**Đo lường  
1.** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị từ điện và nhận xét. ……………**1+2**

**2.** Trình bày về LED 7 thanh và LCD trong bộ chỉ thị số. …………………………………….**2+3+4**

**3.** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện động và nhận xét. ………...**4+5**

**4.**Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động và phương trình đặc tính thang đo của công tơ điện ...**5+6**  
 một pha.

**5.** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện từ và nhận xét. ………….**7+8**

**6.**Trình bày sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động và giản đồ thời gian mạch tách sóng biên …**8+9**  
 độ trong vôn mét điện tử.

**7.**Trình bày phương pháp đo so sánh không cân bằng. ……………………………………………**9**

**8.** Trình bày sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động của vôn mét số chuyển đổi theo ……….**10+11**  
thời gian.

**9.** Trình bày sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động của Oatmet số dựa trên hiệu ứng Hall. ..…**11+12**

**10.**Trình bày sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động máy tích phân phổ trực tiếp …………..**13**  
sử dụng CRT.

**11.** Trình bày về Q mét. ……………………………………………………………………….**14+15**

**12.** Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của ống tia điện tử CRT ……………………….**15+16**

**13.** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo cơ cấu chỉ thị tĩnh điện và nhận xét…………**16+17+18**

**14.** Trình bày sơ đồ khối và nguyên lý hoạt động của vôn mét số biến đổi tần số………….**18+19+20**

**15.** Trình bày về phương pháp đo so sánh cân bằng…………………………………………….**20+21**

**16.** Trình bày về Ôm mét mắc theo sơ đồ đo dòng………………………………………………**22+23**

**Câu 1:** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị từ điện và nhận xét.

|  |
| --- |
| **1. Đối với dòng một chiều:**  Cấp dòng điện một chiều vào khung dây, momen quay do từ trường của nam châm tương tác với từ trường của cuộn dây tạo ra được tính bằng :  Trong đó: Wdt là năng lượng điện từ tỉ lệ với độ lớn của từ thông trong khe hở không khí Φ và độ lớn của dòng điện chạy trong khung dây I.  Wdt = Φ.I với Φ = B.S.n. α  Trong đó: B là độ từ cảm trong khe hở cuộn dây; S là diện tích của khung dây; n là số vòng dây của khung dây, α góc lệch của khung dây so với vị trí ban đầu.  (1)  Mô men Mq làm quay khung dây, khi đó momen phản kháng do lò xo phản kháng tác động vào khung dây tăng:  Mpk = D.α (2)  D là hệ số phản kháng riêng  Tại vị trí cân bằng, từ (1) và (2) có:  Mq = Mpk ↔ B.S.n.I = D.α → |
| Phương trình (\*) là phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị từ điện đối với dòng một chiều.  là độ nhạy của cơ cấu đo từ điện. |
| **2. Đối với dòng xoay chiều:**  Cấp dòng điện xoay chiều vào khung dây: i(t) = Imsin (ωt+ϕ), tương tự như trên ta có mô men quay tức thời Mq(t) = B.S.n.i(t) |
| Các cơ cấu cơ điện chỉ phản ứng với giá trị trung bình nên tính mô men quay trung bình: |
| Vậy MqTB = 0 nên α = 0 nghĩa là kim chỉ thị không quay. |
| Kết luận:  Đối với dòng một chiều:  Đối với dòng xoay chiều: α = 0 |
| **3. Nhận xét:**  -Từ phương trình đặc tính thang đo ta có góc lệch α tỉ lệ bậc nhất với dòng điện I → chỉ dùng được trong mạch một chiều, không dùng được trong mạch xoay chiều. Để dùng cho mạch xoay chiều cần dùng mạch chuyển đổi xoay chiều. |
| - Góc α tỉ lệ bậc nhất với dòng điện I nên thang đo đều.  - Từ cảm B lớn, công suất tiêu thụ nhỏ và độ chính xác cao. |

