

赛题任务书

任务书 1 简易数字频率计(1997 年 B 题)

一、任务

设计并制作一台数字显示的简易频率计。

二、要求

1. 基本要求

(1) 频率测量

a. 测量范围信号：方波、正弦波；

幅度 $0.5 \sim 5 \text{ V}$ ；^[注]

频率： $1 \text{ Hz} \sim 1 \text{ MHz}$

b. 测试误差 $\leq 0.1\%$ 。

(2) 周期测量

a. 测量范围信号：方波、正弦波；

幅度 $0.5 \sim 5 \text{ V}$ ；^[注]

频率： $1 \text{ Hz} \sim 1 \text{ MHz}$

b. 测试误差 $\leq 0.1\%$

(3) 脉冲宽度测量

a. 测量范围信号：脉冲波；

幅度 $0.5 \sim 5 \text{ V}$ ；^[注]

脉冲宽度 $\geq 100 \mu\text{s}$ 。

b. 测试误差 $\leq 0.1\%$ 。

(4) 显示器十进制数字显示，显示刷新时间 $1 \sim 10 \text{ s}$ 连续可调，对上述三种测量功能分别采用不同颜色的发光二极管指示

(5) 具有自校功能，时标信号频率为 1 MHz 。

(6) 自行设计并制作满足本设计任务要求的稳压电源。

2. 发挥部分

(1) 扩展频率测量范围为 $0.1 \text{ Hz} \sim 10 \text{ MHz}$ (信号幅度： $0.5 \sim 5 \text{ V}$ ^[注])，测试误差降低为 0.01% (最大闸门时间 $\leq 10 \text{ s}$)

(2) 测量并显示周期脉冲信号 (幅度 $0.5 \sim 5 \text{ V}$ ^[注] 频率 $1 \text{ Hz} \sim 1 \text{ kHz}$) 的占空比,占空比变化范围为 $10\% \sim 90\%$,测试误差 $\leq 1\%$

(3) 在 $1 \text{ Hz} \sim 1 \text{ MHz}$ 范围内及测试误差 $\leq 0.1\%$ 的条件下，进行小信号的频率测量，提出并实现抗干扰的措施。

三、评分意见

	项 目	满 分
基本要求	设计与总结报告:方案设计 with 论证,理论分析与计算,电路图,测试方法与数据,对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	10
	完成第(2)项	10
	完成第(3)项	20
	特色与创新	10

四、说明

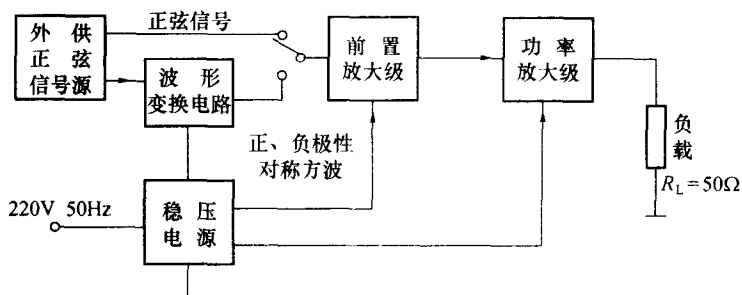
- (1) 不能采用频率计专用模块。
- (2) 在设计报告前附一份 400 字以内的报告摘要

(注:该幅值应理解为对正弦波是有效值,对方波、脉冲波是峰-峰值——编者)

任务书 2 实用低频功率放大器(1995 年题一)

一、任务

设计并制作具有弱信号放大能力的低频功率放大器。其原理示意图如下：



二、要求

1. 基本要求

在正弦信号输入电压幅度为 $5 \sim 700 \text{ mV}$ 等效负载 $R_L = 8 \Omega$ 条件下，放大器应满足：

- (1) 额定输出功率 $P_{OR} \geq 10 \text{ W}$ ；
- (2) 带宽 $BW \geq 50 \sim 10\,000 \text{ Hz}$ ；
- (3) 在 P_{OR} 下和 BW 内非线性失真系数 $\gamma \leq 3\%$ ；
- (4) 在 P_{OR} 下效率 $\eta \geq 55\%$ ；
- (5) 在前置放大级输入端交流短接时， R_L 上的交流声功率 $\leq 10 \text{ mW}$ 。

