

实验名称 电位差计测量电动势

实验目的:

- ① 学习和掌握电位差计的补偿原理
- ② 掌握十线电位差计测量未知电动势的基本原理和方法
- ③ 学习对实验电路参数的估算、校准和故障排除的方法

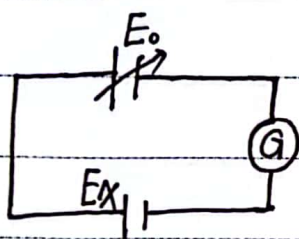
实验仪器:

FB322 电位差计实验仪、FB325 型新型十线电位差计

待测电动势

实验原理:

1. 补偿法原理:

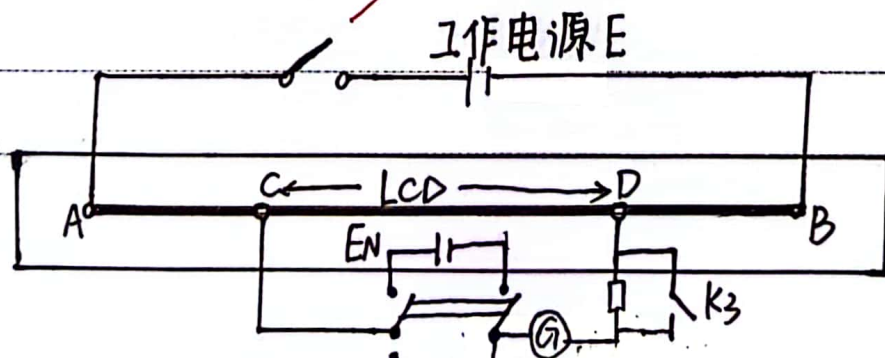


不影响待测电源的状态下, 将其与另一个电源进行比较, 通过对这个电源进行测量, 进而得知待测电源电动势。

如图: 将 E_0 与待测电源 E_x 并联, 调节 E_0 使检流计的电流为 0, 电路达到补偿状态, $E_x = E_0$ 。

(E_0 可调节且数值已知)

2. 电位差计原理:



如图,将长为 L_{AB} 的电阻丝接到可调稳压电源 E 两端,构成串联电路,则: $E_{AB} = U_0 L_{AB}$ (其中: U_0 为单位长度上的电压值,为校正系数) 而由于调节 L_{CD} 时, U_{CD} 可调且值已知,则可选做补偿电路中的 E 。

两个过程: ① 工作电流标准化过程—确定 U_0 值:

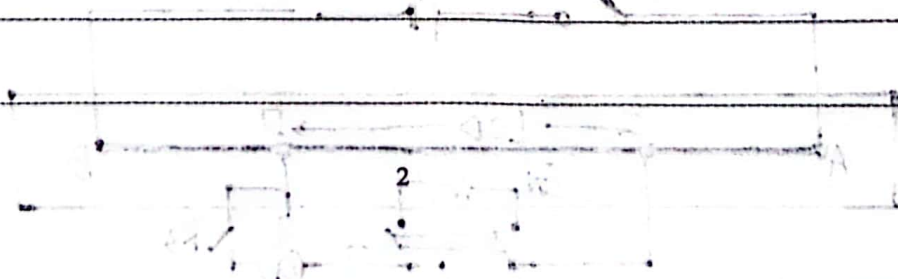
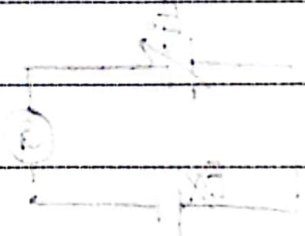
将 K_2 向上合, U_{CD} 与 E_N 构成补偿回路,使 $I_G = 0$,则满足:

$$U_{CD} = U_0 L_{CD} = E_N, \text{ 此时: } L_S = \frac{E_N}{U_0}$$

(预设 U_0 值,求 L_S ,设置 $L_{CD} = L_S$,调节 E ,使 $I_G = 0$)。

② 测量待测电动势 E_X : K_2 合下方,调节 L_{CD} ,使 $I_G = 0$ 。

$$\text{则: } E_X = U_0 L_{CD}$$



实验步骤:

一、工作电流标准化:

① 首先计算定标长度, $L_s = \frac{E_N}{I_0}$, 然后预定 L_s , 调定标长度

② 将开关 K_2 合向上方 E_N 处, 检流计挡位拨到 $10^{-5}A$, 调节工作电源 E 粗调旋钮, 使检流计读数接近为 0. 闭合 K_3 , 调节电源电压粗调旋钮, 使检流计为 0.

二、测量干电池的电动势: (K_2 向下方 E_x 处合上)

① 预设待测电动势旋钮设置待测值, 大致计算出满足补偿条件的 L_x 的值, 调节 $L_{CD} = L_x$, 调节刻度盘, 提高检流计灵敏度, 直到 $10^{-8}A$ 挡位, 使检流计指零.

三、重复测量: 选择不同电动势和校正系数.

实验数据表格及数据处理:

表 2.7.1 十-线电位差计测量电源电动势

次数	U_0 (V/m)	E/V	L_s/m	L_x/m	E_x/V
1		2.19	5.093	7.555	1.511
2	0.2000	2.19	5.093	6.057	1.211
3		2.19	5.093	4.562	0.9124
1	0.2500	2.77	4.074	6.068	1.517
1	0.3000	3.26	3.395	5.052	1.516

① 计算 U_{Ex} : (以 0.2500 为例):

$$U_{Ex} = E_x \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{Ls}}{L_s}\right)^2 + \left(\frac{U_{Lx}}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{U_{EN}}{E_N}\right)^2}, \quad \frac{U_{EN}}{E_N} = 0.05\%$$

其中: $U_{Ls} = U_{Lx} = 0.001\text{m}$ (B类).

$$\text{则: } \frac{U_{Ls}}{L_s} = \frac{0.001}{4.074} = 0.0002456$$

$$\frac{U_{Lx}}{L_x} = \frac{0.001}{6.068} = 0.0001648$$

代入, 得:

$$\begin{aligned} U_{Ex} &= 1.517 \times \sqrt{(0.0002456)^2 + (0.0001648)^2 + (0.0005)^2} \\ &= 1.517 \times 0.000580929 \\ &= 0.000881269293 \end{aligned}$$

修约后: $U_{Ex} = 0.0009\text{V}$

$$\begin{aligned} \text{则综上: } E_x &= E_x \pm U_{Ex} \\ &= (1.5170 \pm 0.0009)\text{V} \end{aligned}$$