**Câu 2:** Trình bày về LED 7 thanh và LCD trong bộ chỉ thị số.

|  |
| --- |
| **1. LED 7 thanh trong chỉ thị số:**  *Cấu tạo.*  + Gồm 7 thanh hiển thị ký hiệu a, b, c, d, e, f, g sắp xếp lại như hình vẽ. |
| + Mỗi thanh là một Diode phát quang LED mắc với nhau. Khi cho dòng điện chạy qua những Diode thích hợp sẽ hiện lên các số từ 0 ÷ 9. |
| *Cách mắc LED:*  **Schematic diagram of a seven-segment LED display.**Katốt chung:Katốt của các diode đều được nối chung với cực âm của nguồn. Tác động đầu vào Anốt của diode mức logic 1 (5V) 🡪 diode sáng.  Katot chung |
| Anốt chung: Anốt của các diode đều được nối chung với cực dương của nguồn. Tác động đầu vào Katốt của diode mức logic 0 (0V)🡪 diode sáng.  Anot chung  **Schematic diagram of a seven-segment LED display.** |
| *Ưu, nhược và ứng dụng:*  + Điện áp một chiều tiêu thụ thấp 1,2 V  + Khả năng chuyển mạch nhanh.  Tuy nhiên cần dòng tương đối lớn (20mA x7thanh =140mA).  Dùng hiển thị trong đồng hồ số, vạn năng số, … |
| **2. LCD trong chỉ thị số.**  *Khái niệm:*  Tinh thể lỏng là tên của một vài hợp chất hữu cơ đặc biệt có tính chất quang học. Tinh thể lỏng vừa có tính chất lỏng, vừa có tính chất tinh thể. |
| *Cấu tạo:*  Tinh thể lỏng (LCD) thường được bố trí như dạng số 7 thanh trong chỉ thị số. Mỗi thanh là một ô tinh thể.  Trên hai tấm thủy tinh được phủ một lớp kim loại dẫn điện làm nên 2 cực trong suốt, giữa 2 lớp kim loại là lớp tinh thể lỏng. |
| Thủy tinh  Điện cực  Tinh thể lỏng  Hình: ô tinh thể lỏng |
| *Nguyên lý làm việc:*  Bình thường ô LCD trong suốt, không phản quang.  Khi có kích hoạt (xung hoặc điện áp xoay chiều) phản xạ ánh sáng khi đó ta nhìn thấy thanh LCD nổi lên trên nền là tấm phông đen. |
| *Ưu, nhược điểm và ứng dụng:*  + Công suất tiêu thụ nhỏ.  + Dải nhiệt độ làm việc hẹp 100÷550.  + Dùng hiển thị trong ôxilo số, … |

**Câu 3:** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện động và nhận xét.

|  |
| --- |
| **1. Đối với dòng điện một chiều:**  Năng lượng điện từ tích lũy trong các cuộn dây là Wdt:  Wdt = L1I12 + L2I22 + M12I1I2  Trong đó: L1, L2 - Điện cảm tương ứng cuộn dây phần tĩnh và cuộn dây phần động.  M12 -Hệ sốhỗ cảm giữa hai cuộn dây phần tĩnh và phần động. |
| Vì điện cảm L1, L2 và các dòng điện I1I2 không phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa hai cuộn dây nên biểu thức mômen quay: |
| Tại vị trí cân bằng, mô men quay và mô men phản kháng ta có: |
| Khi cuộn tĩnh và cuộn động mắc nối tiếp với nhau thì I1 = I2 = I  → (\*)  Biểu thức (\*) là phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện động đối với dòng một chiều. |
| **2. Đối với dòng xoay chiều:**  Mô men quay tức thời có dạng  Momen quay trung bình: |
| Giả sử dòng điện tức thời i1 = I1msinωt và i2 = I2msin (ωt-ϕ) với ϕ là góc lệch pha giữa 2 dòng điện i1, i2. Thay vào 2 biểu thức trên ta có:  Lấy tích phân ta có kết quả: |
| Khi phần động quay đến vị trí xảy ra cân bằng :  Mq = Mp ↔  = D.α  → (\*\*)  Biểu thức (\*\*) là phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện động đối với dòng xoay chiều. |
| Kết luận:  Đối với dòng một chiều:  Đối với dòng xoay chiều: |
| **3. Nhận xét:**  + Từ phương trình đặc tính thang đo ta thấy chỉ thị dùng cho mạch một chiều và xoay chiều.  + Thang đo không đều do α phụ thuộc vào tích I1I2 và phần tử phi tuyến dL/dα. |

**Câu 4:** Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động và phương trình đặc tính thang đo của công tơ điện một pha.

|  |
| --- |
| **1. Cấu tạo:**  Cuộn áp (1):  + Mắc song song với phụ tải.  + Có số vòng dây lớn, tiết diện dây nhỏ để chịu được điện áp cao. |
| Cuộn dòng (2):  + Mắc nối tiếp với phụ tải.  + Có số vòng dây ít, tiết diện dây to để chịu được dòng lớn. |
| Đĩa nhôm:  + Được gắn lên trục tì vào trụ có thể quay tự do giữa 2 cuộn dây 1, 2.  + Gắn trục của đĩa nhôm là một hộp số cơ khí để hiển thị số vòng quay của đĩa nhôm.  Một nam châm vĩnh cửu: xuyên qua đĩa nhôm để tạo ra mômen cản.  Ngoài ra để chống hiện tượng tự quay thì trên đĩa nhôm và phần tĩnh người ta gắn thêm 2 mấu bằng vật liệu sắt từ. |
| **2. Nguyên lý hoạt động.**  Khi có dòng điện xoay chiều chạy qua phụ tải, qua cuộn dòng tạo ra từ thông ΦI.  Điện áp U đặt vào cuộn áp, dòng điện IU chạy trong cuộn áp tạo thành từ thông ΦU . |
| Do tác dụng của 2 từ thông ΦU và ΦI lên đĩa nhôm tạo ra mômen quay làm cho đĩa nhôm quay.  Mq = kq.U.I.cosϕ = kq.P  Trong đó: kq là hệ số momen quay phụ thuộc vào tần số; P là công suất tiêu thụ của tải  Như vậy, Mq tỉ lệ với công suất P mà tải tiêu thụ. |
| Mô men phản kháng sinh ra khi đĩa nhôm quay giữa khe hở của nam châm vĩnh cửu tỉ lệ với tốc độ quay của đĩa nhôm: MPK = kP.n  Trong đó: kP là hệ số môn men phản kháng ; n là tốc độ quay của đĩa nhôm (vòng/giây).  Nhờ đó tốc độ quay của đĩa nhôm không đổi. |
| **3. Phương trình đặc tính thang đo.**  Tại vị trí cân bằng: Mq= MPK ↔ kq.P = kP.n → n =  .P  Đặt CP = → n = CP. P |
| Sau khoảng thời gian Δt = t2-t1 thì:  N =  = CP.W → N = CP.W (\*)  Trong đó: N là số vòng quay của đĩa nhôm trong thời gian t; W là điện năng tiêu thụ của phụ tải trong thời gian t  Biểu thức (\*) là phương trình đặc tính thang đo của công tơ điện một pha. |
| *Nhận xét:*  Từ phương trình đặc tính thang đo ta thấy số vòng quay tỉ lệ bậc nhất với điện năng tiêu thụ →Hằng số công tơ  (Vòng/Kwh), nghĩa là số vòng quay của đĩa nhôm tương ứng công suất 1kW trong 1 giờ.  Ví dụ: trên công tơ viết ‘1kWh = 600 vòng’, có nghĩa là CP =600 vòng/kWh. |

