# **CHƯƠNG III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU**

## **I. ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU**

***1. Lý thuyết***

+ Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên điều hòa theo thời gian.

+ Biểu thức của i và u: i = I0cos(ωt + ϕi); u = U0cos(ωt + ϕu).

Trong một giây dòng điện xoay chiều đổi chiều 2f lần (f tính ra Hz).

+ Những đại lượng đặc trưng cho dòng điện xoay chiều:

- Các giá trị tức thời, cực đại, hiệu dụng của i, u, e.

- Tần số góc, tần số, chu kì, pha và pha ban đầu.

+ Người ta tạo ra dòng điện xoay chiều bằng máy phát điện xoay chiều. Máy phát điện xoay chiều hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Để đo các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều người ta dùng các dụng cụ đo hoạt động dựa vào tác dụng nhiệt của dòng điện xoay chiều.

***2. Công thức***

+ Từ thông qua khung dây của máy phát điện:

φ = NBScos(ωt + ϕ) = Φ0cos(ωt + ϕ); ϕ =  lúc t = 0.

+ Từ thông cực đại qua khung dây (N vòng dây) của máy phát điện: Φ0 = NBS.

+ Suất điện động trong khung dây của máy phát điện:

e = - φ’ = ωNBSsin(ωt + ϕ) = E0cos(ωt + ϕ - ).

+ Suất điện động cực đại trong khung dây (có N vòng dây) của máy phát điện:

E0 = ωΦ0 = ωNBS.

+ Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều:

I = ; U = ; E = ; số chỉ của dụng cụ đo dòng điện xoay chiều là giá trị hiệu dụng của đại lượng cần đo.

***\* Tìm điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch nhờ máy tính fx-570ES:***

Biểu thức điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch u = U0cos(ωt + ϕ).

Tại thời điểm t1, điện áp có giá trị u1. Tính u2 tại thời điểm t2 = t1 + Δt.

Góc quay (tính ra rad) trong thời gian Δt: Δϕ = ω.Δt.

u2 = U0cos(ω(t1+ Δt) + ϕ) = U0cos(ωt1+ ϕ) + ωΔt) = U0cos((ωt1+ ϕ) + Δφ).

Chọn đơn vị đo góc là rad: Bấm: **MODE** **1** (để tính toán chung) **SHIFT** **MODE** **4** (để dùng đơn vị góc là rad). Nhập u2 = U0cos(± **SHIFT** **cos** () + ω.Δt)

Dấu đặt trước **SHIFT**: dấu (+) nếu u1 đang giảm; dấu (-) nếu u1 đang tăng.

*\* Áp dụng tương tự cho việc tìm cường độ dòng điện tức thời.*

## **II. CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU**

***1. Lý thuyết***

+ Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần: uR cùng pha với i; I = .

+ Đoạn mạch chỉ có tụ điện C: uC trể pha so với i; I = .

Đại lượng đặc trưng cho tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều của tụ điện gọi là dung kháng: ZC = .

+ Đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần: uL sớm pha  so với i; I = .

Đại lượng đặc trưng cho tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều của cuộn cảm gọi là cảm kháng: ZL = ωL = 2πfL.

***2. Công thức***

+ Cảm kháng: ZL = ωL = 2πfL. Dung kháng: ZC = .

+ Định luật Ôm: I = .

+ Nếu cường độ dòng điện chạy trên đoạn mạch là i = I0cos(ωt + ϕi) thì biểu thức điện áp:

Giữa hai đầu điện trở thuần: uR = RI0cos(ωt + ϕi).

Giữa hai đầu cuộn cảm thuần: uL = ωLI0cos(ωt + ϕi + ).

Giữa hai bản của tụ điện: uC = cos(ωt + ϕi - ).

+ Đoạn mạch chỉ có L hoặc C hoặc có cả L và C (không có R):  = 1.

***\* Phương pháp chuẩn hóa gán số liệu:***

Bản chất của phương pháp “chuẩn hóa gán số liệu” là dựa trên việc thiết lập tỉ lệ giữa các đại lượng vật lý (thông thường là các đại lượng cùng đơn vị), theo đó đại lượng này sẽ tỉ lệ theo đại lượng kia với một hệ số tỉ lệ nào đó, nó giúp ta có thể gán số liệu đại lượng này theo đại lượng kia và ngược lại.

