

成都理工大学

本科生实验报告

实验课程 _____ 《传感与检测技术》 _____

学院名称 _____ 核技术与自动化工程学院 _____

专业名称 _____ 测控技术与仪器 _____

学生姓名 _____ 甘何宇 _____

学生学号 _____ 202006010329 _____

指导教师 _____ 彭颖 _____

实验地点 _____ 6C801 _____

实验成绩 _____

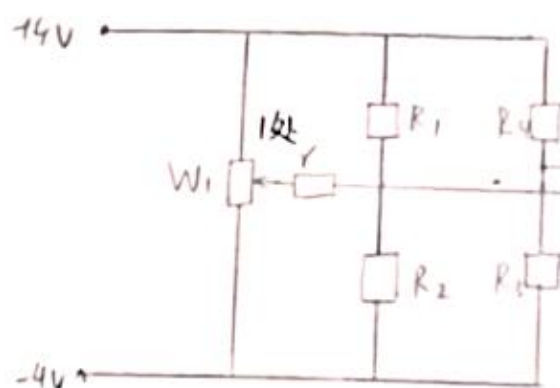
2022 年 10 月 _____ 2022 年 11 月

实验1 金属箔式应变片直流单臂、半桥、全桥比较

1. 实验原理:

有一悬臂梁, 上有应变片, 电阻在应变片上. 单臂的 ~~电桥~~ 桥, 当应变片受力时会发生形变, 造成电阻变化, 会导致输出电压变化. 经放大器放大后, 给出所需的电压. 通过改变受力大小, 即改变 Δx , 来改变电压大小, 最终得出结果.

2. 实验接线电路图:



单臂: R_4 为应变片
双臂: R_4, R_3 为应变片, 极性相反
全桥: R_1, R_2, R_3, R_4 均为应变片,
邻臂极性相反, 对臂极性相同

3. 实验步骤:

1. 根据电路原理图先理解电路

2. 调节差动放大器

3. 将悬臂梁调水平

4. 搭电路, 调节电压表 (在1处调节)

单臂: 5. ~~调节~~ 记录初始值, 之后调节悬臂梁 ~~至~~ 而 ~~调~~ 图以达到变化1mm的目的.

6. 读出示数并记录, 后重复步骤5.

7. 清零, 再反向旋转, 重复步骤5.

双臂: 8. 重复步骤5, 6, 7; (将 R_3 接入)

全桥: 9. 重复步骤5, 6, 7 (将 R_1, R_2 接入)

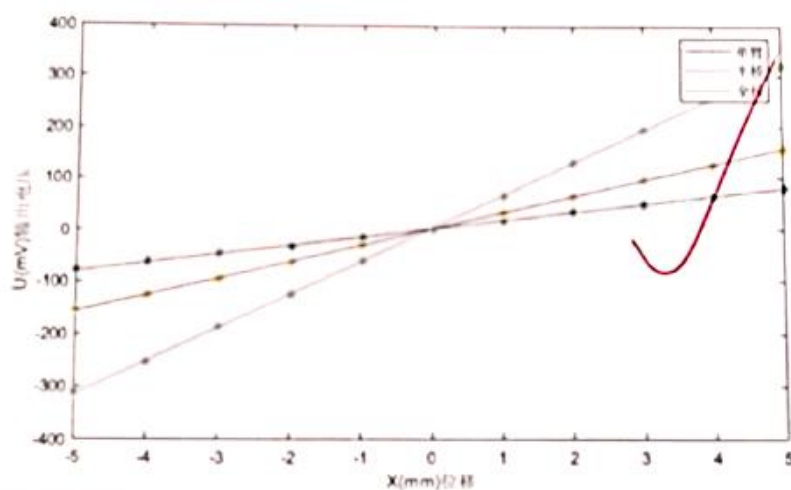
4. 实验结果数据: (数据表+曲线图, 单桥、半桥、全桥的曲线图画在一个坐标系上)

数据表:

组员: 敬鹏

(mm) 位移	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
(mV) 单臂	-78	-63	-47	-34	-18	0	16	33	48	63	80
(mV) 半桥	-154	-126	-96	-64	-31	0	31	63	95	125	157
(mV) 全桥	-312	-253	-187	-127	-63	0	63	128	193	257	320

曲线图:



3R2桥

5. 思考题:

- (1) 正反行程的测量结果是重合的吗? 为什么?
- (2) 计算单桥、半桥、全桥的灵敏度; 说明灵敏度与哪些因素有关?
- (3) 在连接全桥的时候, 如果将应变片的方向接反, 会有什么影响?