**Câu 5:** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện từ và nhận xét.

|  |
| --- |
| **1. Đối với dòng một chiều:**  Khi có dòng điện I chạy qua cuộn dây tĩnh xuất hiện mô men quay Mq được tích trữ năng lượng từ trường:  Wdt =  Từ trường này sẽ hút đĩa sắt phần động vào trong lòng cuộn dây phần tĩnh tạo ra mô men quay làm phần động quay đi một góc α:  Mômen phản kháng tăng và khi Mpk = D.α với D là hệ số phản kháng riêng  Tại vị trí cân bằng mômen ta có: Mpk = Mq ↔ D.α → α → α = S0.I2 (\*)  Biểu thức (\*) phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện từ đối với dòng một chiều. Trong đó S0  - độ nhạy cơ cấu đo điện từ  **2. Đối với dòng xoay chiều:**  Dòng điện tức thời i(t) = Imsin (ωt+ϕ).  Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn dây :  Wdt = → Mq(t) = |
| Biểu thức mô men quay :    Tại vị trí cân bằng : Mpk = Mq ↔ D.α  → α =  với  (\*\*)  Biểu thức (\*\*) phương trình đặc tính thang đo của cơ cấu chỉ thị điện từ đối với dòng xoay chiều |
| Kết luận:  Đối với dòng một chiều: α =  Đối với dòng xoay chiều: α =  với |
| **3. Nhận xét:**  Từ phương trình đặc tính thang đo:  + Góc quay α tỉ lệ bình phương với dòng điện vào cuộn dây → không cần phân biệt cực tính cho dây đo.  + Dùng cho cả mạch đo một chiều và xoay chiều (từ trễ).  + Do là hàm bậc hai nên thang đo khắc độ không đều, đặc tính của thang đo phụ thuộc nhiều vào thành phần phi tuyến . |

**Câu 6:** Trình bày sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động và giản đồ thời gian mạch tách sóng biên  
độ trong vôn mét điện tử.

|  |
| --- |
| **1. Khái niệm.**  Điện áp ra bằng giá trị đỉnh điện áp đo. |
| **2. Sơ đồ.**  R  C  uv  +  -  D  +  -  - Sơ đồ: |
| -Thành phần sơ đồ:  + Diode D  + Tụ điện C.  + Điện trở R mắc nối tiếp một microammet. |
| **3. Nguyên lý hoạt động.**  Giả sử điện áp uV là điện áp hình sin khi đó:  + Khi uv > uc →D thông → có dòng qua ID, tụ C nạp nhanh theo đường : +UV→ D→ C →-UV.  Với hằng số nạp: τn = RDC. |
| + Khi uv < uc →D đóng → tụ C phóng theo đường: +C→ R→ μA →-C  Với hằng số phóng: τp = Rt C và τP > τn. |
| Quá trình cứ tiếp tục như vậy sau một vài chu kỳ thì điện áp trên tụ điện C, UC ≈ Um. Giá trị UTB ≈ UC ≈ Um hay  ,nghĩa là microammet chỉ thị điện áp đỉnh bằng đúng điện áp vào. |
| **4. Đồ thị dòng áp:**  U  Um  Utb  t  Uc  C nạp  C phóng |