Dấu hiệu nhận biết để áp dụng phương pháp này là bài ra sẽ cho biết các tỉ lệ giữa các đại lượng cùng đơn vị; hoặc là biểu thức liên hệ giữa các đại lượng ấy với nhau có dạng tỉ số. Sau khi nhận biết, xác định được “đại lượng cần chuẩn hóa” thì ta bắt đầu tính toán, việc xác định được “đại lượng cần chuẩn hóa” thông thường sẽ là đại lượng nhỏ nhất và gán cho đại lượng ấy bằng 1, các đại lượng khác sẽ từ đó biểu diễn theo “đại lượng chuẩn hóa” này, đối với trường hợp số phức thì có thể chuẩn hóa số gán cho góc bằng 0.

Trong phần điện xoay chiều, ta sẽ xây dựng cách giải cho một số dạng toán về so sánh, lập tỉ số như: độ lệch pha, hệ số công suất và so sánh các điện áp hiệu dụng trên các đoạn mạch, tần số thay đổi …

Trong phần sóng âm, ta sẽ gặp một số dạng toán về so sánh cường độ âm, tỉ số khoảng cách giữa các điểm ...

Trong phần hạt nhân, ta gặp một số dạng toán về tỉ số các hạt nhân phóng xạ tại những thời điểm …

Một bài tập sẽ có nhiều cách giải, nhưng nếu chọn cách giải theo phương pháp “Chuẩn hóa gán số liệu” thì chắc chắn sẽ làm cho quá trình tính toán đơn giản hơn, giảm thiểu tối đa ẩn số, phù hợp với tính chất của thi trắc nghiệm.

## **III. MẠCH CÓ R, L, C MẮC NỐI TIẾP**

***1. Lý thuyết***

+ Tổng trở của đoạn mạch RLC nối tiếp: Z = .

+ Định luật Ôm cho đoạn mạch RLC nối tiếp: I = .

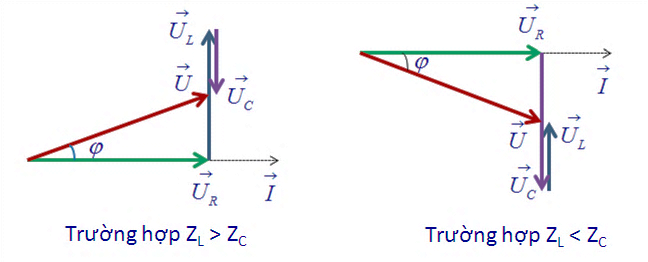
+ Góc lệch pha giữa u và i (ϕ = ϕu - ϕi): tanϕ = .

- Nếu ZL > ZC thì ϕ > 0 (u sớm pha hơn i): mạch có tính cảm kháng.

- Nếu ZL < ZC thì ϕ < 0 (u trể pha hơn i): mạch có tính dung kháng.

+ Cộng hưởng: Khi ZL = ZC hay ω =  thì Z = Zmin = R; I = Imax = ; ϕ = 0. Đó là trường hợp đoạn mạch có cộng hưởng điện.

+ Giãn đồ véc tơ cho các điện áp trên đoạn mạch RLC:



***2. Công thức***

+ Tổng trở: Z =. Định luật Ôm: I = ; I0 = .

+ Giá trị hiệu dụng: I = ; U = ; UR = IR; UL = IZL; UC = IZC.

+ Công thức tính độ lệch pha giữa u và i: tanϕ = .

+ Biểu thức của u và i:

Nếu i = I0cos(ωt + ϕi) thì u = U0cos(ωt + ϕi + ϕ).

Nếu u = U0cos(ωt + ϕu) thì i = I0cos(ωt + ϕu - ϕ).

+ Cộng hưởng điện: Khi: ZL = ZC hay ω = 2πf =  thì:

Z = Zmin = R; ϕ = 0 (u cùng pha với i); I = Imax = ; P = Pmax = .

+ Mạch RLC có L thay đổi: Khi L = L1 hoặc L = L2 (L1 ≠ L2) trong mạch có các đại lượng Z; I; UR; UC; P; cosϕ là như nhau, còn ϕ1 = - ϕ2 thì:

ZC = ;

Khi L =  thì mạch có cộng hưởng.

