

一、填空题（10分，每空1分）

- 1、半导体应变片是根据_压阻_原理工作的。
- 2、按被测量所改变的电容器的参数来分，电容式传感器可分为_变极距式_、_变面积式_、_变介质型_三类。
- 3、压电式传感器的输出接口电路有_电压放大器_和_电荷放大器_两种形式。
- 4、超声波流量计采用的测量方法是_时差法_、_相位差法_和_频率差法_三种。
- 5、常见的力敏感型弹性元件有实心轴和空心圆轴、_悬臂梁_。

二、选择题（单选题，共10分，每题2分）

- 1、下列属于传感器动态特性指标的是(B)
A、迟滞
B、超调量
C、稳定性
D、线性度
- 2、某位移传感器，在输出位移变化5mm是，输出电压变化500mV，则其灵敏度为(D)
A、0.01mm/mV
B、0.01
C、100
D、100mV/mm
- 3、测量不能直接接触的高温物体温度，可采用(B)温度传感器。
A、热电偶
B、亮度式
C、半导体三极管
D、半导体二极管
- 4、半导体电阻应变片在测量某一构件应变时，其电阻的相对变化主要是由(A)引起。
A、半导体电阻率的变化
B、半导体几何尺寸的变化
C、贴片位置的温度变化
D、供桥电源的变化
- 5、成块的金属置于激励线圈产生的交变磁场中，金属体内就要产生感应电流，这种现象称为(D)
A、压电效应
B、压磁效应
C、霍尔效应
D、电涡流效应

三、简答题（30分）

1、光电效应有哪几种？请分别列举出其相应的光电元件。（5分）

内光电、外光电

3、简述热电阻和热电偶的测温原理。（6分）

热电阻：将温度变化转换为电阻的变化

热电偶：将温度变化转换为热电势变化

四、应用题(50分)

1、被测电压实际值约为 21.6V，现有四种电压表：1.5 级、量程为 0~30V 的 A 表；1.0 级、量程为 0~50V 的 B 表；1.5 级、量程为 0~50V 的 C 表；0.5 级、量程为 0~100V 的 D 表。请问选用哪种规格的电压表进行测量产生的测量误差较小？（8分）

$$1.5 \times 30 / 100 = 0.45 \quad \text{用这个}$$

$$1.0 \times 50 / 100 = 0.5$$

$$1.5 \times 50 / 100 = 0.75$$

$$0.5 \times 100 / 100 = 0.5$$

2、用镍铬—镍硅热电偶测炉温。当冷端温度 $T_0=40^\circ\text{C}$ 时，测得热电势为 $E(T, T_0)=39.17\text{mv}$ ，若用冷端温度为常温 20°C 测该炉温，则应测得热电势为多少？[附：已知该热电偶有 $E(40, 0)=1.61\text{mv}$ ， $E(-40, 0)=-1.5\text{mv}$ ， $E(20, 0)=0.80\text{mv}$ ， $E(-20, 0)=-0.77\text{mv}$]

$$E(T, 40)=39.17$$

$$E(T, 20)=E(T, 40)+E(40, 20)=E(T, 40)+E(40, 0)-E(20, 0)=39.98$$

3、有一与伺服电动机同轴安装的光电编码器，码盘用不锈钢薄板制成，在圆周边缘切割出均匀分布的 2048 个透光槽。在 0.2s 时间内测得 8K 脉冲（1K=1024），求转速 n 。（10分）

$$4 / 0.2 = 20 \text{ r/s}$$

5、已知一差动整流电桥电路如图 2 所示。电路由差动电感传感器 Z_1 、 Z_2 及平衡电阻 R_1 、 R_2 ($R_1=R_2$) 组成。桥路的一个对角接有交流电源 U_i ，另一个对角为输出端 U_o ，试分析该电路的工作原理。（12分）

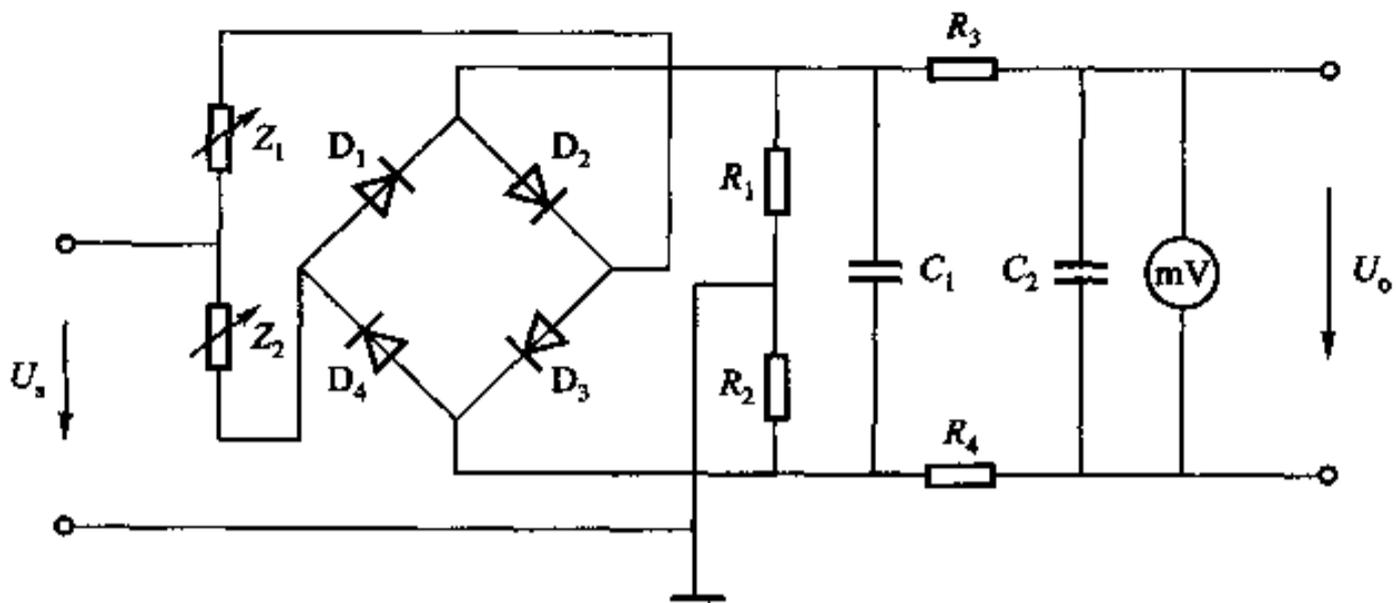


图 2

一、填空题(10分, 每空 1 分)

- 1、压阻效应
- 2、变极距型、变面积型、变介质型
- 3、电压放大器、电荷放大器
- 4、时差法、相差法、频差法
- 5、悬臂梁

二、选择题(10分, 每题 2 分)

- 1、B; 2、D; 3、B; 4、A; 5、D

三、简答题(30分)

- 1、答: 1) 外光电效应, 光电管、光电倍增管; (2分)
- 2) 光导效应, 光敏电阻、光电二极管、光电晶体管; (2分)
- 3) 光生伏特效应, 光电池。(1分)

3、答: 热电阻是利用金属导体或半导体有温度变化时本身电阻也随着发生变化的特性来测量温度的, 热电阻的受热部分(感温元件)是用细金属丝均匀地绕在绝缘材料做成的骨架上或通过激光溅射工艺在基片形成。当被测介质有温度梯度时, 则所测得的温度是感温元件所在范围内介质层的平均温度。(3分)

热电偶工作原理是基于赛贝克(seeback)效应,即两种不同成分的导体两端连接成回路,如两连接端温度不同,则在回路内产生热电流的物理现象。热电偶由两根不同导线(热电极)组成,它们的一端是互相焊接的,形成热电偶的测量端(工作端)。将它插入待测温度的介质中;而热电偶的另一端(参比端或自由端)则与显示仪表相连。如果热电偶的测量端与参比端存在温度差,则显示仪表将指出热电偶产生的热电动势。(3分)

四、应用题(50分)

1、(8分) 解:据公式 $\frac{x}{x} 100\%$ $\frac{L}{x} \frac{G\%}{x} 100\%$ (2分) 计算,用四种表进行测量可能产生的示值相对误差分别为:

A 表:2.08% B 表:2.31% C 表:3.47% D 表:2.31% (4分)

四者比较可见,选用 A 表进行测量所产生的测量误差较小 (2分)。

2、(8分) 解: $E(40, 0)=1.61\text{mV}$ $E(20, 0)=0.80\text{mV}$ $E(T, 40)=39.17\text{mV}$ (2分)

$E(T, 20)=E(40, 20)+E(T, 40)=E(40, 0)-E(20, 0)+E(T, 40)=1.61-0.80+39.17=39.98\text{mV}$ (6分)

3、(10分) 解: $m=2048$, $t_s=0.2\text{s}$ $N=8\text{K}=8192$, $f = \frac{m}{60} \frac{n}{60}$ (4分)