**Câu 7:** Trình bày phương pháp đo so sánh không cân bằng.

|  |
| --- |
| *-Khái niệm:*  + Là phương pháp sử dụng khâu hồi tiếp có sự tham gia của các mẫu và có độ chính xác cao.  + Quá trình so sánh được tiến hành suốt quá trình đo. |
| *-Sơ đồ:*  **SS**  **KĐ**  **A/D**  **CT**  **D/A**  X  ΔX  Nk  Xk |
| Trong đó:  + SS bộ so sánh: lấy hiệu điện áp cần đo X và điện áp tỉ lệ điện áp mẫu Xk  + KĐ: bộ khuếch đại: nâng tín hiệu đầu ra mạch so sánh.  + A/D: là bộ chuyển đổi tương tự /số.  + D/A: bộ chuyển đổi số/ tương tự.  + CT: cơ cấu chỉ thị.  + Xk: điện áp tỉ lệ với đại lượng mẫu X0.  + X: đại lượng đo đầu vào.  + ΔX: giá trị chênh lệch giữa đại lượng đo đầu vào và đại lượng Xk tỉ lệ với đại lượng mẫu.  *- Nguyên lý :*  Tín hiệu X được đem so sánh với một tín hiệu Xk tỉ lệ với đại lượng mẫu Xo. Khi đó qua bộ so sánh ta có X = X – Xk  + Nội dung phương pháp so sánh không cân bằng:  Giữ Xk là đại lượng không đổi →X ≠ 0 → X = Xk + X  Nghĩa là kết quả đo được đánh giá thông qua X và Xk là đại lượng tỉ lệ với mẫu X0 đã biết trước. |
| Phương pháp này được sử dụng để đo các đại lượng không điện như nhiệt độ, áp suất, ….  Độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào Xk tỉ lệ với đại lượng mẫu. |

**Câu 8:** Trình bày sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động của vôn mét số chuyển đổi theo thời gian.

|  |
| --- |
| - Sơ đồ:  m  f0  UXđ  UCT  f0/n  URC  UX  U-  U~  Thiết bị vào  Mạch tách sóng  Mạch so sánh  MF răng cưa  Chia tần  K  Bộ đếm  CT số  Tạo xung đếm |
| - Thành phần:  +Mạch tạo xung đếm: Tạo ra tín hiệu với xung chuẩn là f0 và độ rộng hẹp.  +Mạch chia tần: (n = 4)  +Mạch tạo dao động răng cưa: tạo ra dãy xung răng cưa hình tam giác.  +Mạch so sánh: So sánh UX và USS nếu chúng trùng nhau thì phát ra xung răng cưa.  + K: Khóa điện tử  + Bộ đếm: đếm số xung  + CT: bộ chỉ thị số. |
| -Nguyên lý hoạt động:  *Giả sử tại thời điểm t0:* bắt đầu một chu kỳ đo, xung UCT từ mạch chia tần tới.  + Mở khóa K, xung đếm Uxđ tần số f0 từ mạch tạo xung đếm → bộ đếm. Đồng thời khởi tạo mạch tạo điện áp răng cưa, điện áp răng cưa URC tăng tuyến tính → đưa tới mạch so sánh, điện áp mẫu .  + Tại bộ so sánh, so sánh điện áp URC với điện áp cần đo UX. |
| *Giả sử đến thời điểm t1:* xung URC ↑ = UX → mạch so sánh đưa xung đến đóng cổng K → xung đếm bị chặn không đến bộ đếm →URC↓ = 0 → hiển thị giá trị đo được bằng chỉ thị số.  + Trong suốt thời gian khoá K mở (từ t0 đến t1) bộ đếm đếm được N xung: m = với T0 là chu kỳ của xung chuẩn. →Δt = m.T0 = Trong đó: f0 = tần số của xung chuẩn; Δt = t1-t0 thời gian đóng mở của khóa K. |
| + Mặt khác, từ biểu đồ điện áp ta có:  Hai tam giác ABC ~ A’B’C’: = →UX = Δt. UX = .V = m. với V = tốc độ tăng URC.  Đối với vôn mét thì giá trị = const, trong thực tế chọn  = 10n ( n = 0, 1,2,3,4..) |
| - Giản đồ thời gian:  0 m  USS  Δt  C’  B’  C  B  A  t1  Umax  Tđ  URC  UX  t  t0  UCT  t  t  t  t  UXđ |