Khi ZL =  thì UL = ULmax =  = .

+ Mạch RLC có C thay đổi: Khi C = C1 hoặc C = C2 (C1 ≠ C2) trong mạch có các đại lượng Z; I; UR; UC; P; cosϕ là như nhau, còn ϕ1 = - ϕ2 thì:

ZL = ;

Khi  thì mạch có cộng hưởng.

Khi ZC =  thì UC = UCmax =  = .

+ Mạch RLC có ω thay đổi:

Khi ω = ω1 hoặc ω = ω2 (ω1 ≠ ω2) trong mạch có các đại lượng Z; I; UR; UC; P; cosϕ là như nhau, còn ϕ1 = - ϕ2 thì mạch có cộng hưởng khi ω2 = ω1ω2.

Khi ω = ω1 hoặc ω = ω2 thì có UL1 = UL2; khi ω = ω0; có UL = ULmax thì: .

Khi ω = ω1 hoặc ω = ω2; thì có UC1 = UC2; khi ω = ω0; có UC = UCmax thì:

ω = (ω + ω).

Khi ω =  =  thì: UL = ULmax= .

Khi ω =  =  thì: UC = UCmax = .

+ Mạch RLC có f thay đổi: Khi f = f1 hoặc f = f2 (f1 ≠ f2) trong mạch có các đại lượng Z; I; UR; UC; P; cosϕ là như nhau, còn ϕ1 = - ϕ2 thì mạch có cộng hưởng khi f2 = f1f2.

***\* Giải một số bài tập về dòng điện xoay chiều nhờ máy tính fx-570ES:***

*+ Tính tổng trở Z và góc lệch pha ϕ giữa u và i:*

Tính ZL và ZC (nếu chưa có).

Bấm **SHIFT MODE 1**; **MODE 2** (màn hình xuất hiện **CMPLX** để diễn phức); nhập R + r + (ZL – ZC)i (bấm **ENG** để nhập đơn vị ảo i) **=** (hiễn thị dạng a + bi); **SHIFT 2 3 =** (hiễn thị kết quả dạng Z ∠ ϕ). Ta xác định được Z và ϕ.

*+ Viết biểu thức của u khi biết i = I0(cosωt + ϕi): nhân hai số phức: .*

Tính ZL và ZC (nếu chưa có).

Bấm **MODE 2** (để diễn phức); bấm **SHIFT MODE 4** (chọn đơn vị đo góc là rad); nhập I0; bấm **SHIFT (-)** (màn hình xuất hiện ∠ để nhập góc); nhập ϕi; bấm X (dấu nhân); bấm **(**; nhập R + r; bấm **+**; bấm (ZL – ZC); bấm **ENG** (để nhập đơn vị ảo i); bấm **)**; bấm = (hiễn thị dạng a + bi); bấm **SHIFT 2 3 =** (hiễn thị dạng U0 ∠ ϕu).

*+ Viết biểu thức của i khi biết u = U0(cosωt + ϕu):**chia hai số phức: .*

Tính ZL và ZC (nếu chưa có).

Bấm **MODE 2** (để diễn phức), bấm **SHIFT MODE 4** (chọn đơn vị đo góc là rad), nhập  **=** (hiễn thị kết quả dạng a + bi); bấm **SHIFT 2 3 =** (hiễn thị kết quả I0 ∠ ϕi).

***+*** *Xác định các thông số Z, R, ZL, ZC khi biết u và i: chia hai số phức: .*

Bấm **MODE 2** (màn hình xuất hiện **CMPLX** để diễn phức); bấm **SHIFT MODE 4** (chọn đơn vị đo góc là rad); nhập  **=** (hiễn thị dạng a + bi). Xác định được R = a; (ZL – ZC) = b (b > 0: đoạn mạch có tính cảm kháng; b < 0: đoạn mạch có tính dung kháng). Để xác định Z và ϕ, bấm **SHIFT 2 3** (hiễn thị Z ∠ ϕ).