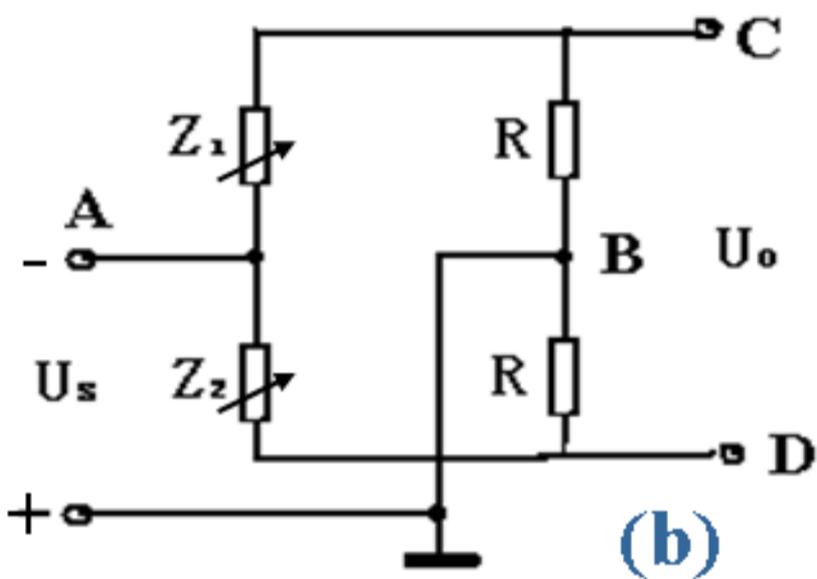
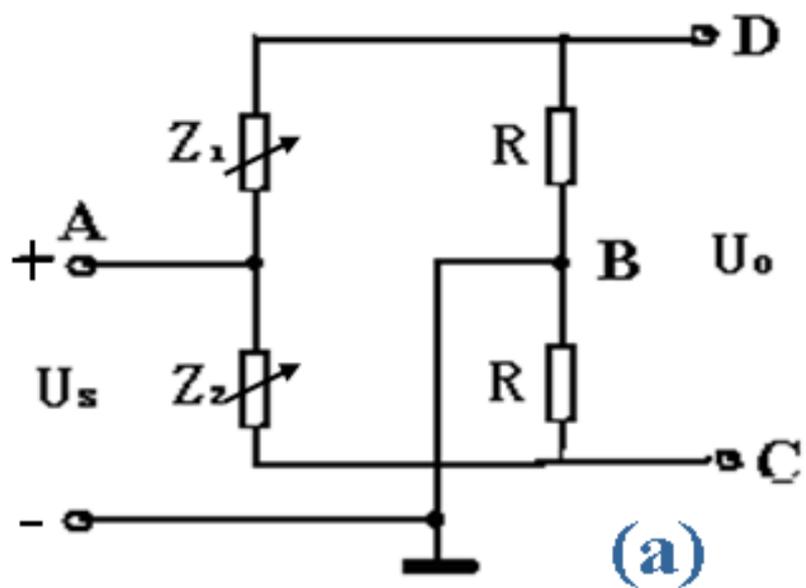
光电编码器轴的转速为

$n = \frac{60 f}{m} = 60 \frac{N}{t_m} = 60 \frac{8192}{2048 \cdot 0.2} \text{r/min} = 1200 \text{r/min}$
(6分)

5、(12分) 解: 图中 $R_1=R_2=R$ 为平衡电阻。在交流电源 U_i 的正半周, $U_i > 0$ 即 $U_A > U_B$, 图 2 中二极管 D_1 和 D_3 导通, D_2 和 D_4 截止, 图 2 等效为下图

(a) 由图可见, $U_{CD} = U_i \frac{R}{Z_2 + R} \frac{R}{Z_1 + R}$ (1)

(3分)



在 U_i 的负半周, $U_i < 0$ 即 $U_A < U_B$, 图 2 中二极管 D2 和 D4 导通, D1 和 D3 截止, 图 2 等效为图 (b), 由图可见, $U_{CD} = U_i \frac{R}{Z_1 R} - \frac{R}{Z_2 R}$ (2)

(3分)

当 $Z_1 = Z_2$ 时, 由式 (1) 和 (2) 都可得, $U_{CD} = 0$ 。 (1分)

当 $Z_1 > Z_2$ 时, 式 (1) 中括号项为正, 而 U_i 也为正, 故 $U_{CD} > 0$ 式 (2) 中括号项为负, 而 U_i 也为负, 故 $U_{CD} > 0$ 因此由式 (1) 和 (2) 都可得, $U_{CD} > 0$ 。 (2分)

同理, 当 $Z_1 < Z_2$ 时, 由式 (1) 和 (2) 都可得, $U_{CD} < 0$ 。 (1分)

单向脉动电压 U_{CD} 经过阻容滤波后得到直流输出电压 U_o 。 U_o 的正负决定于衔铁位移的方向, U_o 的大小决定于衔铁位移的大小。

(2分)

5、半导体薄片置于磁场中，当有电流流过时，在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势，这种现象称为(C)

A、压电效应 B、压磁效应 C、霍尔效应 D、电涡流效应

三、简答题(30分)

1、热电阻与热敏电阻的电阻——温度特性有什么不同？(5分)

2、压电式传感器的接口电路分为哪两种形式，哪一种应用较多，为什么？

(6分)

电压放大器、电荷放大器

3、简述霍尔元件产生不等位电压的原因及补偿不等位电压的方法。(5分)

电极不对称、半导体材料不均匀

4、增量编码器有几条码道？各有何作用？(6分)

3条：定位、计数、辨向

四、应用题(50分)

1、某台测温仪表的量程是 $600\sim 1100^{\circ}\text{C}$ ，仪表的最大绝对误差为 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ，试确定该仪表的允许误差与精度等级。(7分)

$$4 / (1100 - 600) * 100 = 0.8$$

2、使用k型热电偶，基准接点为 0°C 、测量接点为 30°C 和 900°C 时，温差电动势分别为 1.203mV 和 37.326mV 。当基准接点为 30°C ，测温接点为 900°C 时的温差电动势为多少？(8分)

$$E(900, 0) = 37.326$$

$$E(30, 0) = 1.203$$

$$E(900, 30) = E(900, 0) - E(30, 0) = 36.123$$

5、图2为磁电式涡轮流量传感器及其测量电路框图。传感器线圈电压经放大整形形成频率为 f_c 的计数脉冲， $f_c = 1000\text{ Hz}$ 的晶体振荡器经 10分频形成宽度为 $T_c = 10 / f_c$ 的门控信号，已知涡轮叶片数为6，流量传感器的灵敏度 $S = f_c / Q = 2000\text{ Hz} / \text{升} / \text{秒}$ 。若流量为 $20\text{升} / \text{秒}$ ，试计算此时涡轮的转速（每分

钟转数) 和计数器的计数结果。(8分)

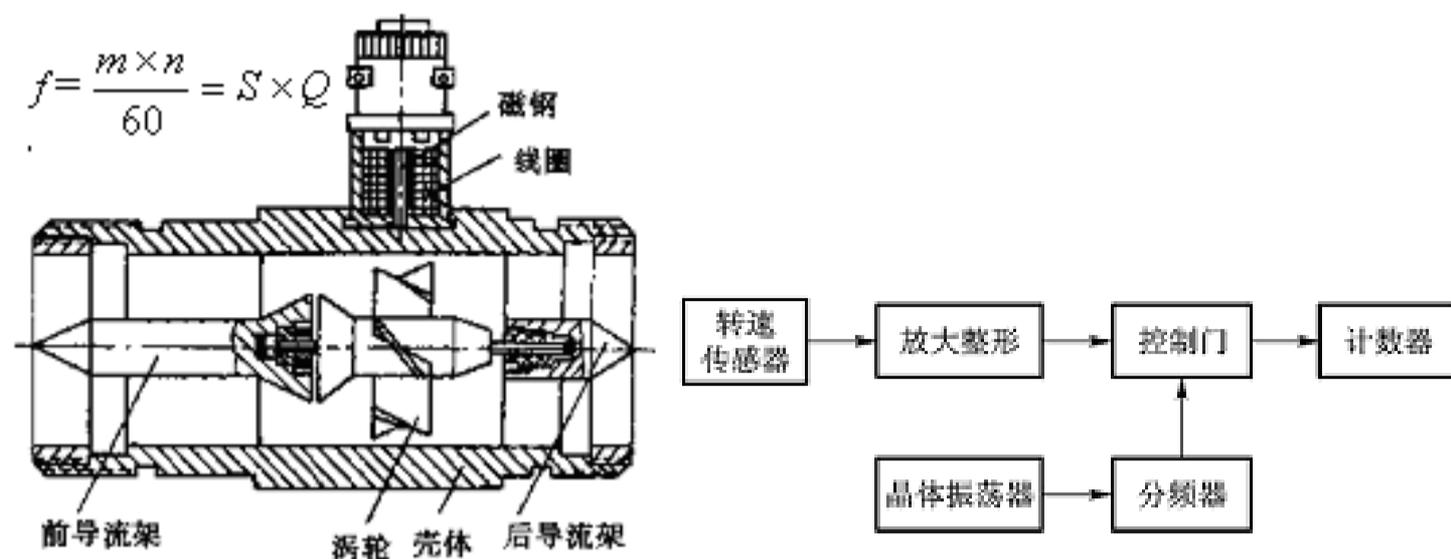


图 2

$$f = 2000 * 20 = 40000 \text{ Hz}$$

$$\text{门控: } f = 100 \text{ Hz}$$

$$f' = 40000 / 6$$

$$r = 40000 / 6 * 60 = 400 \text{ kHz}$$

$$N = 40000 / 6 * (1 / 100) = 400 / 6$$

6、一台采用等强度梁的电子称，在梁的上下两面各贴有两片电阻应变片，如图3所示，做成称重传感器。已知 $l=50\text{mm}$ ， $b=11\text{mm}$ ， $h=3\text{mm}$ ， $E=2.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ， $K=2$ ，接入直流四臂差动电桥。(10分)

(1) 请给出由这四个电阻构成全桥电路的示意图；(2分)