**Câu 9:** Trình bày sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động của Oatmet số dựa trên hiệu ứng Hall.

|  |
| --- |
| **a. Hiệu ứng Hall:**  Hiệu ứng Hall là một hiệu ứng vật lý được thực hiện khi áp dụng một từ trường vuông góc lên một bản kim loại hay chất bán dẫn hay chất dẫn điện (thanh Hall) đang có dòng điện chạy qua. Hiệu điện thế (hiệu thế Hall) sinh ra tại hai mặt đối diện của thanh Hall. |
| Hiệu ứng Hall được giải thích dựa vào bản chất của dòng điện chạy trong vật dẫn điện. Dòng điện này chính là sự chuyển động của các điện tích. Khi chạy qua từ trường, các điện tích chịu lực Lorentz bị đẩy về một trong hai phía của thanh Hall, gây ra hiệu điện thế Hall. |
| Công thức liên hệ giữa hiệu thế Hall, dòng điện và từ trường là:  Trong đó VH là hiệu thế Hall, I là cường độ dòng điện, B là cường độ từ trường, d là độ dày của thanh Hall, e là điện tích của hạt mang điện chuyển động trong thanh Hall, và n mật độ các hạt điện tích trong thanh Hall. |
| **b.Watmet số dùng hiệu ứng Hall:**  - Sơ đồ: |
| -Thành phần:  + Bộ biến đổi Hall gồm một bản mỏng bằng chất bán dẫn đơn tinh thể (Ge, Si, Se…), có hai cặp điện cực:  Cặp dòng điện T-T được mắc vào nguồn điện xoay chiều. |
| Cặp điện áp X–X khi đặt vuông góc với bề mặt chuyển đổi một từ trường thì xuất hiện ở hai đầu X-X một thế điện Hall:  Trong đó: kx là hệ số phụ thuộc vào vật liệu, kích thước và hình dáng của chuyển đổi, nhiệt độ của môi trường xung quanh và từ trường; B:là độ từ cảm của từ trường. |
| + RP là điện trở hạn chế dòng.  + ZL là phụ tải đầu ra  + Milivônmet hiển thị kết quả đầu ra. |
| -Nguyên lý hoạt động:  Oátmet chuyển đổi Hall thực hiện bằng cách đặt chuyển đổi vào khe hở của một nam châm điện. Dòng điện đi qua cuộn hút L của nó chính là dòng điện đi qua phụ tải ZL.Còn ở hai cực T-T có dòng điện tỉ lệ với điện áp đặt lên phụ tải ZL. Nam châm điện được cấu tạo sao cho quan hệ giữa dòng điện iL và B là tuyến tính: |
| Thế điện động Hall lúc đó sẽ được tính:  Như vậy ex được đo bằng milivônmet và tỉ lệ với công suất cần đo. |
| -Ưu, nhược điểm:  Ưu điểm: không có quán tính, có cấu tạo đơn giản, bền, tin cậy.  Nhược điểm: có sai số do nhiệt độ lớn.  Cho phép đo công suất xoay chiều với tần số hàng trăm MHz. |

**Câu 10:** Trình bày sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động máy tích phân phổ trực tiếp sử dụng CRT.

|  |
| --- |
| -Sơ đồ:  Bộ lọc  U(t)  Tách sóng  Đèn điện kháng  Bộ tạo xung răng cưa  Y  Y  X  X  Uq  Uy  KĐ đứng  KĐ ngang |
| -Thành phần:  + Bộ lọc: lọc lần lượt từng biên độ thành phần tần số của tín hiệu vào u(t) nhờ có đèn điện kháng điều khiển.  + Mạch tách sóng: Mạch tách sóng đỉnh tách biên độ tín hiệu ra của bộ lọc cộng hưởng đưa tới khối khuếch đại lệch đứng Y để tạo ra điện áp điều khiển cặp phiến lệch đứng Y­Y. |
| + Khuếch đại lệch đứng: làm lệch tín hiệu theo chiều đứng trước tới màn hình CRT.  + Bộ tạo xung răng cưa: tạo ra điện áp quét răng cưa tuyến tính liên tục có chu kỳ Tq đưa tới khuếch đại lệch ngang X, đồng thời điều khiển đèn điện kháng theo các giá trị điện áp. |
| + Đèn điện kháng: điều khiển giá trị điện dung phù thuộc vào điện áp đặt vào, để thay đổi tần số bộ lọc.  + Khuếch đại lệch ngang: làm lệch tín hiệu theo chiều ngang trước tới màn hình CRT.  + CRT màn hình hiển thị tín hiệu điều khiển bằng điện trường. |
| - Nguyên lý hoạt động:  + Các giá trị điện áp đầu vào được đưa qua bộ lọc cộng hưởng sẽ cho qua tần số sóng hài ω1, 2ω1, 3ω1.... nω1 nhờ đèn điện kháng. Sau đó đưa qua bộ tách sóng tách biên độ tín hiệu đưa tới mạch khuếch đại đứng Y. |
| + Đồng thời mạch tạo xung răng cưa tạo ra điện áp quét răng cưa tuyến tính liên tục có chu kỳ Tq đưa tới khuếch đại lệch ngang X, vừa điều khiển đèn điện kháng theo các giá trị điện áp.  + Trên màn hình của CRT xuất hiện các vệt sáng có độ cao tỉ lệ với biên độ của các thành phần hài. |
| - Nhận xét:  + Chỉ dùng để phân tích phổ của các tín hiệu tuần hoàn do thời gian phân tích phổ lâu, dải tần công tác hẹp.  + Sử dụng rộng rãi vì đơn giản và giá thành rẻ. |