*+ Cộng trừ các điện áp tức thời trên đoạn mạch xoay chiều mắc nối tiếp: thực hiện bài toán cộng trừ số phức như bài toán tổng hợp dao động.*

*+ Tìm giá trị tức thời của u (hoặc i) tại thời điểm t2 khi biết giá trị tức thời của u (hoặc i) tại thời điểm t1:*

Bấm **SHIFT MODE 4** (dùng đơn vị góc là rad), bấm **U0****cos** (**±** **SHIFT** **cos** (() + ω(t2 – t1))) **=** (trước **SHIFT** đặt dấu **+** nếu u đang giảm, đặt dấu **–** nếu u đang tăng, nếu không nói u đang giảm hoặc u đang tăng thì đặt dấu +).

## **IV. CÔNG SUẤT CỦA MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU**

***1. Lý thuyết***

+ Công suất của dòng điện xoay chiều: P = UIcosϕ = I2R = .

+ Hệ số công suất: cosϕ = .

+ Đoạn mạch chỉ có R hoặc có cộng hưởng thì: P = Pmax = .

+ Đoạn mạch chỉ có L hoặc C hoặc có cả L và C mà không có R thì công suất P = 0.

+ Công suất hao phí trên đường dây tải: Php = rI2 = .

Nếu hệ số công suất cosϕ nhỏ thì công suất hao phí trên đường dây tải Php sẽ lớn, do đó người ta phải tìm cách nâng cao hệ số công suất.

Với điện áp U, dụng cụ điện tiêu thụ công suất P thì I =  nên phải tăng cosϕ để giảm I từ đó giảm hao phí vì tỏa nhiệt trên dây.

***2. Công thức***

+ Công suất, hệ số công suất: P = UIcosϕ = I2R = , cosϕ =  = .

+ Khi R biến thiên từ 0 → ∞ thì P biến thiên từ 0 ⭧  ⭨ 0.

Khi R = |ZL – ZC| thì P = Pmax = =  và cosϕ = .

+ Khi R = R1; R = R2; có P1 = P2; khi R = R0 =|ZL – ZC|; có P = Pmax thì:

R1R2 = R và P1 = P2 = .

+ Khi L biến thiên từ 0 → ∞ thì P biến thiên từ  ⭧ ⭨ 0.

+ Khi L = L1; L = L2; có P1 = P2; khi L = L0; có P = Pmax thì:

ZL1 + ZL2 = 2ZL0 = 2ZC.

+ Khi C biến thiên từ 0 → ∞ thì P biến thiên từ 0 ⭧ ⭨ .

+ Khi C = C1; C = C2; có P1 = P2; khi C = C0; có P = Pmax thì:

ZC1 + ZC2 = 2ZC0 = 2ZL.

+ Khi ω hay f biến thiên từ 0 → ∞ thì P biến thiên từ 0 ⭧ ⭨ 0.

Để P = Pmax thì ω =  hay f =  .

+ Khi f = f1; f = f2; có P1 = P2; khi f = f0; có P = Pmax thì:

f1.f2 = f hay ω1.ω2 = ω.

+ Trường hợp cuộn dây có điện trở r:

Khi R + r = |ZL – ZC| thì P = Pmax =  và cosϕ = .

Khi R =  thì PRmax = .

+ Điện năng tiêu thụ ở mạch điện: W = A = P.t.

***\* Dùng máy tính fx-570ES để tìm hệ số công suất của đoạn mạch:***

Tính ZL và ZC (nếu chưa có).

Bấm: **SHIFT MODE 1** (màn hình xuất hiện **Math**); **MODE 2** (màn hình xuất hiện **CMPLX** để diễn phức); nhập R + r + (ZL – ZC)i (bấm **ENG** để nhập đơn vị ảo i) **=**; bấm **SHIFT 2 1** **=** (để lấy ra giá trị của ϕ); bấm **cos** **=**; ta được giá trị của cosϕ.

## **V. TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG. MÁY BIẾN ÁP**

***1. Lý thuyết***

+ Công suất hao phí trên đường dây tải: Php = rI2 = ; với P là công suất cần truyền tải; U là điện áp nơi cung cấp, r = ρ là điện trở của dây tải.

+ Biện pháp giảm hao phí trên đường dây tải: giảm r, tăng U. Khi tăng U lên n lần thì công suất hao phí giảm đi n2 lần.

+ Máy biến áp là thiết bị biến đổi điện áp mà không làm thay đổi tần số của dòng điện xoay chiều.