放大器的供电稳压电源设计制作，也是本题目设计制作的内容。

2. 发挥部分

(1) 放大器的时间响应

方波产生：由外供正弦信号经变换电路产生正、负极性的对称方波：频率为 $1\,000 \text{ Hz}$ ，上升和下降时间 $\leq 1 \mu\text{s}$ ，峰-峰值电压为 200 mV_{p-p}

在上述方波输入时，放大器在 $R_L = 8 \Omega$ 条件下，应满足：

- a. 额定输出功率 $P_{OR} \geq 10 \text{ W}$ ；
- b. 在 P_{OR} 下输出波形的上升和下降时间 $\leq 12 \mu\text{s}$ ；
- c. 在 P_{OR} 下输出波形顶部斜降 $\leq 2\%$ ；
- d. 在 P_{OR} 下输出波形过冲量 $\leq 5\%$ 。

(2) 放大器性能指标的提高和实用功能的扩展

例如提高效率、减小非线性失真等

三、评分意见

	项 目	得分
基本要求	设计与总结报告(包括方案论证、电路分析计算、测试数据等)	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	20
	完成第(2)项	10
	特色与创新	20

任务书3 直流稳定电源(1997年A题)

一、任务

设计并制作交流变换为直流的稳定电源。

二、要求

1. 基本要求

(1) 稳压电源在输入电压 220 V、50 Hz、电压变化范围 + 15% ~ - 15% 条件下：

- a. 输出电压可调范围：+ (9 ~ 12) V；
- b. 最大输出电流 1.5 A；
- c. 电压调整率 $\leq 0.2\%$ (输入电压 ~ 220 V, 变化范围 + 15% ~ - 20% 下, 满载)；
- d. 负载调整率 $\leq 1\%$ (最低输入电压下, 空载到满载)；
- e. 纹波电压 (峰 - 峰值) ≤ 5 mV (最低输入电压下, 满载)；
- f. 效率 $\geq 40\%$ (输出电压 + 9 V、输入电压 - 220 V 下, 满载)；
- g. 具有过流及短路保护功能。

(2) 稳流电源在输入电压固定为直流 + 12 V 的条件下：

- a. 输出电流 : 4 ~ 20 mA 可调；
- b. 负载调整率 $\leq 1\%$ (输入电压 + 12 V、负载电阻由 200 ~ 300 Ω 变化时, 输出电流为 20 mA 时的相对变化率)。

(3) DC - DC 变换器在输入电压为 + (9 ~ 12) V 条件下：

- a. 输出电压为 + 100 V, 输出电流为 10 mA；
- b. 电压调整率 $\leq 1\%$ (输入电压变化范围 + (9 ~ 12) V)；
- c. 负载调整率 $\leq 1\%$ (输入电压 + 12 V 下, 空载到满载)；
- d. 纹波电压 (峰 - 峰值) ≤ 100 mV (输入电压 + 9 V 下, 满载)。

2. 发挥部分

(1) 扩充功能

- a. 排除短路故障后, 自动恢复为正常状态；
- b. 过热保护；
- c. 防止开、关机时产生的“过冲”

(2) 提高稳压电源的技术指标

- a. 提高电压调整率和负载调整率；
- b. 扩大输出电压调节范围和提高最大输出电流值

(3) 改善 DC - DC 变换器性能

- a. 提高效率 (在 100 V、100 mA 下测试) ;
- b. 提高输出电压。

(4) 用数字显示输出电压和输出电流

三、评分意见

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告:方案设计与论证,理论分析与计算,电路图,测试方法与数据,对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
	完成第(1)项	9
发挥部分	完成第(2)项	15
	完成第(3)项	6
	完成第(4)项	10
	特色与创新	10