**Câu 11:** Trình bày về Q mét.

|  |
| --- |
| Q mét là một dụng cụ đo tham số cuộn cảm và tụ điện tại tần số công tác, Cuộn cảm có tổn hao nhỏ. **Cơ sở lý thuyết:**  Với mạch dao động RLC mắc nối tiếp, khi cộng hưởng  - nghĩa là khi tần số tác động của nguồn vào trùng với tần số dao động riêng của mạch, ω = ω0:    - trị hiệu dụng điện áp trên các thành phần kháng lớn nhất, bằng nhau và bằng Q lần trị hiệu dụng điện áp tác động đầu vào  ; với  (\*)  L.R,C – tương ứng là thành phần điện cảm, điện trở và điện dung của khung dao động  E – trị hiệu dụng của nguồn điện áp tác động đầu vào  ω – tần số góc của nguồn điện áp tác động đầu vào  f – tần số của nguồn điện áp tác động đầu vào  UL, UC – tương ứng là trị hiệu dụng điện áp trên điện cảm, trị hiệu dụng điện áp trên điện dung |
| **+ Sơ đồ**: |
| **+ Chức năng các thành phần**  Mạch tạo dao động tần số ω0 có thể thay đổi được trong một dải tần số rộng  Điện trở R có giá trị nhỏ để điện áp đầu ra mạch tạo dao động giữ ổn định  Mạch dao động nối tiếp gồm cuộn cảm cần đo tham số (bao gồm thành phần điện cảm Lx và điện trở tổn hao rx mắc nối tiếp) mắc nối tiếp với một tụ điện mẫu C0 có thể điều chỉnh được  Vôn kế V1 dùng để đo điện áp ra mạch tạo dao động và cũng chính là điện áp tác động đầu vào của mạch dao động nối tiếp  Vôn kế V2 dùng để đo điện áp trên tụ điện mẫu |
| **Thực hiện phép đo**  Căn cứ vào tần số công tác ωct nơi sử dụng cuộn cảm, đặt tần số mạch tạo dao động về tần số công tác ω0 = ωct  Điều chỉnh tụ điện C0 để mạch cộng hưởng, nghĩa là khi Vôn kế V2 chỉ giá trị cực đại  Căn cứ vào chỉ thị trên vôn kế V1 ta xác định được điện áp vào mạch dao động  Căn cứ vào chỉ thị trên vôn kế V2 ta xác định được điện áp trên tụ điện C0 là U2 |
| Theo biểu thức (\*) :  (\*\*) |
| Với U1 = const, theo (\*\*) Vôn kế V2 được khắc độ theo giá trị hệ số phẩm chất Q. Khắc độ giá trị điện dung C0 cùng với giá trị điện cảm Lx tại vị trí điều chỉnh tụ mẫu C0 |

**Câu 12:** Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của ống tia điện tử CRT

|  |
| --- |
| **Sơ đồ** |
| **Cấu tạo**  Một ống thủy tinh đã rút hết không khí chứa 3 phần chính: súng điện tử, hệ thống làm lệch và màn huỳnh quang  ***Súng điện tử*** :  Un - điện áp sợi đốt làm nóng Kathode  Kathode K, Anode A1, A2 và lưới điều khiển G tạo thành hệ thống hội tụ điện tử, tạo ra tia điện tử mảnh  UA1K =300 – 500V, thay đổi điện áp này làm thay đổi độ hội tụ của tia điện tử đầu ra súng điện tử và theo đó, thay đổi kích thước điểm sáng trên màn hình |
| UGK khống chế số lượng điện tử di chuyển từ K tới các Anode, khống chế số lượng điện tử tới được màn hình và thay đổi độ sáng điểm sáng trên màn hình. Trong trường hợp UGK âm lớn, sẽ không có điện tử nào tới được màn hình và trên màn hình sẽ không xuất hiện các điểm sáng |
| ***Hệ thống làm lệch***:  Hai cặp phiến làm lệch  Cặp phiến làm lệch ngang XX: khi có sự chênh lệch điện áp giữa các phiến làm lệch ngang UXX thì tia điện tử lệch sang phải hoặc sang trái, về phía có điện áp dương  Cặp phiến làm lệch dọc YY: khi có sự chênh lệch điện áp giữa các phiến làm lệch dọc UYY thì tia điện tử lệch lên trên hoặc xuống dưới, về phía có điện áp dương |
| UA3K = chục- vài chục kv: cực gia tốc  ***Màn huỳnh quang M***: phủ một lớp Phốt pho, phát sáng khi có điện tử chuyển động với vận tốc lớn đập vào, màn hình có tính chất lưu ảnh, kích thước màn hình cỡ 3 – 7 inche |
| *Nguyên lí hoạt động*  Khi được cấp nguồn, sợi đốt được đốt làm nóng Katot, sau khoảng thời gian ngắn, Katot được nung nóng sẽ phát xạ nhiệt điện tử và ở đầu ra súng điện tử xuất hiện tia điện tử mảnh có độ lớn và kích thước điều chỉnh được nhờ điều chỉnh điện áp trên lưới và Anot A1. |
| Tia điện tử bị lệch hướng chuyển động khi đi qua vùng đặt các phiến làm lệch. Độ lớn góc lệch phụ thuộc vào UXX và UYY. Sau hệ thống làm lệch, tia điện tử được tăng tốc nhờ anot A3 và đập mạnh vào màn hình làm cho màn hình phát sáng tại nơi va chạm. Tọa độ điểm sáng phụ thuộc các điện áp làm lệch UXX và UYY. |