(1) 不是重合的, 有行程误差的影响,

(2) $k = \frac{\Delta U}{\Delta R} = \frac{E}{4}$ 单桥, $k = 2$; 半桥, $k = \frac{E}{2} = 4$; 全桥, $k = E = 8$

输出 $U_o = E \left(\frac{R_4}{R_4 + R_3} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$ (若 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$, R_4 变为 $R_4 + \Delta R$,

则 $U_o = \frac{E}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R}$ $\therefore k = \frac{E}{4}$ 半桥与全桥同理.

灵敏度与电压有关, 也与电阻值有关.

(3) 若全桥接错, 应变片方向接反, 则会导致 ΔR 变化方向相同,

相互抵消, 使输出减小. 不要乱?

当应变片方向全部接反, 将无影响.

证明 $U_o \dots$

2022.10.16.

(2) 当电桥平衡时 $U_o = 0$, $U_i = 0$, 则有 $R_1 R_4 = R_2 R_3$ 或 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

单臂时, 设以应变片, 则

$$U_o = E \left(\frac{R_4 + \Delta R_4}{R_4 + \Delta R_4 + R_3} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = E \frac{\left(\frac{R_4}{R_3} \right) \left(\frac{\Delta R_4}{R_4} \right)}{\left(1 + \Delta R_4 / R_4 + R_3 / R_4 \right) \left(1 + R_2 / R_3 \right)}$$

$$U_o \approx E \cdot \frac{n}{(1+n)^2} \cdot \frac{\Delta R_1}{R_1}$$

$K_u = \frac{n}{(1+n)^2} \cdot E$ 当 $n=1$ 且 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ 时 K_u 有最大值

$$U_o = \frac{E}{4} \cdot \frac{\Delta R_1}{R_1} \quad K_u = \frac{E}{4}$$

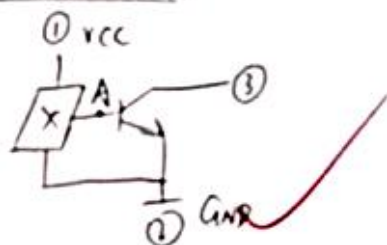
同理, 双臂为 $\frac{E}{2}$, 全桥为 E .

实验2 传感器在开关控制电路中的应用

(一) 集成式霍尔传感器

1. 开关型霍尔元件 3144EU:

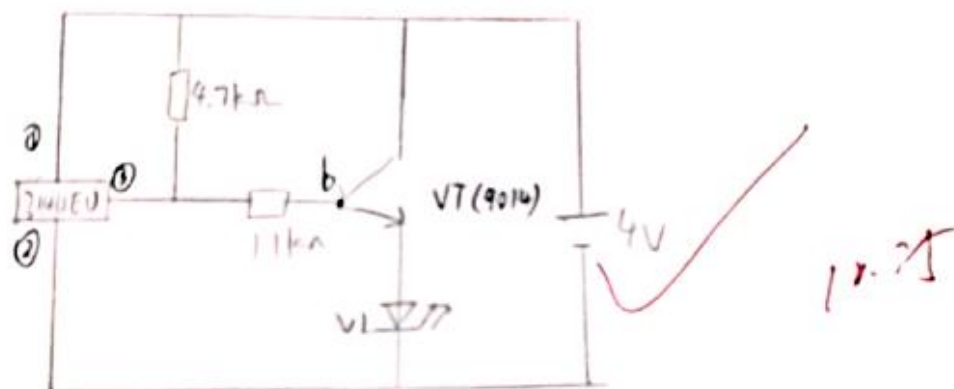
内部电路结构图:



工作原理:

利用霍尔效应, 当磁铁靠近时, 产生磁场, ~~此时~~ A点有电信号输出, 此时内部三极管导通, ③的中位被拉低, 输出为低电平. ~~此时, 磁铁靠近时~~

2. 电路原理图:



3. 实验结果现象分析: (以3中电路原理图为基础)

当磁铁靠近时, 根据电路原理图(3144EU), ③处输出为低电平, VT(9014)的b极为低电平, VT不导通, LED熄灭; 当磁铁拉远时, ③处被上拉为高电平, VT(9014)导通, LED两端形成压差, 导通。

4. 思考题:

(1) 9014 和 9015 各是什么器件, 在工作原理上有何区别?