(2) 供桥电压 12V ，求其电压灵敏度 ($K_u = U_o / F$)；(5分)

$$U_o =$$

(3) 当称重 1kg 时，电桥的输出电压 U_o 为多大？ ($\frac{61}{Ebh^2} F$) (3分)

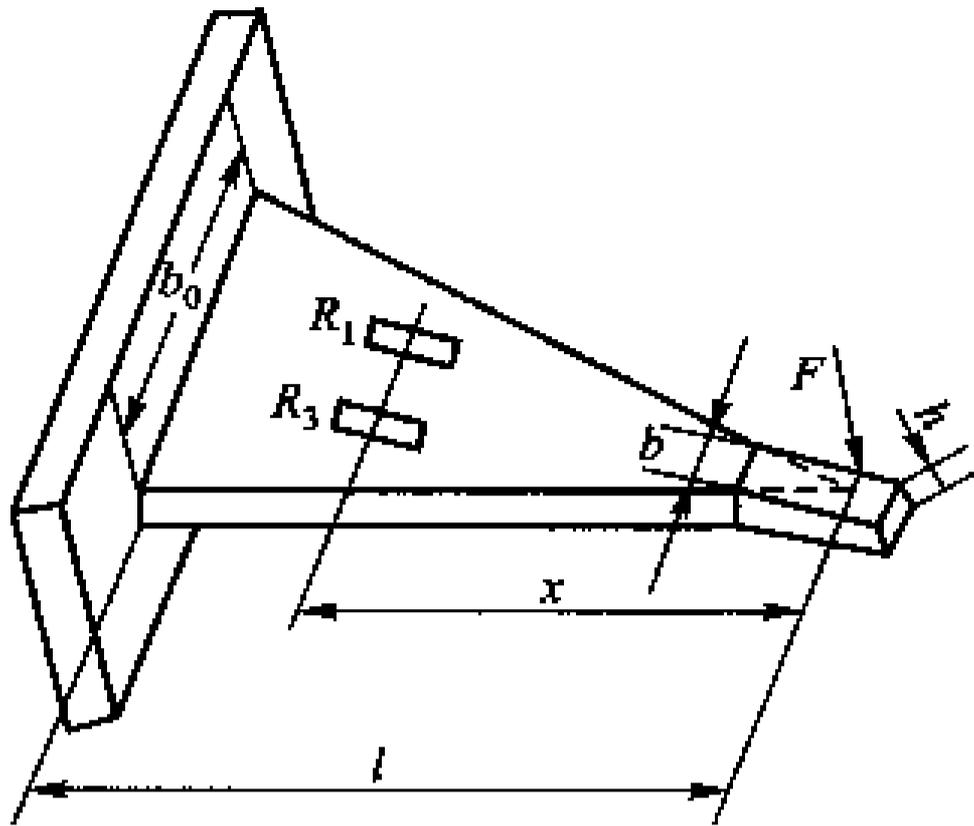


图 3

- 6、减小随机误差影响的主要办法是__C__。
- A、采取恒温；B、改换测量仪器；C、增加测量次数
7. 幅值解调过程中，相敏检波器的作用是__A__。
- A. 判断极性和提取已调波的幅值信息 B. 判断极性和恢复载波幅值
C. 放大已调波 D. 恢复调制信号的幅值
8. 输出信号与输入信号的相位差随频率变化的关系称__B__。
- A. 幅频特征 B. 相频特征 C. 传递函数 D. 频响函数
- 9、半导体应变片是根据__B__原理工作的。
- A、电阻应变效应；B、压阻效应；C、热阻效应
10. 电涡流传感器是利用__A__材料的电涡流效应工作的。
- A. 金属导体 B. 半导体 C. 非金属材料
11. 高频反射式涡流传感器是基于__A__和__D__效应来实现信号的感受和变换的。
- A. 涡电流 B. 纵向 C. 横向 D. 集肤
- 12、极距变化型电容式传感器，其灵敏度与极距__D__。
- A、成正比 B、平方成正比 C、成反比 D、平方成反比
13. 电容式传感器灵敏度最高的是_____。
- A. 极距变化型 B. 面积变化型 C. 介质变化型
14. 变间距式电容传感器适用于测量微小位移是因为__B__。
- A. 电容量微弱、灵敏度太低

- B. 传感器灵敏度与间距平方成反比，间距变化大则非线性误差大
- C. 需要做非接触测量
15. 压电式加速度计，其压电片并联时可提高___B___。
- A. 电压灵敏度 B. 电荷灵敏度 C. 电压和电荷灵敏度
16. 压电材料按一定方向放置在交变电场中，其几何尺寸将随之发生变化，这称之为___D___效应。
- A. 压电 B. 压阻 C. 压磁 D. 逆压电
17. 压电式传感器是内阻传感器，因此要求前置放大器的输入阻抗___C___。
- A. 很低 B. 很高 C. 较低 D. 较高
18. 压电元件并联连接时，___D___。
- A. 输出电荷量小，适用于缓慢变化信号测量。
- B. 输出电压大，并要求测量电路有较高的输入阻抗。
- C. 输出电压小，并要求测量电路有较高的输入阻抗。
- D. 输出电荷量大，适用于缓慢变化信号测量。
19. 下列传感器中，属结构型的传感器有___C___。
- A. 电阻应变片 B. 压电式加速度计 C. 涡流式传感器 D. 电容式传感器
20. ___C___传感器是根据敏感元件材料本身的物理性质变化工作的。
- A. 差动变压器式 B. 变间隙电容式 C. 压电式

三、简答题

3. 电阻应变片产生温度误差的原因有哪些？怎样消除误差？
4. 如何提高应变片测量电桥的输出电压灵敏度及线性度？
- 全桥电路，差动电桥
5. 调制与解调的目的是什么？
8. 什么是霍尔效应？为什么半导体材料适合于作霍尔元件？
- 金属、N型半导体
9. 半导体外光电效应与光强和光频率的关系是什么？
10. 简述热电偶产生热电势的条件是什么？
- 电极材料不同、温度不同
11. 简述四倍频电子细分电路的工作原理。

西安交通大学考试题

成绩	
----	--

课程 现代检测技术

系别 _____

考试日期 2007 年 12 月 08 日

专业班号 _____

姓名 _____ 学号 _____

期中

期末

一. 填空 (填在试卷上, 共 25 分, 每空 1 分)

1. 测量系统的静态特性是 输入量和输出量不随时间变化或变化缓慢时, 输出与输入之间的关系。

2. 电阻应变效应是指金属导体在外力作用下发生机械变形时, 其电阻值随着所受机械变形的变化而发生变化 的现象。

3. 测量误差按性质分为 系统 误差、随机 误差和 粗大 误差。

4. 在光照作用下, 物体内部电子逸出物体表面, 在回路中形成光电流的现象称为 外光电 效应; 在光照作用下, 物体导电性能发生改变的现象称为 内光电 效应。

5. 在图像处理中有两种常见的颜色模型, 分别是 RGB 和 CMYK。

6. 现代测试系统基本型结构包括 信号源、被测对象、数据采集、计算机 及输出显示、打印等环节。

7. 常用的位移传感器有 电容式传感器 和 电涡流传感器。

8. 一阶系统的动态参数是 时间常数, 二阶系统的动态参数是 固有频率 和 阻尼比。

9. 光栅的位移放大作用可以用栅距 W 、主光栅和指示光栅夹角 θ 以及莫尔条纹间距 B

表示为 $\frac{B}{W} = \frac{1}{\sin \theta}$ 。

10. 在工程应用中, 常用_____检测淹没在随机噪声中的周期信号, 用_____检测两个信号在时移中的相关性。
11. 请列举 2 个超声波传感器可以测量的物理量: _____。
12. 面积变化型电容传感器的优点是输出与输入成_____关系, 但与极板变化型相比, 灵敏度较低, 适用于测量_____。
13. 为利用电桥的和差特性, 提高系统的灵敏度, 应使相邻桥臂上电阻应变极性_____ , 相对桥臂上电阻应变极性_____。

二. 选择题 (共 10 分, 每题 1 分)

1. 准周期信号的频谱是_____。
- A. 离散的 B. 连续的 C. 不确定的
2. 概率密度函数是_____域上来描述随机信号的。
- A. 时间 B. 空间 C. 幅值 D. 频率
3. 减小随机误差影响的主要办法是_____。
- A. 采取恒温 B. 改换测量仪器 C. 增加测量次数
4. 电涡流传感器是利用_____材料的电涡流效应工作的。
- A. 金属导体 B. 半导体 C. 非金属材料
5. 压电材料按一定方向放置在交变电场中, 其几何尺寸将随之发生变化, 这称之为_____效应。
- A. 压电 B. 压阻 C. 压磁 D. 逆压电
6. 为消除压电传感器联接电缆分布电容变化对输出灵敏度的影响, 可采用_____。
- A. 电压放大器 B. 电荷放大器 C. 相敏检波器
7. 下列传感器中, 能量转换型传感器是_____和_____。
- A. 光电式 B. 应变片 C. 电容式 D. 压电式
8. _____材料适合于作霍尔元件。
- A. 金属 B. 半导体 C. 绝缘体
9. 测量熔化的铁水的温度可以使用_____。
- A. 水银温度计 B. 热电偶 C. 光高温计