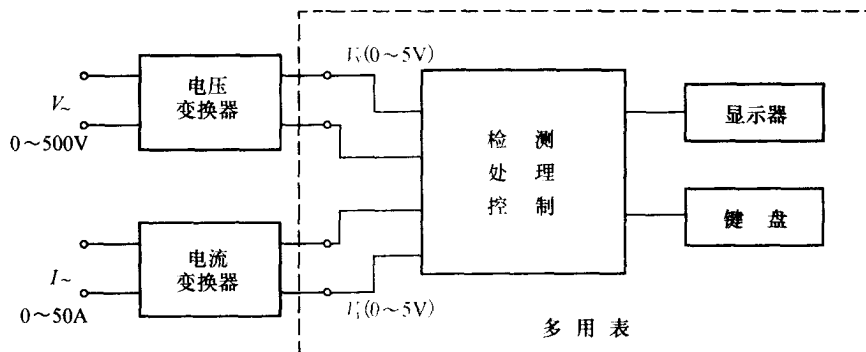
四、说明

- (1) 直流稳压电源部分不能采用 0.5 A 以上的集成稳压芯片。
- (2) 在设计报告前附一篇 400 字以内的报告摘要

任务书 4 数字式工频有效值多用表(1999 年 B 题)

一、任务

设计并制作一个能同时对一路工频交流电(频率波动范围为 $50\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$ 、有失真的正弦波)的电压有效值、电流有效值、有功功率、无功功率、功率因数进行测量的数字式多用表。其构成参见下图。



二、要求

1. 基本要求

(1) 测量功能及量程范围

- 交流电压: $0 \sim 500\text{ V}$;
- 交流电流 $0 \sim 50\text{ A}$;
- 有功功率: $0 \sim 25\text{ kW}$;
- 无功功率: $0 \sim 35\text{ kvar}$;
- 功率因数(有功功率/视在功率): $0 \sim 1$ 。

为便于本试题的设计与制作, 设定待测 $0 \sim 500\text{ V}$ 的交流电压、 $0 \sim 50\text{ A}$ 的交流电流均已相应的变换器转换为 $0 \sim 5\text{ V}$ 的交流电压。

(2) 准确度

- 显示为 $3\frac{4}{5}$ 位($0.000 \sim 4.999$), 有过量程指示;
- 交流电压和交流电流: $\pm(0.8\% \text{ 读数} + 5 \text{ 个字})$ 。例: 当被测电压为 300 V 时, 读数误差应小于 $\pm(0.8\% \times 300\text{ V} + 0.5\text{ V}) = \pm 2.9\text{ V}$;
- 有功功率和无功功率: $\pm(1.5\% \text{ 读数} + 8 \text{ 个字})$;
- 功率因数: ± 0.01

(3) 功能选择

用按键选择交流电压、交流电流、有功功率、无功功率和功率因数的测量与显示。

2. 发挥部分

(1) 用按键选择电压基波及总谐波的有效值测量与显示。

(2) 具有量程自动转换功能，当变换器输出的电压值小于 0.5 V 时，能自动提高分辨力达 0.01 V 。

(3) 用按键控制实现交流电压、交流电流、有功功率、无功功率在测试过程中的最大值和最小值测量。

(4) 其他(例如扩展功能、提高性能)。

三、评分意见

	项 目	满 分
基本要求	设计与总结报告:方案设计与论证,理论分析与计算,电路图,测试方法与数据,对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	14
	完成第(2)项	14
	完成第(3)项	10
	完成第(4)项	12

四、说明

(1) 调试时可用函数发生器输出的正弦信号电压作为一路交流电压信号；再经移相输出代表同一路的电流信号。

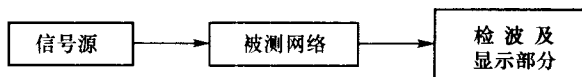
(2) 检查交流电压、交流电流有效值测量功能时，可采用函数发生器输出的对称方波信号。

(3) 电压基波、谐波的测试可用函数发生器输出的对称方波作为标准信号，测试结果应与理论值进行比较分析。

任务书 5 频率特性测试仪(1999 年 C 题)

一、任务

设计并制作一个频率特性测试系统包含测试信号源、被测网络、检波及显示部分。



二、要求

1. 基本要求

(1) 制作幅频特性测试仪

- 频率范围 100 Hz ~100 kHz;
- 频率步进 10 Hz;
- 频率稳定度 10^{-4} ;
- 测量精度 5%;
- 能在全频范围和特定频率范围内自动步进测量，可手动预置测量范围及步进频率值；

e. LED 显示，频率显示为 5 位，电压显示为 3 位，并能打印输出。

(2) 制作一被测网络

- 电路形式：阻容双 T 网络；
- 中心频率 5 kHz;
- 带宽 ± 50 Hz;
- 计算出网络的幅频和相频特性，并绘制相位曲线；
- 用所制作的幅频特性测试仪测试自制的被测网络的幅频特性。

