áp, trị số điện áp dương và giảm dần, gia số điện áp âm và tăng dần nên dòng điện có giá trị âm và trị số tăng dần.

- Lý luận tương tự ta có: ở 1/4 chu kỳ thứ ba của điện áp dòng điện âm và giảm dần từ cực đại âm về không, ở 1/4 chu kỳ thứ tư của điện áp dòng điện có trị số dương và tăng dần từ không lên cực đại dương, ta vẽ được đồ thị dòng điện

Từ đồ thị ta thấy dòng điện trong nhánh xoay chiều thuần dung luôn vượt trước điện áp một góc 90^0 hay $\pi/2$ radian

$$i = C \frac{du_c}{dt} = C \frac{du}{dt} = C \frac{d(U_m \sin \omega t)}{dt} = U_m C \omega \cos \omega t = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Ta có:

Ở đây I_m là biên độ dòng điện

$$I_m = U_m . C . \omega$$

$$\frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \frac{1}{C \omega}$$

Chia cả hai vế cho $\sqrt{2}$ ta có:

$$\text{Hay:} \quad I = U/x_c$$

Lượng X_C có vai trò như điện trở trong nhánh thuần điện trở, nên được gọi là dung kháng của mạch thuần dung, đơn vị đo cũng là Ω , ta có:

$$X_C = 1/\omega C = 1/2\pi fC$$

Biểu thức trên là định luật Ôm trong nhánh thuần dung, định luật phát biểu: Trong nhánh thuần dung trị hiệu dụng của dòng điện tỷ lệ với trị hiệu dụng của điện áp đặt vào nhánh và tỷ lệ nghịch với dung kháng của nhánh.

7.2. Công suất:

$$p = u.i = U_m I_m \cos \omega t \sin \omega t = 2UI \frac{\sin 2\omega t}{2} = UI \sin 2\omega t$$

Công suất tức thời của nhánh thuần dung là:

Ta thấy công suất nhánh thuần dung cũng là lượng hình sin có tần số gấp đôi tần số dòng điện và có biên độ bằng $U.I$.

Công suất trung bình trong một chu kỳ của nhánh thuần dung bằng không. Trong 1/4 chu kỳ thứ nhất và thứ ba của điện áp, dòng và áp cùng chiều, nhánh tích năng lượng vào tụ dưới dạng năng lượng điện trường.

Ở 1/4 chu kỳ thứ hai và thứ tư của điện áp, dòng và áp ngược chiều, nhánh trả năng lượng về nguồn. Như vậy trong nhánh thuần dung không tiêu thụ năng lượng, nó chỉ trao đổi năng lượng với nguồn. Công suất phản kháng đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa nguồn và trường bằng biên độ trao đổi công suất tức thời, ta có:

$$Q_c = UI = I^2 X_C = U^2 / X_C$$

DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN TRONG NHÁNH R – L – C NỐI TIẾP

Khi cho dòng điện $i = I_{\max} \sin \omega t$ qua nhánh R – L – C nối tiếp sẽ gây ra các điện áp u_R , u_L , u_C trên các phần tử R, L, C.

Ta có : $u = u_R + u_L + u_C$ hoặc $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$

Biểu diễn vectơ điện áp U bằng phương pháp vectơ

Từ đồ thị vectơ ta có:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2} = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = IZ$$

Trong đó: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Z gọi là Mô đun tổng trở của nhánh R – L – C nối tiếp.

$X = X_L - X_C$; X là điện kháng của nhánh.

Điện áp lệch pha so với dòng điện Một góc P: $\tan P = X/R = (X_L - X_C)/R$

Biểu diễn định luật ÔM dưới dạng phức:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C = \vec{I}R + j\vec{I}X_L - j\vec{I}X_C = \vec{I}[R + j(X_L - X_C)] = \vec{I}Z$$

$$\text{Ta có: } \vec{I} = \frac{\vec{U}}{Z}$$

Tổng trở phức của nhánh: $Z = R + jX = ze^{j\varphi}$

8. Mạch R - L - C mắc nối tiếp

Khi cho dòng điện $i = I_{\max} \sin \omega t$ qua nhánh R – L – C nối tiếp sẽ gây ra các điện áp u_R , u_L , u_C trên các phần tử R, L, C.

Ta có : $u = u_R + u_L + u_C$ hoặc

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

Biểu diễn vectơ điện áp U bằng phương pháp vectơ

Từ đồ thị vectơ ta có:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2} = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = IZ$$

Trong đó: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

z gọi là Mô đun tổng trở của nhánh R – L - C nối tiếp.

$X = X_L - X_C$; X là điện kháng của nhánh.

Điện áp lệch pha so với dòng điện Một góc P : $\tan P = X/R = (X_L - X_C)/R$

Biểu diễn định luật ÔM dưới dạng phức:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C = \vec{I}R + j\vec{I}X_L - j\vec{I}X_C = \vec{I}[R + j(X_L - X_C)] = \vec{I}Z$$

$$\text{Ta có: } \vec{I} = \frac{\vec{U}}{Z}$$

Tổng trở phức của nhánh: $Z = R + jX = ze^{j\varphi}$

8.2. Các loại công suất của dòng điện hình sin**CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN**

Đối với dòng điện xoay chiều có ba loại công suất

Công suất tác dụng P

Cho Mạch điện (hình 2.9) gồm các thông số R, L, C được đặt vào điện áp $u = U_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$ và dòng điện $i = I_{\max} \sin \omega t$ chạy qua Mạch.