西安交通大学考试题

10. 在热电偶工作回路中可以接入测量仪表是遵循_____ B _____。
- A. 均质回路定律 B. 中间导体定律 C. 中间温度定律 D. 标准电极定律

三. 简答题（共 35 分，每题 5 分）

1. 检测系统的基本任务是什么？
2. 根据电容传感器的工作原理说明它的分类以及能够测量哪些物理参量？
变极距式、变面积式、变介质式
位移、角度变化、液面高度……
3. 为什么不能用压电传感器测量变化比较缓慢的信号？
因为电荷不能长时间保存
4. 简述霍尔传感器的特点及可能的应用场合。
5. 为什么要对热电偶冷端温度进行补偿？简述热电偶冷端温度补偿的各种方法。
热电偶回路的热电势是两个接点温度的函数，为此，必须使冷端温度保持不变，其输出热电势才是热端温度的单值函数。在实际测量中，热电偶的两端距离很近，冷端温度易受测量对象和环境温度波动的影响，而难以保持恒定，从而引入测量误差。
补偿方法：0℃恒温法；补偿导线法；修正法；补偿电桥法等。
6. 简述虚拟仪器原理、组成和特点。
7. 某饮料生产厂要改进设备，在生产线上加装产品自动计数装置（产品以 500 毫升塑料瓶装橙汁为例），请问可以选用何种传感器？并说明工作原理。
光电传感器

四. 画图分析题（直接答在试卷上，共 10 分）

1. (1) 请在图 4-1 和图 4-2 中画出下面这个 LabVIEW 程序输出的波形。其中输入信号为正弦信号，频率为 5Hz，采样频率为 100Hz，采样点数为 40，信号幅值为 1，初始相位为 0。（6 分）
(2) 如果输入信号频率为 4Hz，其他参数不变，FFT 变换能否输出该信号谱线，为什么？（4 分）

（此题请直接答在试卷上）

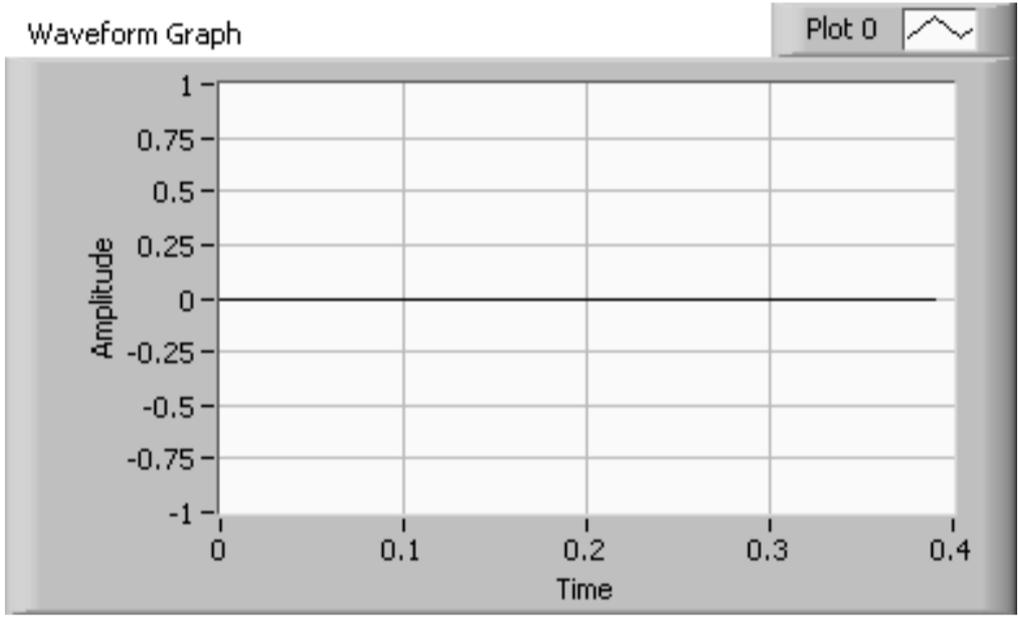
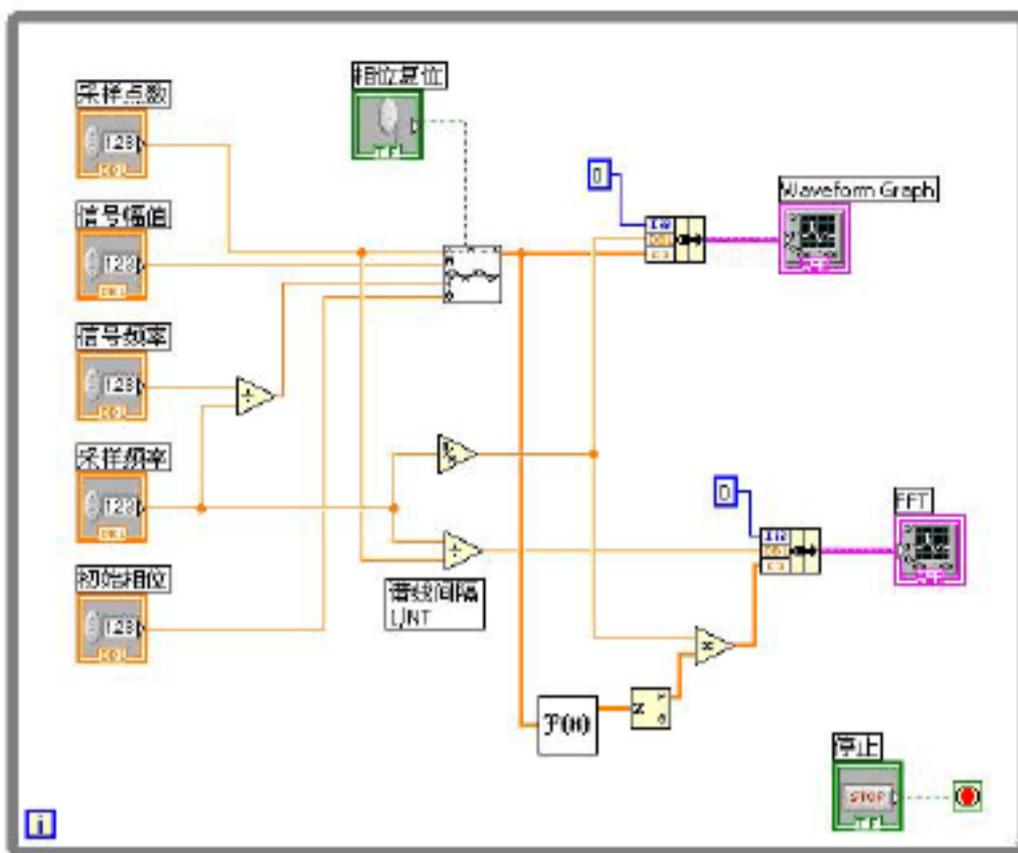


图 4-1

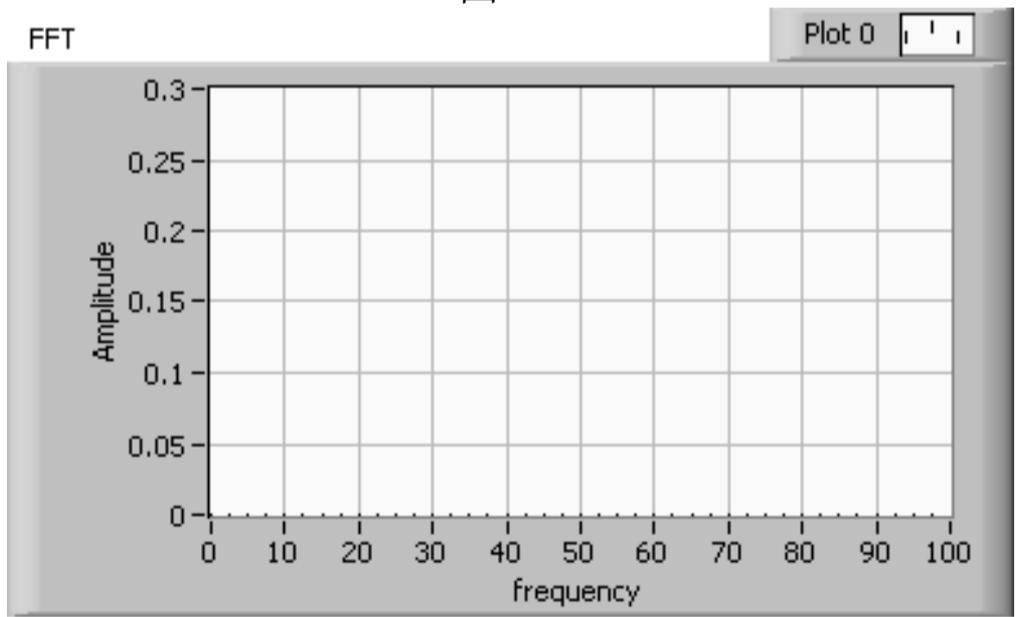


图 4-2

西安交通大学考试题

五. 计算题 (共 20 分)