2. 发挥部分

(1) 制作相频特性测试仪

- 频率范围 500 Hz ~10 kHz;
- 相位度数显示：相位值显示为 3 位 另以 1 位作符号显示；
- 测量精度 3° 。

(2) 用示波器显示幅频特性

(3) 在示波器上同时显示幅频和相频特性

(4) 其他

三、评分意见

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告:方案设计与论证,理论分析与计算 电路图,测试方法与数据,对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	20
	完成第(2)项	10
	完成第(3)项	10
	完成第(4)项	10

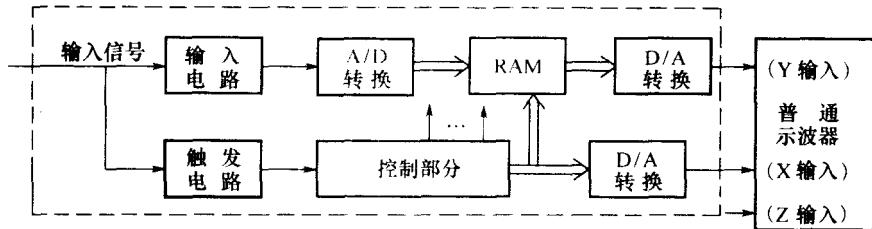
四、说明

发挥部分(2)、(3)均用所制作的频率特性测试仪,测试自制的被测网络的幅频特性和相频特性。

任务书 6 简易数字存储示波器(2001 年 B 题)

一、任务

设计并制作一台用普通示波器显示被测波形的简易数字存储示波器，示意图如下：



二、要求

1. 基本要求

(1) 要求仪器具有单次触发存储显示方式，即每按动一次“单次触发”键，仪器在满足触发条件时，能对被测周期信号或单次非周期信号进行一次采集与存储，然后连续显示。

(2) 要求仪器的输入阻抗大于 $100\text{ k}\Omega$ ，垂直分辨率为 32 级/div，水平分辨率为 20 点/div 设示波器水平刻度为 10 div,垂直刻度为 8 div。

(3) 要求设置 0.2 s/div 、 0.2 ms/div 、 $20\text{ }\mu\text{s/div}$ 挡扫描速度，仪器的频率范围为 DC ~ 50 kHz 误差 $\leq 5\%$ 。

(4) 要求设置 0.1 V/div 、 1 V/div 二挡垂直灵敏度，误差 $\leq 5\%$ 。

(5) 仪器的触发电路采用内触发方式，要求上升沿触发、触发电平可调。

(6) 观察波形无明显失真。

2. 发挥部分

(1) 增加连续触发存储显示方式，在这种方式下，仪器能连续对信号进行采集、存储并实时显示，且具有锁存（按“锁存”键即可存储当前波形）功能。

(2) 增加双踪示波功能，能同时显示两路被测信号波形。

(3) 增加水平移动扩展显示功能，要求存储深度增加 1 倍，并且能通过操作“移动”键显示被存储信号波形的任一部分

(4) 垂直灵敏度增加 0.01 V/div 挡，以提高仪器的垂直灵敏度，并尽力减小输入短路时的输出噪声电压。

(5) 其他。

三、评分标准

	项 目	得分
基本要求	设计与总结报告:方案比较、设计与论证、理论分析与计算、电路图及有关设计文件、测试方法与仪器、测试数据及测试结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	15
	完成第(2)项	8
	完成第(3)项	5
	完成第(4)项	10
	完成第(5)项	12

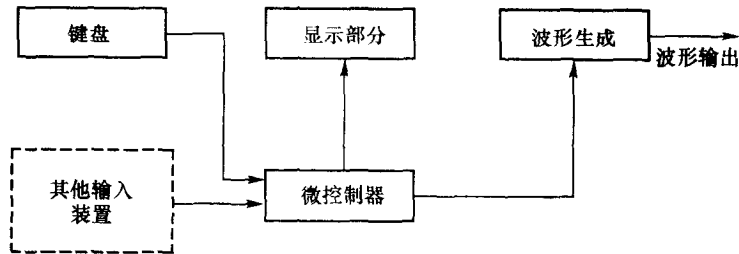
四、说明

测试过程中，不能对普通示波器进行操作和调整

任务书 7 波形发生器(2001 年 A 题)