**Câu 13:** Xây dựng phương trình đặc tính thang đo cơ cấu chỉ thị tĩnh điện và nhận xét.

|  |
| --- |
| Đối với điện áp một chiều  Khi có điện áp một chiều U đặt lên các phiến tĩnh và phiến động, năng lượng điện từ tích lũy  Với Wđt\_ năng lượng điện từ tích lũy trong cuộn dây  C\_điện dung tạo bởi các phiến tĩnh và phiến động  Biểu thức moment quay    Ở trạng thái cân bằng, độ lớn moment quay bằng với độ lớn moment phản kháng  Với D\_hệ số phản kháng riêng của lò xo phản kháng  Từ biểu thức trên suy ra phương trình đặc tính thang đo |
| Đối với điện áp xoay chiều    Năng lượng điện từ tức thời tích lũy trong hệ thống |
| Moment quay tức thời |
| Do cơ cấu cơ điện nói chung và cơ cấu chỉ thị điện từ nói riêng chỉ phản ứng với các giá trị trung bình nên ta đi tính giá trị moment quay trung bình. |
| Giá trị trung bình và giá trị hiệu dụng của một đại lượng x(t) có chu kỳ T được xác định theo biểu thức |
| Theo biểu thức (\*), biểu thức moment quay trung bình có dạng |
| Biến đổi biểu thức trên ta có    Theo biểu thức (\*\*), biểu thức trên có dạng    Với U là trị hiệu dụng điện áp và    Ở trạng thái cân bằng, moment quay trung bình và moment phản kháng bằng nhau về độ lớn    Phương trình đặc tính thang đo |
| Nhận xét   * Phương trình đặc tính thang đo là như nhau đối với tác dụng của điện áp một chiều và xoay chiều, vì vậy cơ cấu đo này có thể dùng để đo cả điện áp một chiều và điện áp xoay chiều (trị hiệu dụng) mà không cần phải thay đổi khắc độ thang đo. * Góc quay α tỉ lệ với bình phương độ lớn điện áp nên khắc độ thang đo là phi tuyến * Góc quay α phụ thuộc vào dC/dα, vì vậy cần tạo dạng các phiến tĩnh và phiến động sao cho dC/dα = const, thuận tiện cho việc khắc độ thang đo. |

**Câu 14:** Trình bày sơ đồ khối và nguyên lý hoạt động của vôn mét số biến đổi tần số.

|  |
| --- |
| *Nguyên lý:*  Chuyển đổi điện áp đo một chiều sang tần số  Đo tần số này nhờ sơ đồ đo tần số (về nguyên tắc là mạch đếm tần số). Phép đo tần số là một trong những phép đo đạt được độ chính xác cao trong số các phép đo các đại lượng điện.Từ tần số đo được ta hoàn toàn có thể suy ra được giá trị điện áp một chiều cần đo |
| *Sơ đồ và các thành phần sơ đồ:*  Sơ đồ |
| *Các thành phần sơ đồ:*   * Khối thiết bị chuẩn tự động: nguồn điện áp một chiều mẫu, điện áp ra được chuẩn tự động và có độ chính xác cao * Khối nguồn điện áp điều khiển: là các mạch khuếch đại, suy giảm tạo ra điện áp điều khiển để điều khiển varicap 2 |
| * Mạch tạo dao động LC 1: là mạch tạo ra điện áp luật hình sin tần số f1 có độ ổn định tần số cao. Đây là các mạch tạo dao động kiểu 3 điểm, trong đó có sử dụng varicap làm tụ điện. Varicap hay diode biến dung là một diode có cấu tạo đặc biệt, giá trị điện dung giữa hai đầu diode thay đổi phụ thuộc vào điện áp đặt lên diode. Việc thay đổi điện áp đặt lên varicap 1 cho phép thay đổi tần số điện áp đầu ra của mạch tạo dao động LC 1 * Mạch tạo dao động LC 2: cũng là mạch tạo dao động sử dụng khung dao động LC cho phép tạo ra điện áp luật sin tần số f2 có độ ổn định tần số cao. Thay đổi tần số điện áp ra của mạch tạo dao động LC 2 nhờ thay đổi điện áp đặt vào varicap 2 |
| * Mạch đổi tần: là mạch phi tuyến, điện áp đầu ra mạch đổi tần có vô số tần số     Với f1, f2 là các tần số của điện áp tại các đầu vào mạch đổi tần  m, n là các số nguyên dương 0, 1, 2,…  Mạch ra mạch đổi tần là mạch lọc tần số, lấy ra điện áp có tần số    Tần số đầu ra mạch đổi tần là tần số thấp, vì vậy dễ dàng thiết kế được các mạch lọc có hệ số chữ nhật cao, loại bỏ được các thành phần tần số không cần thiết.   * Khối đếm tần số: cho phép đo được tần số đầu vào và hiển thị số đo dưới dạng điện áp. |
| Nguyên lý hoạt động  Chuyển đổi điện áp – tần số: hai mạch tạo dao động (có khung dao động LC) và một mạch đổi tần.  Mạch tạo dao động LC 1 tạo ra điện áp luật sin tần số f1 phụ thuộc điện áp ra của thiết bị chuẩn tự động. Tần số f1 =const. |
| Mạch tạo dao động LC 2 tạo ra điện áp luật sin tần số f2 phụ thuộc vào điện áp một chiều cần đo  Hai điện áp sin có tần số f1 và f2 được đưa tới mạch đổi tần. Ở đầu ra mạch đổi tần nhận được điện áp có tần số    Tần số này chỉ phụ thuộc vào tần số f2, hay điện áp cần đo. |
| Điện áp sau đổi tần được đưa tới mạch đếm tần số. Mạch đếm tần số cho phép xác định tần số điện áp vào. Kết quả ta nhận được giá trị điện áp một chiều cần đo thông qua xác định tần số của điện áp đầu ra mạch đổi tần. |
| * Nhận xét * Độ nhạy của vôn mét số biến đổi tần số phụ thuộc vào điện áp điều khiển của varicap và điện áp này thường không yêu cầu lớn. * Độ chính xác cao, phụ thuộc vào độ ổn định của các bộ tạo dao động LC. Thực tế các thiết bị hoạt động theo sơ đồ trên cho độ chính xác cỡ ± 0,2% |