- 用悬臂梁测力, 4 片应变片的标称阻值为 120 欧姆, 应变片灵敏度系数 $K=2$,
 (1) 全桥测量如何贴片和组桥 (用图说明)? (2 分)
 (2) 如果悬臂梁应变为 0.01, 电桥电压 $E=30$ 伏, 全桥输出电压 U 是多少? (3 分)

$$U=K \cdot \epsilon \cdot R/R$$

- 进行某次动态压力测量时, 所采用的压电式力传感器的灵敏度为 90.9 nC/Mpa , 将它与增益为 0.005 V/nC 的电荷放大器相连, 而电荷放大器的输出接到一台笔式记录仪上, 记录仪的灵敏度为 20 mm/V 。试计算这个测量系统的总灵敏度。又当压力变化为 3.5 Mpa 时, 记录笔在记录纸上的偏移量是多少? (4 分)

$$\text{总灵敏度} = 90.9 \times 0.005 \times 20 = 9.09 \text{ mm/Mpa}$$

$$\text{偏移量} = 3.5 \times 90.9 \times 0.005 \times 20 = 31.815 \text{ mm}$$

- 某霍尔元件 $l \times b \times d = 10 \times 3.5 \times 1 \text{ mm}^3$, 沿 l 方向通以电流 $I = 1.0 \text{ mA}$ 。在垂直于 lb 方向施加均匀磁场 $B = 0.3 \text{ T}$, 传感器的灵敏度系数为 22 V/AT , 试求其输出霍尔电压。(2 分)
- 现有 0.5 级 $0 \sim 300^\circ\text{C}$ 和 1.0 级 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 的两个温度计, 要测量 80°C 的温度, 请问采用哪一个温度计好? 为什么? (2 分)
 $0.5 \times 300 / 100 = 1.5$
 $1.0 \times 100 / 100 = 1.0$
 用第二个

- 对某种样品进行 8 次检测采样, 测得长度值为 X_i , 如表 1 所示。在置信概率为 0.99 时, 试用格罗贝斯准则判断有无粗大误差。 g_n , 数值表如表 2 所示。(7 分)

表 1: 测量结果

i/次	1	2	3	4	5	6	7	8
X_i	13.6	13.8	13.8	13.4	12.5	13.9	13.5	13.6

表 2: g_n , 数值表

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.01	1.16	1.49	1.75	1.91	2.10	2.22	2.32	2.41	2.48	2.55	2.61
0.05	1.15	1.46	1.67	1.82	1.94	2.03	2.11	2.18	2.23	2.29	2.33

一. 填空（填在试卷上，共 25 分，每空 1 分）

--	--

14. 测量系统的动态特性是 输入量和输出量随时间迅速变化
时，输出与输入之间的关系。

15. 压阻效应是指半导体材料在受到外力作用时，电阻率变化的现象。

16. 测量误差按性质分为系统误差、随机误差和粗大误差。

17. 在光线作用下，能使物体产生一定方向的电动势的现象称为光生伏特效应；
在光照作用下，物体导电性能发生改变的现象称为内光电效应。

18. 在图像处理中有两种常见的颜色模型，分别是RGB和CMYK。

19. 标准通用接口型测试系统采用的标准总线有IEEE 488、IEEE 1394、USB和
RS-485等。

20. 常用的温度传感器有热电阻和热电偶。

21. 一阶测量系统的动态特性参数 τ 称为时间常数，在幅频特性曲线中称 $1/\tau$ 为
转折频率或截止角频率；二阶测量系统的动态特性参数 ω_0 称为固有频率， ζ 称
为阻尼比，当 $0 \leq \zeta < 0.707$ 时，二阶系统幅频特性曲线存在谐振频率。

22. 光栅的位移放大作用可以用栅距 W 、主光栅和指示光栅夹角 θ 以及莫尔条纹间距 B 表

示为 $\frac{B}{W} \frac{1}{\sin \theta}$ 。

23. 外光电效应中，光电子逸出物体表面的必要条件是 光子能量大于材料逸出功。

24. 请列举 2 个压电传感器可以测量的物理量：压力、位移。

25. 高频反射式电涡流传感器可用来测量 位移，低频透射式电涡流传感器可用来测量 材料厚度。

二. 选择题（共 10 分，每题 1 分）

1. 如果一个信号的频谱是离散的，则该信号的频率成份是 A。
A. 有限的 B. 无限的 C. 有限的或无限的
2. 概率密度函数是 C 域上来描述随机信号的。
A. 时间 B. 空间 C. 幅值 D. 频率
3. 幅值解调过程中，相敏检波器的作用是 A。
A. 判断极性和提取已调波的幅值信息 B. 判断极性和恢复载波幅值
C. 放大已调波 D. 恢复调制信号的幅值
4. 压电式传感器使用 B 放大器时，输出电压几乎不受联接电缆长度变化的影响。
A. 调制放大器 B. 电荷放大器 C. 电压放大器
5. 变间距式电容传感器适用于测量微小位移是因为 B。
A. 电容量微弱、灵敏度太低
B. 传感器灵敏度与间距平方成反比，间距变化大则非线性误差大
C. 需要做非接触测量
6. 下列传感器中，能量控制型传感器是 B 和 C。
A. 光电式 B. 应变片 C. 电容式 D. 压电式
7. 在工程测量中，为了方便热电偶电极选配，常将 C 作为标准电极。
A. 纯金 B. 纯银 C. 纯铂 D. 纯铜

西安交通大学考试题

8. 某些晶体材料（如铁电晶体）具有自发极化现象，因温度变化引起自发极化强度变化的现象被称为 A 效应。
A. 热释电 B. 光电 C. 热电 D. 压电
9. 下列描述中， D 不是光纤传感器的特点。
A. 灵敏度高，精度高； B. 抗电磁干扰能力强、电绝缘、耐腐蚀、本质安全；
C. 频带宽，动态测量范围大；D. 接触测量，使用简便等。
10. 在图像检测技术中，在预知区域形状的条件下，利用图像全局特征，将不连续的边缘像素点连接起来得到边界曲线的方法称为 。
A. 哈夫变换 B. 模板运算 C. 膨胀运算 D. 腐蚀运算

三. 简答题（共 35 分，每题 5 分）

1. 检测系统的基本任务是什么？
2. 为什么电感式传感器一般都采用差动形式？
不用差动式，在没有变化时依然有电压输出，并且非线性度大，灵敏度小
3. 为什么不能用压电传感器测量变化比较缓慢的信号？

压电式传感器只有在负载阻抗无穷大、内部也无漏电时，受力后产生的电压（电荷）才能长期保存下来，否则电路将以某时间常数按指数规律放电。这对于测量缓变信号极为不利，必将造成测量误差。（而在动态测量时，电荷量可以不断得到补充，）因此压电式传感器适于动态测量，而不能用来测量变化比较缓慢的信号。

4. 什么是霍尔效应？为什么半导体材料适合于作霍尔元件？
金属、N 型半导体
5. 简述热电偶产生热电势的条件是什么？
两电极材料不同、温度不同
6. 简述虚拟仪器原理、组成和特点。
7. 某饮料生产厂要改进设备，在生产线上加装产品自动计数装置（产品以 500 毫升塑料瓶装橙汁为例），请问可以选用何种传感器？并说明工作原理。

四. 画图分析题（直接答在试卷上，共 10 分）

1. CCD 作为摄像光敏器件时，其信号电荷由光注入产生。器件受光照射时，光被半导体吸收，产生电子—空穴对，在外加电压作用下，少数载流子被收集到较深的势阱中。为了将势阱中的电荷转移并输出，每个光敏单元一般包括 3 个相邻的电极，请根据电荷转移情况在图 4-1 中画出加在 3 个电极上的脉冲电压波形，并在图 4-2 中画出脉冲电压与电极的连接方法。（10 分）

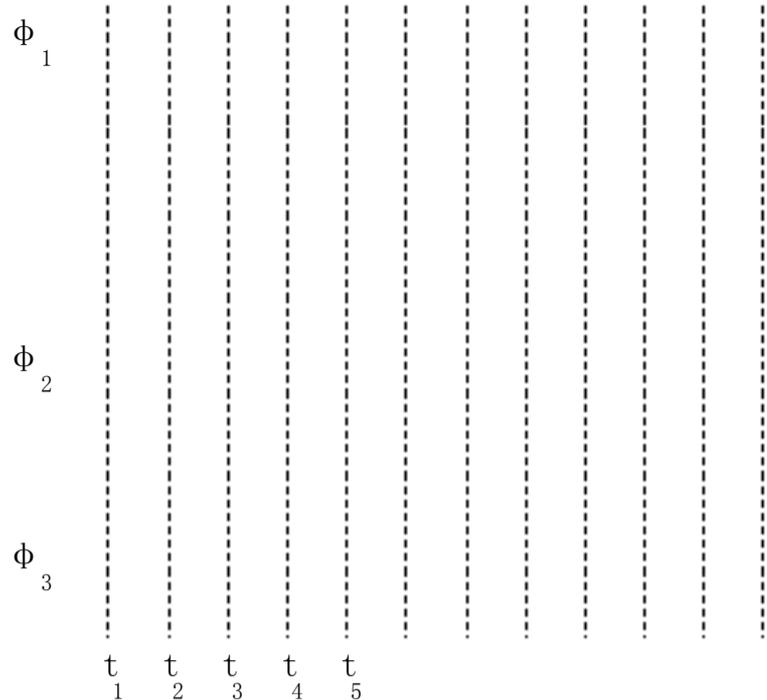


图 4-1

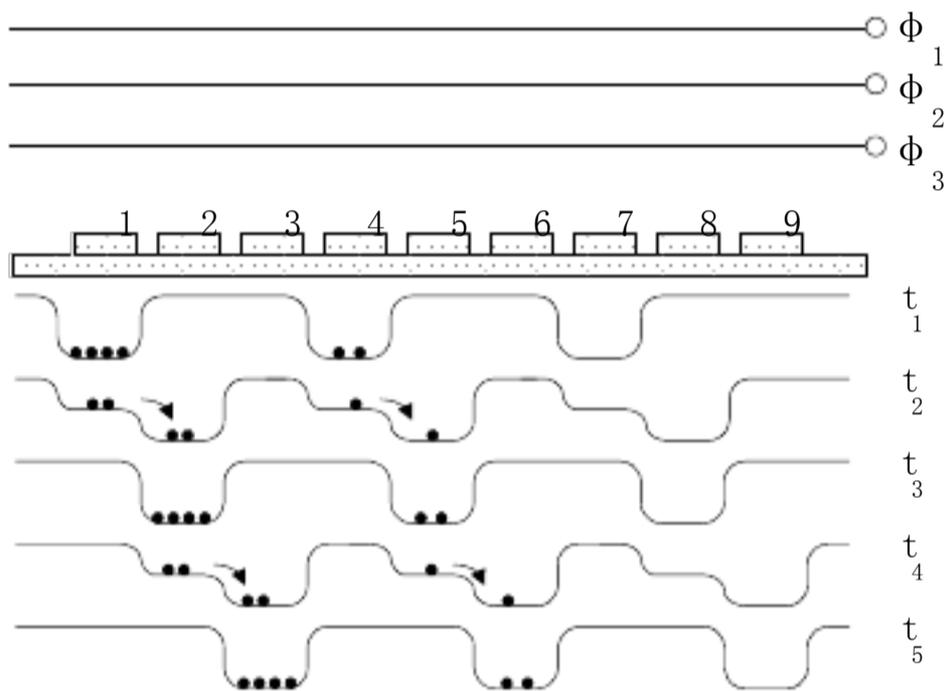


图 4-2

五. 计算题 (共 20 分)