一、任务

设计制作一个波形发生器，该波形发生器能产生正弦波、方波、三角波和由用户编辑的特定形状波形。示意图如下：



二、要求

1. 基本要求

- (1) 具有产生正弦波、方波、三角波三种周期性波形的功能。
- (2) 用键盘输入编辑生成上述三种波形（同周期）的线性组合波形，以及由基波及其谐波（5次以下）线性组合的波形。
- (3) 具有波形存储功能。
- (4) 输出波形的频率范围为 100 Hz ~ 20 kHz（非正弦波频率按 10 次谐波计算）重复频率可调，频率步进间隔 ≤ 100 Hz。
- (5) 输出波形幅度范围 0 ~ 5 V（峰 - 峰值），可按步进 0.1 V（峰 - 峰值）调整。
- (6) 具有显示输出波形的类型、重复频率（周期）和幅度的功能。

2. 发挥部分

- (1) 输出波形频率范围扩展至 100 Hz ~ 200 kHz
- (2) 用键盘或其他输入装置产生任意波形。
- (3) 增加稳幅输出功能，当负载变化时，输出电压幅度变化不大于 $\pm 3\%$ （负载电阻变化范围：100 Ω ~ ∞ ）。
- (4) 具有掉电存储功能，可存储掉电前用户编辑的波形和设置。
- (5) 可产生单次或多次（1000 次以下）特定波形（如产生 1 个半周期三角波输出）。
- (6) 其他 如增加频谱分析、失真度分析、频率扩展 > 200 kHz 扫频输出等功能。

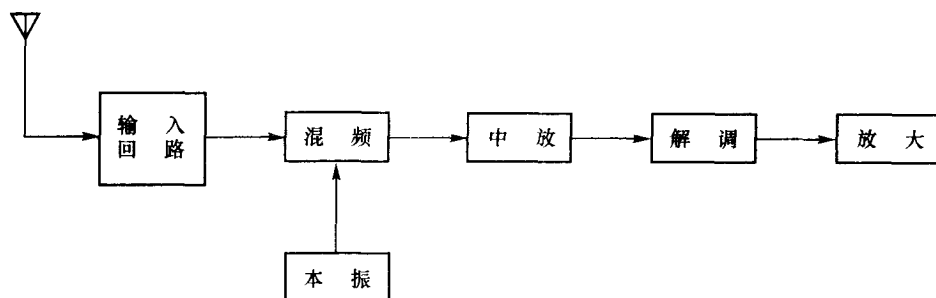
三、评分标准

	项 目	满 分
基本 要求	设计与总结报告:方案比较、设计与论证,理论分析与计算,电路图及有关设计文件,测试方法与仪器,测试数据及测试结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥 部分	完成第(1)项	10
	完成第(2)项	10
	完成第(3)项	10
	完成第(4)项	5
	完成第(5)项	5
	完成第(6)项	10

任务书 8 短波调频接收机(1999 年 D 题)

一、任务

设计并制作一个短波调频接收机，方框图如下：



二、要求

1. 基本要求

- (1) 接收频率 f_0 范围: 8 ~ 10 MHz;
- (2) 接收信号为 20 ~ 1 000 Hz 音频调频信号, 频偏为 3 kHz;
- (3) 最大不失真输出功率 ≥ 100 mW (8 Ω);
- (4) 接收灵敏度 ≤ 5 mV;
- (5) 通频带 $f_0 \pm 4$ kHz 为 -3 dB;
- (6) 选择性 $f_0 \pm 10$ kHz 为 -30 dB;
- (7) 镜像抑制比 ≥ 20 dB

2. 发挥部分

- (1) 可实现多种自动程控频率搜索模式 (如全频率范围搜索、特定频率范围内搜索等), 全频率范围搜索时间 ≤ 2 min;
- (2) 能显示接收频率范围内的调频电台载频值, 显示载波频率的误差 $\leq \pm 5$ kHz;
- (3) 进一步提高灵敏度;
- (4) 可存储已搜索到的电台, 存台数不少于 20;
- (5) 其他。