

一、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

- 1) 试图说明差动结构抑制传感系统共模噪声的原理。
- 2) 给出传感器的定义，并简述传感器由哪几部分组成。
- 3) 何为差动变压器的零点残余电压？请简述其产生的原因并列举两种减小零点残余电压的方法。
- 4) 在压电式传感器中，比较压电式和电荷式前置放大器各有何特点。

二、（分）设某压力传感器的实测数据如下表所示：

输入 (Pa)	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
输出 (V)	0.01	1.27	2.36	3.70	5.00

- 1) 计算端基拟合直线；
- 2) 计算非线性误差；
- 3) 若只考虑传感器的非线性误差，利用此传感器做成压力仪表，试判断其精度等级（仪表等级分为 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 4.0, 5.0）。

三、（分）在 N-Si 的 (110) 晶面组成的压阻器件膜片上，要求沿 [001] 晶向及其横向各扩散两个 P-Si 压敏电阻组成惠斯通电桥

- 1) 试求 [001] 晶向的纵向和横向压阻系数；
- 2) 试在膜片上画出四个电阻条的位置并说明理由。

公式 1:

$\pi_{\parallel} = \pi_{11} - 2(\pi_{11} - \pi_{12} - \pi_{44})(l_1^2 m_1^2 + l_1^2 n_1^2 + m_1^2 n_1^2)$; $\pi_{\perp} = \pi_{12} + (\pi_{11} - \pi_{12} - \pi_{44})(l_1^2 l_2^2 + m_1^2 m_2^2 + n_1^2 n_2^2)$ 式中 l_1, m_1, n_1 —— 压阻元件纵向应力相对于立方晶轴的方向余弦； l_2, m_2, n_2 —— 压阻元件横向应力相对于立方晶轴的方向余弦； $\pi_{11}, \pi_{12}, \pi_{44}$ —— 单晶硅独立的纵向、横向和剪切压阻系数。

公式 2: 均匀园膜片周边固定，在均匀压力 P 作用下，当膜片位移远小于膜片厚度时，膜片的应力分布为：

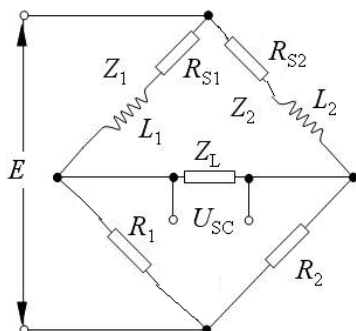
$$\sigma_r = \frac{3P}{8h^2}[(1+\mu)r^2 - (3+\mu)x^2](N/m^2); \sigma_t = \frac{3P}{8h^2}[(1+\mu)r^2 - (1+3\mu)x^2](N/m^2)$$

式中 r, x, h —— 膜片的有效半径、计算点半径、厚度 (m)； μ —— 泊松系数，硅取 0.35； σ_r, σ_t —— 分别表示径向应力和切向应力。

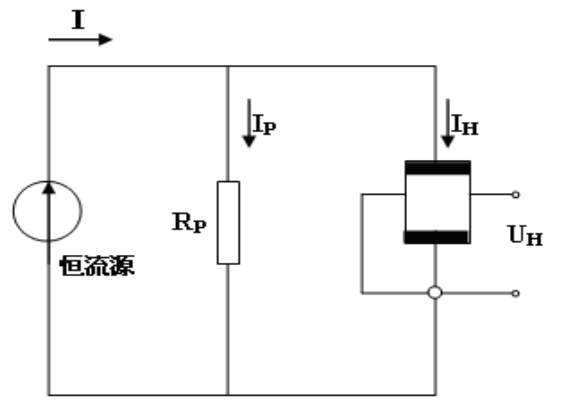
四、（6 分）试设计一种探测浅地表下地雷的传感器并说明其工作原理。

五、（8 分）差动电感传感器原理图如下图所示。传感器线圈的铜损电阻 $R_{s1} = R_{s2} = 35$ 欧姆，电感 $L_1 = L_2 = 35$ mH，现用两只匹配电阻设计成 4 臂交流电桥，负载电抗 $Z_L \rightarrow \infty$ 。求：

- 1) 当激励电源频率 $f = 300$ Hz，匹配电阻 R_1 和 R_2 值为多大时才能使输出电压灵敏度达到最大值？
- 2) 当激励电源电压 E 为 8V， $f = 300$ Hz， $\Delta Z = \pm 5$ 欧姆时，求电桥输出电压值 U_{sc} 是多少？



六、（分）图示是霍尔式传感器在恒流源激励时的温度补偿电路。设 β 是霍尔元件的电阻温度系数， α 是霍尔电压灵敏度温度系数，计算温度补偿电阻 R_P 的值。



霍尔式传感器的温度补偿

七、（分）拟采用非接触测量方式测量电机的转速，试设计一种传感方式实现实时检测，画出原理框图，并简述其检测原理。