1. 进行某次动态压力测量时，所采用的压电式力传感器的灵敏度为 90.9nC/Mpa ，将它与增益为 0.005V/nC 的电荷放大器相连，而电荷放大器的输出接到一台笔式记录仪上，记录仪的灵敏度为 20mm/V 。试计算这个测量系统的总灵敏度 S 。又当压力变化为 3.5Mpa 时，记录笔在记录纸上的偏移量 x 是多少？ (4 分)

西安交通大学考试题

2. 有一悬臂梁，在其中部上、下两面各贴两片应变片，组成全桥，如图 5-1 所示。
- 1) 请给出由这四个电阻构成全桥电路的示意图。(2分)
 - 2) 若该梁悬臂端受一向下力 $F = 1\text{N}$ ，长 $L = 0.25\text{m}$ ，宽 $W = 0.06\text{m}$ ，厚 $t = 0.003\text{m}$ ， $E = 70 \times 10^9\text{Pa}$ ， $x = 0.5L$ ，应变片灵敏度系数 $S = 2.1$ ，应变片空载电阻 $R_0 = 120 \Omega$ ；试求此时这四个应变片的电阻值（注： $\epsilon_x = \frac{6L}{WEt^2} F$ ）。(2分)
 - 3) 若电源电压 $U_i = 3\text{V}$ ，求测量电桥的非平衡输出电压 U_0 。(1分)

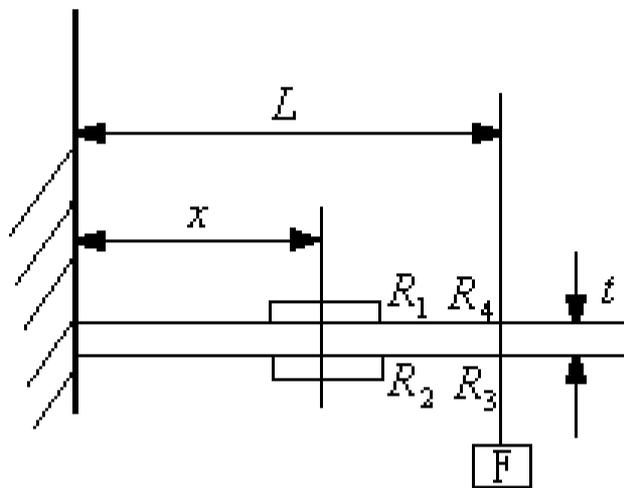


图 5-1

3. 表 1 为某热电偶的分度表，测量电路如图 5-2 所示，数字电压表的读数为 4.10mV ，热电偶与电压表用补偿导线连接，请问被测温度 T_x 是多少，给出计算过程。(4分)
- 表 1:

温度/ $^{\circ}\text{C}$	20	30	40	50	80	90	100	110	120	130	140
热电势/ mV	0.80	1.20	1.60	2.02	3.26	3.38	4.10	4.51	4.90	5.30	5.73

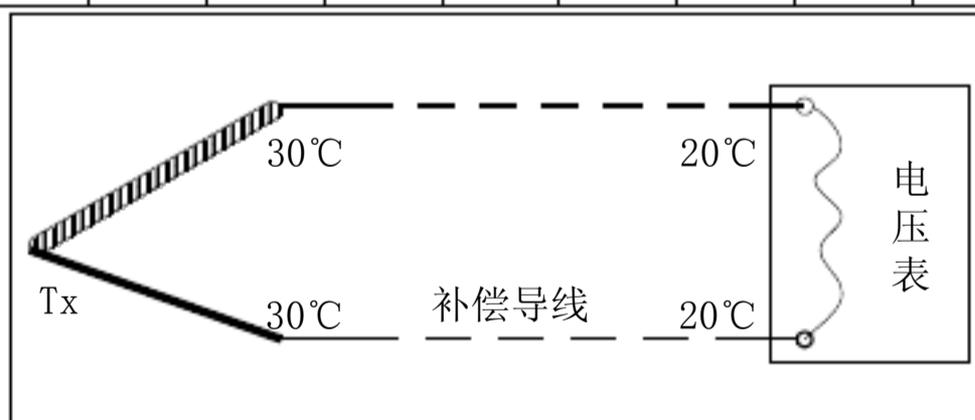


图5-2

$$E(T_x, 20) = E(T_x, 0) - E(20, 0) = x - 0.8 = 4.1$$

$$x = 4.9 \quad 120^{\circ}\text{C}$$

西安交通大学考试题

成绩

课 程 现代检测技术

学 院 电信学院 考试日期 2008 年 11 月 28 日

专业班号 _____

姓 名 _____ 学 号 _____ 期中 期末

一、名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1. 测试系统的灵敏度：传感器输出变化量与输入变化量之比
2. 压电效应：
3. 热电偶冷端补偿
4. 电阻应变效应：金属导体在外力作用下发生机械形变时，其电阻值随着所受机械变形的变化而发生变化
5. 虚拟仪器

二、填空（每空 1 分，共 30 分）

1. 一阶系统的时间常数 τ 表征系统的 输出随输入变化快慢的动态 特性，一阶系统的截止频率表示为 $1/\tau$ ；二阶系统的动态参数是阻尼比 ζ 和 固有频率，通常 $\zeta =$ 0.7 时，响应速度快，动态误差小，系统的输出能够以较快的速度达到给定的误差范围。
2. 线性度是指 系统输入输出特性与拟合直线的不一致程度，也称非线性误差，常用的直线拟合方法有理论拟合、最小二乘拟合 和 端点连线拟合 等。
3. 常用的应变片有 金属电阻应变片 与 半导体应变片 两大类，其中灵敏度较高的是 半导体应变片，线性度较好的是 金属电阻应变片。
4. 为了加强居民小区的安全，可以在小区围墙上加装 红外 传感器进行昼夜监控。
5. 可以进行转速测量的传感器包括 电涡流、光电 和 电感；可以进行金属工件厚度测量的传感器包括 超声波、电感 和 电容。

6. 在图像测量中，为了确定工件的角点，常采用_____方法，它的原理是_____。
7. 光电管、光电倍增管是利用_____外光电_____效应工作的，光电池是利用_____光生伏特_____效应工作的，光敏电阻是利用_____内光电_____效应工作的。
8. 极距变化型的电容式传感器常采用差动结构，目的是_____增大线性区域_____以及_____提高灵敏度_____。
9. 为利用电桥的和差特性，提高系统的灵敏度，应使_____相对_____桥臂上电阻应变极性相同，相邻_____桥臂上电阻应变极性相反。
10. GPS卫星导航系统由3部分组成，分别是_____、_____和_____。

三、简答（每题5分，共25分）

1. 基本型现代检测系统包括哪些环节？

2. 什么是霍尔效应？为什么半导体材料适合于作霍尔元件？

置于磁场中的载流导体，当它的电流方向与磁场方向不一致时，载流导体上平行电流和磁场方向上的两个面之间产生电动势，这种现象称为霍尔效应

3. 请从CCD的原理解释图像亮度与曝光时间的关系。

4. 如果对1mm左右的微位移量进行检测，请问可以选用什么传感器？列举2种方案，并解释其工作原理。

电容式传感器、电感式传感器

5. 探底雷达可以完成哪些检测任务？在对混凝土构件进行探测时与超声波传感器有何异同？

四、计算题（共20分）

1. 有一悬臂梁，在其中部上、下两面各贴两片应变片，组成全桥，如题图1所示。

1) 请给出由这四个电阻构成全桥电路的示意图。（3分）

2) 若该梁悬臂端受一向下力 $F = 1\text{N}$ ，长 $L = 0.25\text{m}$ ，宽 $W = 0.06\text{m}$ ，厚 $t = 0.003\text{m}$ ， $E = 70 \times 10^9\text{Pa}$ ， $x = 0.5L$ ，应变片灵敏度系数 $S = 2.1$ ，应变片空载电阻 $R_0 = 120 \Omega$ ；