Công suất tác dụng P:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt$$

Công suất tức thời $p(t) = u \cdot i = UI [\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi)]$

Ta có:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T UI [\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi)] dt = UI \cos \varphi$$

Công suất tác dụng P có thể được tính bằng tổng công suất tác dụng trên các điện trở của các nhánh của Mạch điện:

$$P = \sum_{k=1}^n R_k I_k^2$$

Trong đó R_k , I_k là điện trở, dòng điện trên nhánh thứ k.

Công suất tác dụng đặc trưng cho hiện tượng biến đổi điện năng sang các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, cơ năng.v.v..

Công suất phản kháng Q

Để đặc trưng cho cường độ quá trình trao đổi năng lượng điện từ trường, người ta đưa ra khái niệm công suất phản kháng Q.

$$Q = UI \sin \varphi$$

Công suất phản kháng có thể được tính bằng tổng công suất phản kháng của điện cảm và điện dung của Mạch điện :

$$Q = Q_L + Q_C = \sum_{k=1}^n X_{Lk} I_k^2 - \sum_{k=1}^n X_{Ck} I_k^2$$

trong đó: X_{Lk} , X_{Ck} , I_k lần lượt là cảm kháng, dung kháng và dòng điện trên nhánh thứ k .

Công suất biểu kiến S

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Công suất biểu kiến còn được gọi là công suất toàn phần.

P , S , Q có cùng 1 thứ nguyên, nhưng đơn vị của P là W, của Q là VAR và của S là VA.

NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT COSP

Ta có $P = UI \cos \varphi$; $\cos \varphi$ được gọi là hệ số công suất.

Nâng cao hệ số $\cos \varphi$ của tải sẽ nâng cao khả năng sử dụng công suất nguồn điện. Mặt khác nếu cần 1 công suất P nhất định trên đường dây 1 pha thì dòng điện chạy trên đường dây:

$$I_d = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

Khi ta nâng hệ số $\cos \varphi$ thì dòng điện dây I_d sẽ giảm, dẫn đến giảm chi phí đầu tư cho đường dây và tổn hao điện năng trên đường dây.

Để nâng cao $\cos \varphi$ ta dùng tụ điện nối song song với tải

Ta có phụ tải: $Z = R + jX$, khi chưa bù (chưa có nhánh tụ điện) dòng điện trên đường dây I bằng dòng điện qua tải I_1 , hệ số công suất $\cos \varphi_1 = R/Z$ của tải.

Khi có bù (có nhánh tụ điện), dòng điện trên đường dây I :

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_C$$

Lúc chưa bù chỉ có công suất Q_1 của tải: $Q_1 = P \operatorname{tg} \varphi_1$

Lúc có bù, công suất phản kháng của Mạch : $Q = P \operatorname{tg} \varphi$

Công suất phản kháng của Mạch gồm Q_1 của tải và Q_C của tụ điện:

$$Q_1 + Q_C = P \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow Q_C = -P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi)$$

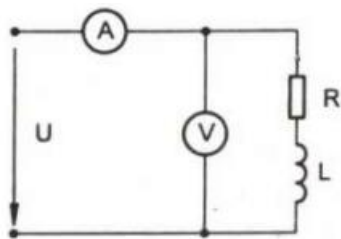
Mặt khác công suất phản kháng Q_C của tụ:

$$Q_C = -U_C \cdot I_C = -U^2 \omega C$$

Từ (*) và (**) ta tính được giá trị điện dung C để nâng hệ số công suất của Mạch điện từ $\cos \varphi_1$ lên $\cos \varphi$:

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi)$$

Bài tập ứng dụng:



Hình 2.2

Để xác định thông số của cuộn dây, tiến hành hai lần thí nghiệm như sau

(h.2 .2)

- Khi $U_1 = 60V$, $f_1 = 50Hz$ thì $I_1 = 10A$

- Khi $U_2 = 60V$, $f_2 = 100Hz$ thì $I_2 = 6A$.

Tìm R, L

Bài giải:

Giải thuyết rằng điện trở cuộn dây không phụ thuộc vào tần số

Tổng trở cuộn dây khi tần số f_1 :

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega_1 L)^2} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{60}{10} = 6\Omega$$

Tổng trở cuộn dây khi tần số f_2 :

$$z_2 = \sqrt{R^2 + (\omega_2 L)^2} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{60}{6} = 10\Omega$$

Trong đó:

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = 100\pi \text{ rad/s ;}$$

$$\omega_2 = 2\pi f_2 = 200\pi \text{ rad/s.}$$

Ta có hệ phương trình:

$$R^2 + (100\pi L)^2 = 36$$

$$R^2 + (200\pi L)^2 = 100$$

Giải hệ ta tìm được:

$$L = 14,7 \text{ mH ; } R = 3,84 \Omega.$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GIÁO TRÌNH KỸ THUẬT ĐIỆN TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC
2. BÀI GIẢNG KỸ THUẬT ĐIỆN Tác giả: Nguyễn Tuấn Hùng
3. Cơ sở kỹ thuật điện – Hoàng Hữu Thận - NXB giáo dục – 1981