

100 年公務人員普通考試試題

類科：電子工程

科目：電子儀表概要

一、國際度量衡會議把各物理量的標準器(Standards)分為四個等級，請說明這四個等級的上下關係與使用時機。

【擬答】

標準：依其功能與應用可劃分為國際標準、一級標準、二級標準及工作標準。

(一)國際標準：國際標準屬於標準原器的維持，常以絕對測量的方法來建立，只與各國的國家實驗室之一級標準作比較。國際標準器由國際協議而達成，保存在法國之國際度量衡標準局中。

(二)一級標準：又稱為國家標準，存放於各國的國家實驗室內，如我國之國家度量衡標準實驗室(NML)、美國的國家標準局(NBS)等，負責該國及地區的標準之校正。

(三)二級標準：保存於較具規模的工業機構內的標準實驗室，負責校準本身與該區域內的工作標準。二級標準須定期送往國家實驗室，接受一級標準的校正與比較。

(四)工作標準：用以校正一般實驗室、生產工廠的儀表或測試裝備。三級標準須定期接受二級標準的校正。

二、說明如何運用 Q 表來量測線圈的雜散電容且導出公式。

【擬答】

雜散電容量 C_d 的測量，可使用兩個不同的頻率來測量後求得。首先將共振電容器置於電容量較大的位置上，調整振盪器的頻率使用電路諧振，此時之頻率為 f_1 ，電容量為 C_1 。然後將振盪器的頻率增加為 n 倍，即 $f_2 = nf_1$ ，再調整共振電容器至電路取得諧振，此時之電容量為 C_2 ，則兩次諧振時之條件可分別表示為

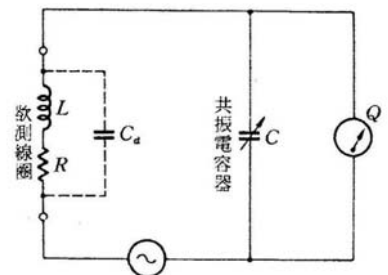
$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_d)}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_2 + C_d)}}$$

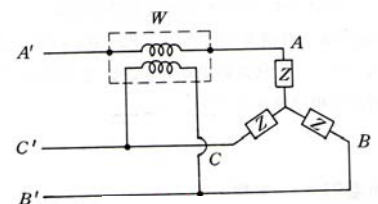
因 $f_2 = nf_1$ ，所以

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_2 + C_d)}} = \frac{n}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_d)}}$$

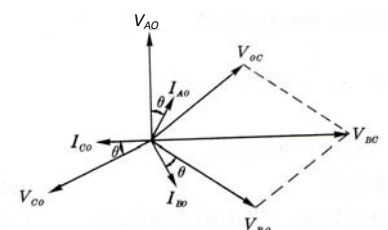
$$\therefore C_d = \frac{C_1 - n^2 C_2}{n^2 - 1}$$



雜散電容量之測量



圖一：接線圖



圖二：相量圖

三、說明無效功率的定義和如何瓦特表進行三相無效功率的量測

(注意瓦特表量測的接線方式)。

【擬答】

單相無效功率是電壓與電流成互相垂直量的乘積，其單位為乏。

瓦特表法

公職王歷屆試題 (100 高普考)

如圖一之接法，瓦特表之電流線圈串聯於 A'A 線，而電壓線圈跨於 C、B 兩線之間。依圖二之相量圖，瓦特表 W 的讀值為

$$W = V_{BC} I_{A'A} \cos(90^\circ - \theta) = V_L I_L \sin \theta$$

$$Q_{3\phi} = \sqrt{3} V_L I_L \sin \theta = \sqrt{3} W$$

故將瓦特表的讀值乘以 $\sqrt{3}$ 倍即為三相無效電功率。

四、用電阻、電容、場效電晶體(FET)設計相移震盪器(Phase Shift Oscillator)，請以迴授控制理論，說明產生震盪信號的原因。

【擬答】

電路中採用 FET 的單級放大器，輸出電壓具有 180° 的相移，經由三節 RC 相移網路對某一特定頻率的信號相移 180° ，如此相移的角度合計為 360° ，而構成正回授送回放大器的輸入端致產生振盪現象。