西安交通大学考试题

试求此时这四个应变片的电阻值（注： $\epsilon_x = \frac{6 L x}{WEt^2} F$ ）。（3分）

3) 若电源电压 $U_i = 3V$ ，求测量电桥的非平衡输出电压 U_0 。（2分）

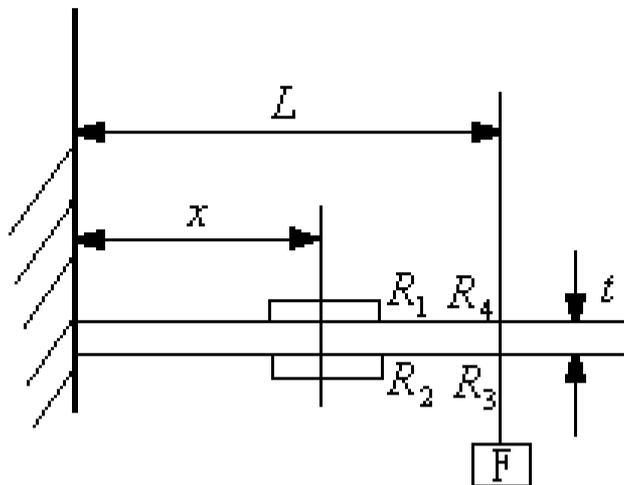


图 1

2. 用加速度计和电荷放大器测量振动，若传感器的灵敏度为 $7pC/g$ ，电荷放大器的灵敏度为 $100mV/pC$ ，试确定输入 $3g$ 加速度时系统的输出电压。（3分）

3. 某磁电式传感器可作为二阶系统处理，已知系统的阻尼比为 0.65 ，固有频率为 $200Hz$ ，当要求测量幅值误差在 10% 以内，请问该系统可以测量的信号频率范围是多少？（5分）

$$|(A(\omega) - K) / K| < 0.1$$

4. 表 1 为 E 型热电偶的分度表，测量电路如图 2 所示，数字电压表的读数为 $1.54mV$ ，热电偶与电压表用补偿导线连接，请问被测温度 T_x 是多少，给出计算过程。（4分）

表 1 E 型热电偶分度表（分度号：E，单位：mV）

温度 (°C)	热电动势 (mV)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.059	0.118	0.176	0.235	0.295	0.354	0.413	0.472	0.532
10	0.591	0.651	0.711	0.770	0.830	0.890	0.950	1.011	1.071	1.131
20	1.192	1.252	1.313	1.373	1.434	1.495	1.556	1.617	1.678	1.739
30	1.801	1.862	1.924	1.985	2.047	2.109	2.171	2.233	2.295	2.357
40	2.419	2.482	2.544	2.607	2.669	2.732	2.795	2.858	2.921	2.984

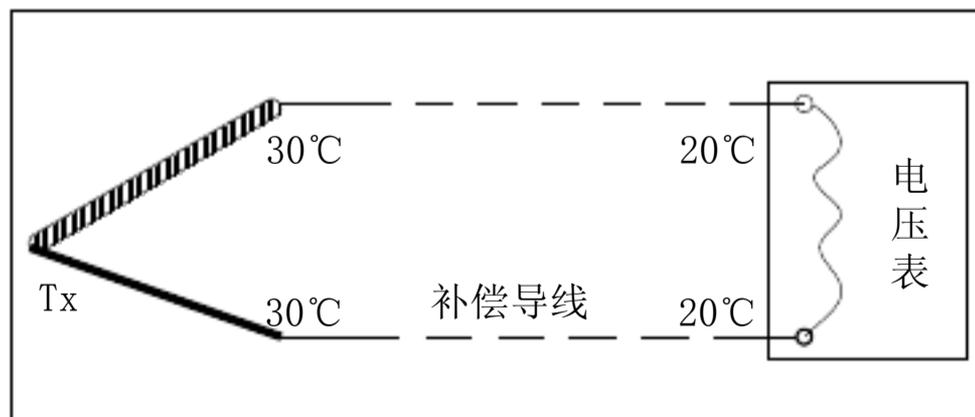


图 2

$$E(T_x, 20) = E(T_x, 0) - E(20, 0)$$

$$E(T_x, 0) = E(T_x, 20) + E(20, 0) = 1.54 + 1.192 = 2.732$$

45°C

五、综合分析（15分）

在电子秤实验中，砝码质量与直流全桥电路的输出电压如表2所示，假设数据中不含系统误差与粗大误差，输入量满量程为200g，试分析该系统的下列静态特性：零位、输出满量程、线性度、灵敏度、重复性误差。

表2：电子秤实验数据

电压 (V)	砝码 (g)									
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
第1组	0.021	0.039	0.058	0.079	0.097	0.117	0.137	0.157	0.177	0.197
第2组	0.019	0.039	0.059	0.079	0.099	0.119	0.139	0.159	0.179	0.199
第3组	0.034	0.052	0.071	0.090	0.108	0.126	0.145	0.163	0.182	0.200

注：直线拟合用端点连线拟合法。

西安交通大学考试题

成绩

课程 现代检测技术

学院 电信学院 考试日期 2008 年 11 月 28 日

专业班号 _____

姓名 _____ 学号 _____ 期中 期末

一、名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1. 测试系统的线性度：系统标准输入输出特性与拟合直线的不一致程度
2. 霍尔效应：载流导体在磁场中，当电流与磁场方向不一致时，平行于电流方向和磁场方向的面上产生电势的现象
3. 热电偶传感器：两种不同的金属接成闭合电路，当两个节点处于不同温度时产生与两点温差有关的电动势。利用这种温差电效应工作的温度传感器
4. 莫尔条纹：
5. 虚拟仪器

二、填空（每空 1 分，共 30 分）

1. 一阶系统的时间常数 τ 表征系统的 输出随输入变化快慢的动态 特性，一阶系统的截止频率表示为 $1/\tau$ ；二阶系统的动态参数是阻尼比 ζ 和 固有频率，通常 $\zeta =$ 0.7 时，响应速度快，动态误差小，系统的输出能够以较快的速度达到给定的误差范围。
2. 重复性是指 同向行程差，迟滞是指 正返程差。
3. 常用的电阻型温度传感器有 热电阻 与 热敏电阻，其中 热电阻 具有正温度系数，热敏电阻 具有负温度系数。
4. 为了加强居民小区的安全，可以在小区围墙上加装 红外图像 传感器进行昼夜监控。
5. 可以进行流量测量的传感器包括 磁电式传感器 和 超声波传感器；
可以进行金属工件探伤测量的传感器包括 超声波 和 雷达探测器。

6. 在图像测量中，为了确定工件的角点，常采用_____方法，它的原理是_____
_____；为
了确定工件上的圆孔和圆弧，常采用_____方法。
7. _____光电管_____是利用外光电效应工作的，_____光电池_____是利用光生伏特效应工作的，
光敏三极管是利用内光电效应工作的。
8. _____变极距_____型的电容式传感器常采用差动结构，目的_____增大线性测量范围_____以及_____提高灵敏度_____。
9. 为利用电桥的和差特性，提高系统的灵敏度，应使_____相对_____桥臂上电阻应变极性相同，
相邻_____桥臂上电阻应变极性相反。
10. GPS卫星导航系统由3部分组成，分别是_____、_____和
_____；我国自主研发的卫星导航系统称为_____。

三、简答（每题5分，共25分）

1. 标准型现代检测系统包括哪些形式
2. 什么是压电效应？为什么压电传感器不适合静态参数测量？
某些电介质在沿一定的方向受到外力的作用变形时，由于内部电极化现象同时在两个表面上产生符号相反的电荷，当外力去掉后，恢复到不带电的状态；而当作用力方向改变时，电荷的极性随着改变。晶体受力所产生的电荷量与外力的大小成正比。这种现象称为正压电效应。反之，如对晶体施加一定变电场，晶体本身将产生机械变形，外电场撤离，变形也随之消失，称为逆压电效应。压电式传感器只有在负载阻抗无穷大、内部也无漏电时，受力后产生的电压（电荷）才能长期保存下来，否则电路将以某时间常数按指数规律放电。这对于测量缓变信号极为不利，必将造成测量误差。（而在动态测量时，电荷量可以不断得到补充，）因此压电式传感器适于动态测量，而不能用来测量变化比较缓慢的信号。
3. 请从CCD的原理解释图像亮度与曝光时间的关系。
4. 如果对10N左右的压力进行检测，请问可以选用什么传感器？列举2种方案，并解释其工作原理。
电容式、电感式
5. 探底雷达可以完成哪些检测任务？与超声波无损探测有何异同？

四、计算题（共20分）

1. 想用一阶系统测量100Hz的正弦信号，如要求限制振幅误差在5%以内，则时间常数应取

多少？若用该系统测试 50Hz 的正弦信号，问此时的振幅误差和相角差是多少？（5 分）

2. 采用 4 片相同的金属丝应变片（灵敏度 $S=2$ ），将其贴在实心圆柱形测力弹性元件上。如图 1 所示，受力 $F=1000\text{N}$ 。圆柱截面半径 $r=1\text{cm}$ ，杨氏模量 $E=2\times 10^7\text{N}/\text{CM}^2$ ，泊松比 $\mu=0.3$ 。求：

(1) 画出应变片在圆柱上的粘贴位置及相应的测量桥路原理图；（3分）

西安交通大学考试题

(2) 各应变片的电阻相对变化量 $\Delta R/R$? (3分)

(3) 若供桥电压 $U = 6V$ ，求桥路输出电压 $U_0 = ?$ (2分)

注：柱式弹性敏感元件的纵向应变为 $\epsilon_x = \frac{F}{AE}$ ，横向应变为 $\epsilon_y = -\nu \epsilon_x$ ， A 为横截面积。