+ Máy biến áp gồm hai cuộn dây có số vòng dây khác nhau quấn trên một lỏi sắt hình khung; cuộn N1 nối vào nguồn phát điện gọi là cuộn sơ cấp, cuộn N2 nối ra tải tiêu thụ điện năng gọi là cuộn thứ cấp.

+ Máy biến áp hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Với máy biến áp làm việc trong điều kiện lí tưởng (hiệu suất gần 100%) thì:



Khi N2 > N1 ⇨ U2 > U1: máy tăng áp; khi N2 < N1 ⇨ U2 < U1: máy hạ áp.

+ Công dụng của máy biến áp:

Dùng để thay đổi điện áp của dòng điện xoay chiều.

Sử dụng trong việc truyền tải điện năng để giảm hao phí trên đường dây truyền tải.

Sử dụng trong các máy hàn điện, nấu chảy kim loại (cường độ dòng điện lớn).

+ Các nguyên nhân gây hao phí trên máy biến áp và cách khắc phục:

- Tổn hao do hiệu ứng Jun – Len xơ trên hai cuộn dây; khắc phục bằng cách dùng dây đồng có tiết diện lớn để giảm điện trở cuộn dây.

- Tổn hao do dòng Fu-cô trong lõi sắt; khắc phục bằng cách ghép nhiều lá sắt mỏng cách điện với nhau làm lõi biến áp để tăng điện trở của lỏi biến áp.

- Tổn hao do hiện tượng từ trễ của lõi sắt; khắc phục bằng cách dùng thép kĩ thuật (tôn silic) có chu trình từ trễ hẹp để làm lõi.

***2. Công thức***

+ Máy biến áp lí tưởng có: .

+ Suất điện động: ; u1 = e1 = i1r1; u2 + e2 = i2r2.

+ Công suất hao phí trên đường dây tải: Php = rI2 = .

+ Điện trở của dây tải điện: r = ρ. Hiệu suất tải điện: H = .

+ Độ giảm điện áp trên đường dây tải điện: ΔU = Ir.

## **VI. MÁY PHÁT ĐIỆN, ĐỘNG CƠ ĐIỆN**

### ***LÝ THUYẾT – CÔNG THỨC***

***1. Lý thuyết***

+ Máy phát điện xoay chiều một pha: khi quay, nam châm (lúc này là rôto) tạo ra từ trường quay, sinh ra suất điện động xoay chiều trong các cuộn dây cố định.

+ Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống ba dòng điện xoay chiều, gây bởi ba suất điện động cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau là  rad từng đôi một.

+ Máy phát điện xoay chiều ba pha: khi quay, nam châm (lúc này là rôto) tạo ra từ trường quay, sinh ra hệ ba suất điện động trong ba cuộn dây giống nhau đặt cố định (stato) trên một vòng tròn tạo với nhau những góc 1200.

+ Đặt trong từ trường quay một khung dây dẫn kín có thể quay quanh một trục, trùng với trục quay của từ trường thì khung dây quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường (ω’ < ω). Ta nói khung dây quay không đồng bộ với từ trường.

+ Khi động cơ không đồng bộ hoạt động ổn định thì tần số của từ trường quay bằng tần số của dòng điện chạy trong các cuộn dây của stato còn tốc độ quay của rôto thì nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường.

***2. Công thức***

+ Suất điện động trong khung dây của máy phát điện:

e = - φ’ = ωNBSsin(ωt + ϕ) = E0cos(ωt + ϕ - ).

+ Tần số dòng điện do máy phát điện xoay chiều một pha có p cặp cực:

Khi rôto quay với tốc độ n vòng/giây thì f = pn (Hz).

Khi rôto quay với tốc độ n vòng/phút thì f =  (Hz).

+ Khi rôto quay với tốc độ n = n1; n = n2 có I1 = I2; khi rôto quay với tốc độ n = n0 có I = Imax thì .

+ Máy phát điện xoay chiều 3 pha: Nếu e1 = E0cosωt thì e2 = E0cos(ωt +) và e3 = E0cos(ωt - ). Tại mọi thời điểm thì e1 + e2 + e3 = 0.

+ Trong 1 giây dòng điện xoay chiều có tần số f (tính ra Hz) đổi chiều 2f lần.

+ Công suất tiêu thụ trên động cơ điện: I2r + P = UIcosϕ.

+ Hiệu suất của động cơ: H = .