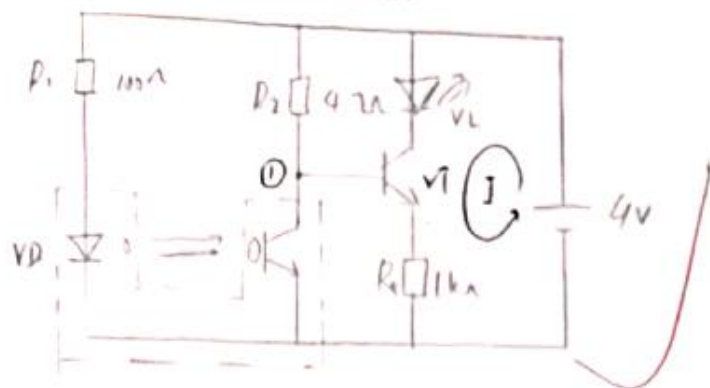
(2) 除 LED 灯控制外, 霍尔元件还可以检测的对象有哪些? (至少列出 2 个)

(1) 9014 是 NPN 型三极管, 而 9015 是 PNP 型三极管。区别在于 9014 在基极为高电平时导通, 9015 在基极为低电平时导通。

(2) 霍尔元件可以通过检测磁场的变化来统计磁性物体的个数, 也可以检测电机中转子的转速。

(二) 光电开关

1. 电路原理图 (标注出传感器)



2. 实验结果现象分析:

当无物体遮挡时,光敏三极管导通,则①处电位被拉低,则三极管VT不导通,VL不亮,当有物体遮挡时,①处电位被拉高,VT导通,形成回路I,使VT发光。

3. 思考题:

- ① 光电开关的输出量是开关量还是模拟量? 开关量 ✓
- ② 教材图 16-15 电路中的 R1 作用是什么? 用于限流,防止 VD 因电流过大而烧坏 ✓
- ③ 如果电路中的三极管替换为另一种类型 (N 型 → P 型或 P 型 → N 型), 输出 LED 如何变化?
- ④ 如果电路中的 VD 损坏, 输出 LED 如何变化?
 - ① 若换成了另一种开闭的三极管, 则亮灭状况完全相反.
 - ② 若 VD 损坏, 则光敏三极管会一直处于截止状态.
 - ① ①点电位始终为高, VT 始终不导通, LED 始终不亮.