**Câu 15:** Trình bày về phương pháp đo so sánh cân bằng.

|  |
| --- |
| **+ Đặc điểm**  Phương pháp đo so sánh là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu mạch vòng, nghĩa là có khâu hồi tiếp  Có sự tham gia của các mẫu  Quá trình so sánh được diễn ra suốt trong quá trình đo. |
| **+ Sơ đồ và chức năng các khối**   * *Sơ đồ* |
| *Chức năng các khối*  Mạch so sánh : lấy hiệu điện áp cần đo X và điện áp tỉ lệ điện áp mẫu Xk  Mạch khuếch đại : nâng mức tín hiệu đầu ra mạch so sánh  A/D : mạch biến đổi tương tự - số, biến đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số  D/A : mạch biến đổi số - tương tự, biến đổi tín hiệu số sang tín hiệu tương tự  Bộ chỉ thị số : hiển thị kết quả tín hiệu đầu ra mạch biến đổi A/D  X – điện áp đo tương ứng đại lượng đo  Xk – điện áp tỉ lệ điện áp mẫu X0  ΔX – tín hiệu đầu ra mạch so sánh, là hiệu giữa điện áp cần đo X và điện áp Xk tỉ lệ điện áp mẫu  X – điện áp đo tương ứng đại lượng đo  Xk – điện áp tỉ lệ điện áp mẫu X0  ΔX – tín hiệu đầu ra mạch so sánh, là hiệu giữa điện áp X và Xk |
| **+ Nội dung phương pháp**  Điện áp đo X được so sánh với điện áp Xk tỉ lệ điện áp mẫu.  Qua mạch so sánh ta có  X – Xk = ΔX |
| Điều chỉnh điện áp Xk sao cho ΔX = 0, nghĩa là  X – Xk = 0 hay X = Xk, điện áp đo được xác định thông qua điện áp Xk tỉ lệ với điện áp mẫu |
| **+ Một số nhận xét**  *Độ chính xác* phép đo phụ thuộc vào độ chính xác của Xk và độ nhạy của thiết bị chỉ thị cân bằng  *Nhược điểm*: có thể không điều chỉnh được Xk để ΔX = 0  *Ứng dụng*: Cầu đo |

**Câu 16:** Trình bày về Ôm mét mắc theo sơ đồ đo dòng.

|  |
| --- |
| Ôm mét là một dụng cụ đo cho phép đo trực tiếp giá trị điện trở. Xét sơ đồ đo dòng  **Cơ sở lí thuyết**  Theo định luật Ôm, R = U/I. Với Ôm mét sơ đồ đo dòng, nếu U = const thì căn cứ vào giá trị dòng điện đo được ta xác định được giá trị điện trở R |
| **Sơ đồ và các thành phần sơ đồ**  Sơ đồ Ôm mét (sơ đồ đo dòng) |
| Các thành phần của sơ đồ  En, Rn – Nguồn điện một chiều E với nội trở trong Rn: pin, ắc qui  CT, RCT – Chỉ thị với điện trở trong RCT  Rhc – Điện trở hiệu chỉnh  Rx – Điện trở cần đo  Rtđ – Điện trở thang đo  Các thành phần trên được mắc nối tiếp với nhau |
| **Nguyên lí thực hiện**  - Dòng điện chảy qua chỉ thị    Đặt - Nội trở của Ôm mét  (\*) |
| - Khắc độ thang đo  Theo (\*), dòng điện qua chỉ thị tỷ lệ nghịch với giá trị điện trở cần đo, vì vậy khắc độ thang đo điện trở là phi tuyến  Giá trị điện trở đo Rx = 0    Giá trị điện trở đo Rx = ∞, hở mạch đầu đo    Khắc độ thang đo ngược với khắc độ thang đo dòng điện |
| - Tác dụng điện trở hiệu chỉnh: khi Rx = 0, nếu nội trở Ôm mét thay đổi do thay đổi thang đo (Rtđ thay đổi) hay nguồn già hóa (tăng nội trở Rn), dòng điện lớn nhất qua chỉ thị thay đổi (I’max ≠ Imax) dẫn tới kim chỉ thị chỉ giá trị điện trở khác không. Lúc này cần điều chỉnh thay đổi giá trị điện trở Rhc sao cho nội trở ôm mét không đổi RΩ = const. |