$$V_o = (R - jX_C)I_1 - RI_2$$

$$0 = -RI_1 + (2R - jX_C)I_2 - RI_3$$

$$0 = -RI_2 + (2R - jX_C)I_3$$

$$I_3 = \frac{V_o R^2}{R^3 - 5RX_C^2 - j(6R^2X_C - X_C^3)}$$

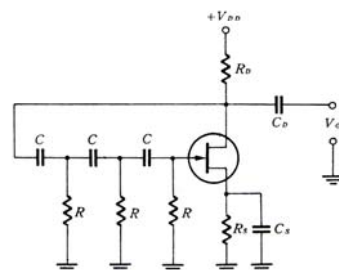
因授因數 $\beta = I_3 \cdot R / V_o$ ，由上式可得

$$\beta = \frac{1}{1 - 5 \frac{X_C^2}{R^2} - j(6 \frac{X_C}{R} - \frac{X_C^3}{R^3})}$$

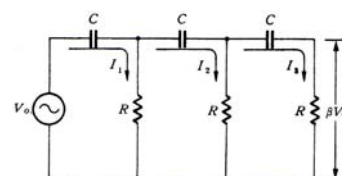
當分母的虛數項為零時，三節 RC 移相網路的相移為 180° ，此時之頻率為

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$$

在此頻率下的回授因數為 $-1/29$ ，所以要滿足振盪條件 ($\beta A \geq 1$)。則 FET 放大器的放大倍數至少需要 29 倍。



FET 的相移振盪器



相移振盪器的等效電路

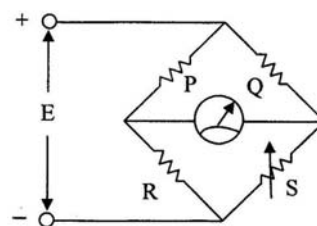
五、對於圖一的惠斯登電橋(Wheatstone bridge)，假設 $P=10k\Omega$ ， $Q=4k\Omega$ ：(20 分)

(一)當電橋達到平衡時， $S=2k\Omega$ ，求 R 值。

(二)假設 P 的準確度是 $\pm 0.1\%$ ， Q 的準確度是 $\pm 0.06\%$ ， R 的準確度是 $\pm 0.04\%$ ，求 S 值的可能最高值和可能最低值。

(三)假設可變電阻 S 的最小調整刻度是 1Ω ，忽略電流表的靈敏度，求量測 R 值的最小改變量(就是靈敏度)。

(四)考慮電流表的靈敏度，假設電流表指針移動的最小電流是 $1\mu A$ ，電流表的內阻是 $1/3k\Omega$ ，電源 E 是 6 伏特，求量測 R 值的最小改變量。



圖一

【擬答】

$$(\rightarrow) R = \frac{P \cdot S}{Q} = \frac{10k \times 2k}{4k} = 5k\Omega$$

(二) S 之百分比誤差為 P、Q、R 百分比誤差之和

$$\text{故 } S\% = 0.1\% + 0.06\% + 0.04\% = 0.2\%$$

$$\text{故 } S_{\max} = 2k \times (1 + 0.2\%) = 2004\Omega$$

$$S_{\min} = 2k \times (1 - 0.2\%) = 1996\Omega$$

$$(\Rightarrow) \Delta R = \frac{\Delta S \cdot P}{Q} = \frac{1 \times 10k}{4k} = 2.5\Omega$$

$$(\text{四}) \text{電橋內阻 } r = P // R + Q // S = 10k // 5k // + 4k // 2k = \frac{14}{3} k\Omega$$

$$V_R = V_S = I_g (r + r_g) = 5mV$$

當電橋平衡時

$$V_R = \frac{6 \times 5k}{10k + 5k} = 2V$$

當開路檢流計電壓為 5mV 時

$$V_R + \Delta V_R = 2.005V$$

$$V_P = 6 - 2.005 = 3.995V$$

$$I_P = I_R = \frac{3.995}{10K} = 0.3995mA$$

$$\text{故 } R + \Delta R = \frac{2.005}{0.3995} = 5.0188K\Omega$$

$$\Delta R = 5.0188 - 5 = 0.0188K\Omega$$