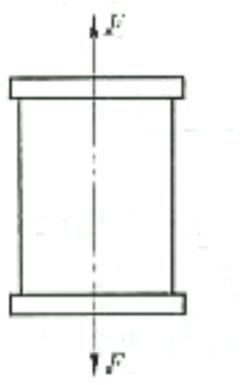


图 1

3. 进行某次动态压力测量时，所采用的压电式力传感器的灵敏度为 $90.9 nC/Mpa$ ，将它与增益为 $0.005V/nC$ 的电荷放大器相连，而电荷放大器的输出接到一台笔式记录仪上，记录仪的灵敏度为 $20mm/V$ 。试计算这个测量系统的总灵敏度 S 。又当压力变化为 $3.5Mpa$ 时，记录笔在记录纸上的偏移量 x 是多少？ (3分)

4. 表 1 为 E 型热电偶的分度表，测量电路如图 2 所示，数字电压表的读数为 $1.58mV$ ，热电偶与电压表用补偿导线连接，请问被测温度 T_x 是多少，给出计算过程。(4分)

表 1 E 型热电偶分度表 (分度号: E, 单位: mV)

温度 (°C)	热电动势 (mV)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.059	0.118	0.176	0.235	0.295	0.354	0.413	0.472	0.532
10	0.591	0.651	0.711	0.770	0.830	0.890	0.950	1.011	1.071	1.131
20	1.192	1.252	1.313	1.373	1.434	1.495	1.556	1.617	1.678	1.739
30	1.801	1.862	1.924	1.985	2.047	2.109	2.171	2.233	2.295	2.357
40	2.419	2.482	2.544	2.607	2.669	2.732	2.795	2.858	2.921	2.984

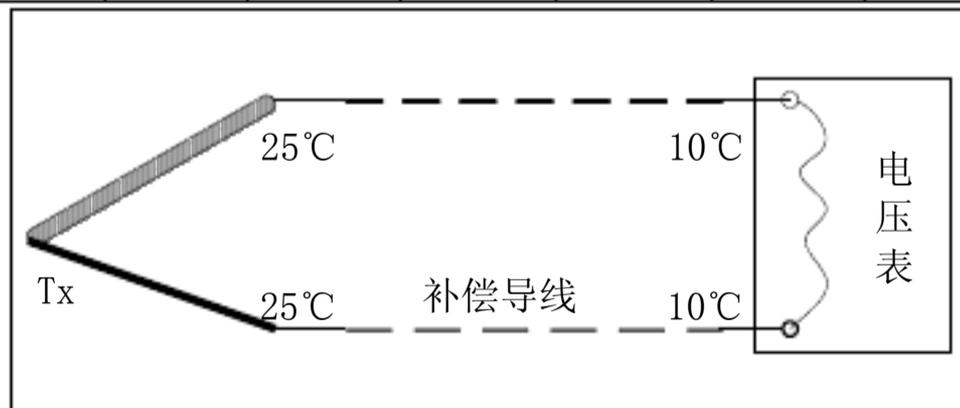


图 2

五、综合分析（15分）

在电子秤实验中，砝码质量与直流全桥电路的输出电压如表 2 所示，假设数据中不含系统误差与粗大误差，输入量满量程为 200g，试分析该系统的下列静态特性：零位、输出满量程、线性度、灵敏度、重复性误差。

表 2：电子秤实验数据

电压 (V)	砝码 (g)									
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
第 1 组	0.021	0.039	0.058	0.079	0.097	0.117	0.137	0.157	0.177	0.197
第 2 组	0.019	0.039	0.059	0.079	0.099	0.119	0.139	0.159	0.179	0.199
第 3 组	0.034	0.052	0.071	0.090	0.108	0.126	0.145	0.163	0.182	0.200

注：直线拟合用端点连线拟合法。

西安交通大学考试题

成绩

课程 现代检测技术

学院 电信学院

考试日期 2009 年 12 月 22 日

专业班号 _____

姓名 _____ 学号 _____ 期中 期末

题号	一	二	三	四
得分				

一、填空（每空 1 分，共 20 分，此题答在试卷上）

1. 在电桥电路的连接方式中，全桥 具有最高的灵敏度，其灵敏度为半臂单桥的 4 倍。
2. 由测量仪器本身结构或原理引起的误差称为 系统 误差。
3. 多次测量求平均值可以减小 随机 误差，但是当测量次数增加到一定值后，误差就趋于稳定，这个测量次数可以根据 谢波尔德 公式来确定。
4. 半导体应变片主要是利用半导体材料的 电阻率 参数会随着应力的变化而变化，从而导致自身阻值发生改变。
5. 压电材料按一定方向放置在交变电场中，其几何尺寸将随之发生变化，这称之为 逆压电 效应。
6. 光栅传感器的辨向电路有 2 路输入信号，这两个信号相位相差 90°。
7. 在 GPS 卫星定位系统中，地面接收机通过 _____ 测量或 _____ 测量进行定位，地面接收机至少要接收 _____ 颗卫星信号才能准确计算出自身的三维坐标。
8. 热电偶产生热电势有两个条件，一是 电极材料不同，二是 温度不同。制定热电偶分度表的理论基础是 中间温度 定律，其冷端温度是 0°C。

9. 常见数字式传感器包括旋转编码器、和。
10. 在光源照明技术中，使用偏振光可以消除_____影响；物距 WD 、放大倍数 PMAG 和镜头焦距 f 的关系是_____。

二、简答（每题 6 分，共 36 分）

1. 请简述可见光、红外光、微波、超声波这几个概念的区别与联系？
2. 在视觉检测系统中，如果生产线上的被测物尺寸较大(如宽度>0.5m)，常采用线阵 CCD 传感器采集图像，而不用面阵 CCD ，请简单说明原因。
3. 探地雷达和超声波传感器都可以进行无损探测，在探测地下埋藏物时，请问它们的检测结果一样么？为什么？
检测结果不一样，超声波对介质密度变化敏感，电磁波（探地雷达）对钢筋等材料敏感。
4. 什么是光电池的频率特性？什么是光电池的光谱特性？
频率特性指入射光强按照一定频率变化时，光电池灵敏度变化情况；光谱特性指入射光频率（波长）变化时，光电池灵敏度变化情况；
5. 谈谈你对虚拟仪器的理解，虚拟仪器的发展趋势如何？
6. 检测技术是实现各种自动控制系统的前提与关键环节，请列举 6 种日常生活中的检测实例，并分别说明用什么传感器可以实现。

三、电路分析题（共 14 分）

1. 互感型传感器的工作原理是利用电磁感应中的互感现象，将被测量(位移)转换成感应电势的变化。为检测位移的大小和方向，常采用全波差动整流电路，如图 1 所示。当铁芯在零位以上时，请画出对应的 u_{ab} 、 u_{cd} 和 u_0 波形示意图。（6 分，此题答在试卷上）

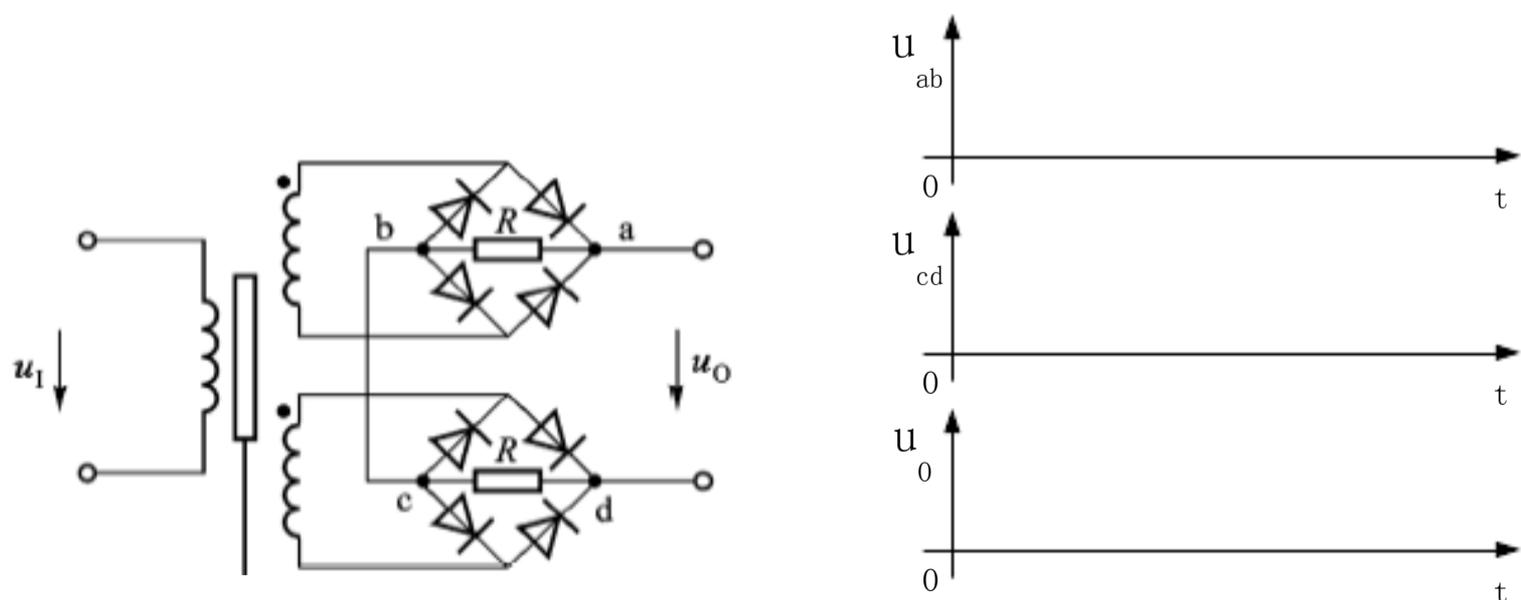


图 1

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/197102112005010003>