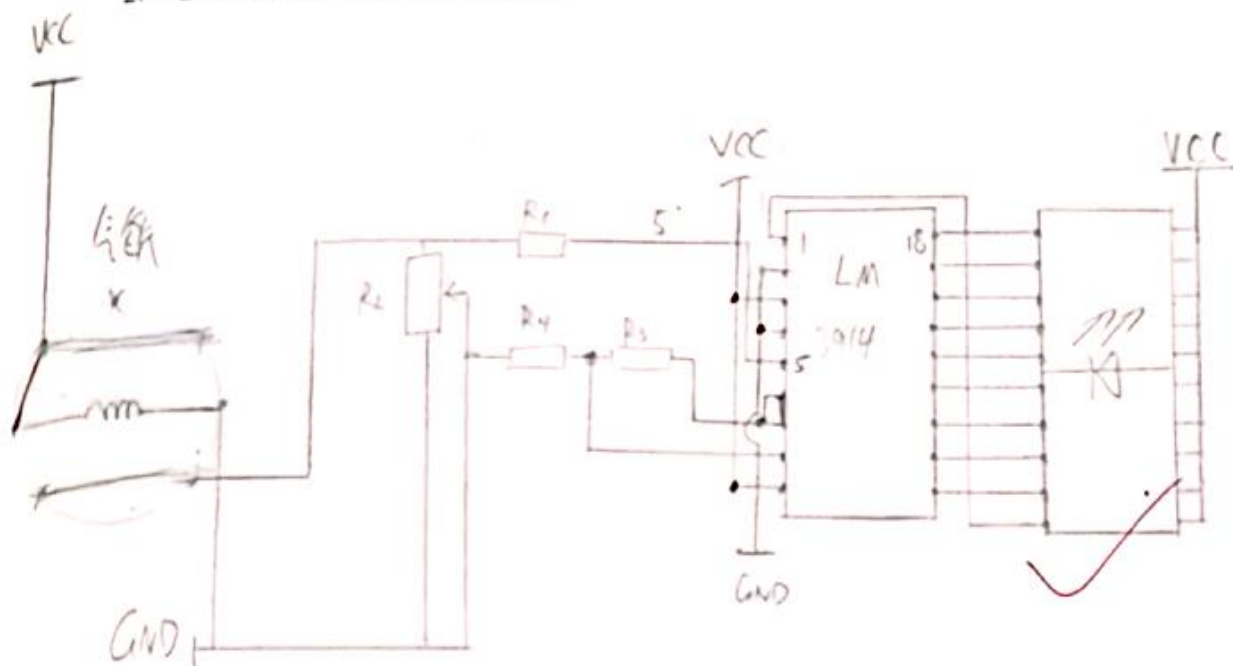
11.24

实验 3-2 气敏传感器应用

1. 实验原理:

利用气体在半导体表面的氧化还原反应, 导致阻值变化。输入到 LM394 后, 会导致其低电平的信号增加或减少。

2. 电路原理图: (标注出传感器)



3. 实验结果现象分析:

现象: 未向其喷洒酒精时, 只有最下面一个灯亮起。向其喷洒酒精后, 灯从上至下依次亮起, 过后逐次熄灭。

原因: 酒精是

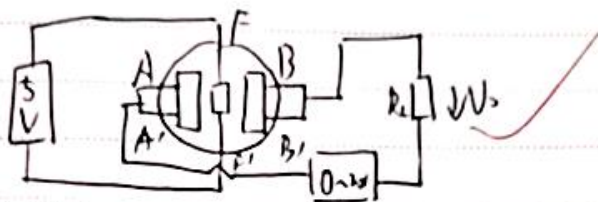
还原型气体吸附到 N 型半导体上, 半导体载流子增多, 电阻率降低, LM394 的电位增高, 二极管被点亮。

4. 思考题

- (1) LM3914 芯片的作用是什么?
- (2) 气敏传感器的六个引脚是如何定义的? 传感器的基本应用电路是什么?
- (3) 实验所用气敏传感器可等效为哪种参数?
- (4) 气敏传感器应用时必需的操作是什么? 为什么要这样做?

(1) LM3914 依输入电压决定 LED 是否被点亮, 从而实现直观观测酒精浓度。

(2)



如图所示, ~~六端~~ A、A', B、B' 两端接在一起, F、F' 为加热回路。其基本应用电路是 将电阻的变化转换成电压电流的变化。

(3) 电阻

(4) 接通电源加热一段时间。① 去除气体残留, ② 提高化学反应速率。

11.28

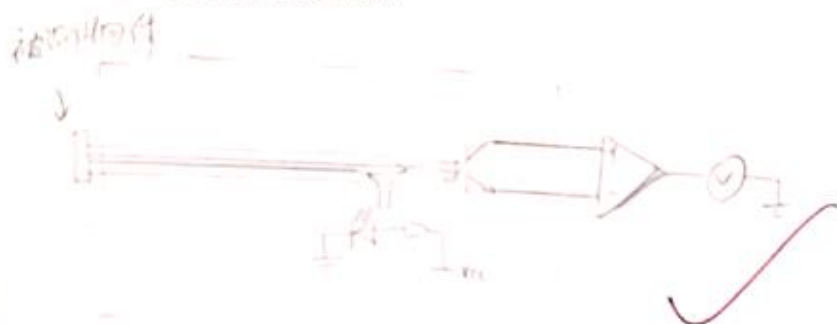
实验4 光纤传感器实验

(一) 反射式光纤测位移

1. 实验原理:

光源发出的光线经过光纤的传输, 照到被测物体表面, 被测物体将光反射到另一根光纤处, 被光敏器件吸收。根据反射回来的光强大小, 可以得到相应的信息。

2. 实验接线电路图:



3. 实验步骤:

- ① 检查仪器, 连接电路, 上电后将电压表调零。
- ② 将电压表调至0刻度处, 并旋转跟踪测微头。
- ③ 每旋转一圈记录一次数据, 并使其连续旋转30圈。
- ④ 找到行程中电压最大值处。
- ⑤ 更换待测物品, 重复①②③④步骤。
- ⑥ 实验结束, 物品归位。

4. 实验结果数据: (数据表 Cu、Al、Fe+ 曲线图, 画在同一坐标轴上)

组员: 张璐

$\Delta x/mm$	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
U 铁/V	0.88	1.81	2.51	2.94	3.07	2.97	2.74	2.45	2.16	1.89
U 铝/V	0.84	1.67	2.3	2.67	2.76	2.65	2.42	2.15	1.88	1.64
U 铜/V	0.46	0.96	1.32	1.51	1.54	1.46	1.33	1.18	1.04	0.9
$\Delta x/mm$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
U 铁/V	1.44	1.06	0.77	0.56	0.41	0.35	0.3	0.25	0.22	0.19
U 铝/V	1.24	0.92	0.72	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21
U 铜/V	0.69	0.51	0.4	0.32	0.26	0.22	0.17	0.15	0.13	0.11

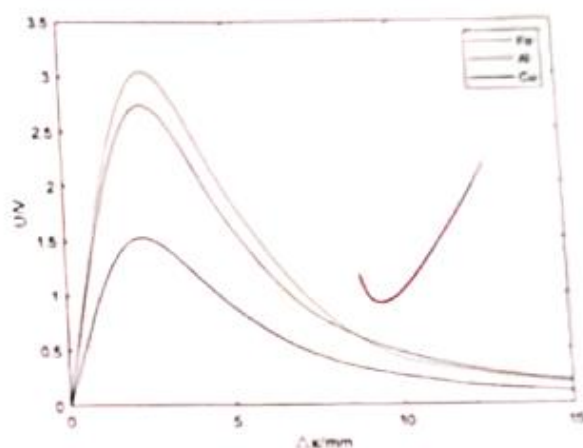
经测量, 当 Δx 为 2.55mm 时, Fe 的输出电压值最大, 为 3.09V;

当 Δx 为 2.50mm 时, Al 的输出电压值最大, 为 2.76V;

当 Δx 为 2.75mm 时, Cu 的输出电压值最大, 为 1.55V;



实验结果表明 Fe 的反光强度最大, 其输出电压也最大。从图中可知 (上为 Fe, 左下为 Al, 右下为 Cu)。但理论查证得 Cu 的反光强度最大, 故应是 Cu、Al 表面易被氧化, 与另外不锈钢不同被氧化, 才得出此现象。



(二) 反射式光纤传感器测电机转速

1. 测量所需元件

光纤传感器, 电机, 示波器, 差动放大器, 圆盘

2. 测量原理:

电机上面有个圆盘, 盘上有 6 个孔和 6 个金属面, 均匀分布。电机带动圆盘旋转, 而光纤传感器探头对准其中 1 个孔或面处。电机旋转起来后, 会产生不断变化的电压, 并输出到示波器上。

3. 测量结果和计算方法。

波形图如下:



由于 6 个金属面各不相同, 所以其产生的电压也各不相同, 但每个为一组, 波形大致相同。则每个代表一圈。读出时间 $T = 50ms$ 。

则 1s 能转 20 圈, 1 分钟能转 1200 圈。

4.思考题:

(1) 实验所用光纤是什么组合类型的?

(2) 光纤测量转速时, 如果在输出的脉冲中出现毛刺, 可能会是什么原因?

(1) 光纤为半反射 (R型) 组合类型

(2) 可能是因为金属表面不光滑, 有些地方有划痕, 导致光的能量被吸收较大, 而光滑处被吸收较小, 出现突变。

11.16