

## EDA 仿真作业题及要求 2017.2-6

### 一、 仿真作业要求

EDA 仿真作业共 3 次，分别于第 4、7、14 周周一网上提交。

EDA 仿真作业请用 Multisim 软件仿真。提交作业时请将仿真实验报告和仿真电路文件一起提交。仿真实验报告应包括但不限于题目、理论分析及计算结果、仿真结果（包括电路截图、波形截图、测量数据、分析计算等）、仿真中遇到的问题及解决方法、收获和体会等。

### 二、 第一次仿真作业题：共 3 题，请于第 4 周周一网上提交仿真电路和报告

**实验目的：**掌握基本元器件电路的分析方法，熟悉仿真软件环境，掌握仿真软件的基本测量手段（用万用表的交流和直流档测量电压电流量、用示波器测量和观察信号、用 IV 分析仪测半导体器件的特性曲线），熟悉仿真软件的基本分析方法（直流扫描分析方法）。

**1. 仿真题 1-1 (3 分)：**用 IV 分析仪(IV Analyzer)测量二极管的伏安特性和晶体管的输出特性。要求如下：

(1) 二极管可选用小功率二极管，如 1N3064。上网查阅 1N3064 手册(datasheet)，了解其参数。用 IV 分析仪测量二极管的伏安特性，观察电流随电压变化情况。改变坐标范围，移动位于最左侧的测量标记线，测量正向电压为 0.7V 左右时的电流  $I_D$  以及反向击穿电压  $U_{BR}$ ，与手册上对应值比较。

(2) 晶体管可选用小功率晶体管，如 2N2222A。上网查阅 2N2222A 手册(datasheet)，了解其参数。用 IV 分析仪测量晶体管的输出特性，观察  $\beta$  随  $U_{CE}$  和  $I_C$  的变化情况，测量  $U_{CE}$  为 5V 且  $I_C$  为 2mA 左右时的  $\beta$ ，与手册上对应值比较；测量并估算 Early 电压值  $V_A$ 。

**注意事项：**选择仿真元件时，可选择厂商，最好选择 datasheet 中标明的厂商，以便使得比较的参数基本一致。2N2222A 请选择 **Zetex** 厂商的。

**2. 仿真题 1-2 (3 分)：**教材习题 1.16。电容  $C$  可用 100uF，二极管可选用小功率二极管，如 1N3064。

**提示：**利用 **DC** sweep 仿真功能可得到**直流**信号与电路参数之间的变化关系。例如，将输出设置为二极管的**直流**电压，扫描参数设置为电阻阻值，可直接得到电阻变化时二极管两端**直流**电压的变化曲线。但是**交流**信号不能用该方法仿真。

**3. 仿真题 1-3 (4 分)：**教材习题 1.17（晶体管可选用小功率晶体管 2N2222A，请选择 **Zetex** 厂商的）。

### 三、 第二次仿真作业题：共 4 题，请于第 7 周周一网上提交仿真电路和报告

**实验目的：**熟悉晶体管和场效应管放大电路以及集成运放的基本设计原则，并理解放大电路性能参数的调试和测试方法、静态工作点对动态参数的影响；熟悉仿真软件的基本分析和测量方法。

**1、 仿真题 2-1 (3 分)：**利用晶体管 2N2222A (请选择 Zetex 厂商的，模型参数中的 BF 即  $\beta$ , RB 即  $r_{bb'}$ ) 设计一个单电源供电的单管放大电路，电源电压为  $V_{CC}=+15V$ 。具体要求如下：

- (1) 设计并调整电路参数，使电路具有合适的静态工作点，测量静态工作点。
- (2) 测量动态参数  $A_u$ 、 $R_i$ 、 $R_o$ 、 $f_L$ 、 $f_H$ ，比较  $A_u$ 、 $R_i$ 、 $R_o$  的理论计算值与实测值，并说明电路的特点。**注意测量时输出信号应没有明显失真。**
- (3) 调整电路参数，改善某一性能指标 (如增大  $A_u$ 、或增大  $R_i$ 、或减小  $R_o$ 、或增大  $f_H$ )。要求先进行理论分析，然后再实验验证。
- (4) 调整电路参数或输入信号大小，使输出波形产生失真，分析是何种失真，可采取哪些措施消除并进行实验验证。(通常，当失真度较大时，能够观察到波形顶部或底部变平或者曲率变小，而当失真度较小时，则需要借助失真度仪 (Distortion Analyzer) 来测量。)
- (5) **选做：**搭建实际电路，研究上述 (1) ~ (4) 问题，报告中应有电路照片，并附录像。晶体管可用 9011，或者借 2N2222A。

**2、 仿真题 2-2 (3 分)：**利用 MOS 管 2N7000 (请选择 Zetex 厂商的) 设计一个单电源供电的单管放大电路，电源电压为  $V_{DD}=+15V$ 。具体要求如下：

- (1) 上网查阅 2N7000 手册(datasheet)，了解其性能参数。
- (2) 测量其转移特性。
- (3) 设计并调整电路参数，使电路具有合适的静态工作点，测量静态工作点。
- (4) 测量动态参数  $A_u$ 、 $R_i$ 、 $R_o$ 、 $f_L$ 、 $f_H$ ，比较  $A_u$ 、 $R_i$ 、 $R_o$  的理论计算值与实测值，并说明电路的特点。**注意测量时输出信号应没有明显失真。**
- (5) 调整电路参数，改善某一性能指标 (如增大  $A_u$ 、或增大  $R_i$ 、或减小  $R_o$ 、或增大  $f_H$ )。要求先进行理论分析，然后再实验验证。
- (6) 调整电路参数或输入信号大小，使输出波形产生失真，分析是何种失真，可采取哪些措施消除并进行实验验证。
- (7) **选做：**搭建实际电路，研究上述 (3) ~ (6) 问题，报告中应有电路照片，并附录像。可借用 MOS 管 2N7000。

**3、 仿真题 2-3 (4 分)：**利用晶体管或者 MOS 管设计一个集成运放。晶体管可选用 2N2222A 和 2N3702，电源电压可选  $\pm 15V$ 。MOS 管可选用 2N7000 和

BST100, 电源电压可选 $\pm 5V$ 。具体要求如下:

- (1) 要求为三级放大电路, 第一级采用差分放大电路。
- (2) 采用电流源作为集成运放的偏置电路和有源负载, 电流源不能用符号代替, 需用管子搭接电路。
- (3) 设计并调整电路参数, 使电路具有合适的静态工作点, 测量静态工作点。
- (4) 测量动态参数  $A_u$ 、 $R_i$ 、 $R_o$ 、 $f_{bw}$ 、 $f_c$ 、 $U_{IO}$ 、 $I_{IO}$ 、 $I_{IB}$ 、 $SR$ , 并说明电路的特点。

- 4、**选做**: 设计一个负反馈放大电路, 使其产生自激振荡, 然后研究消除办法并将其消除。

#### 四、第三次仿真作业题: 共 3 题, 请于第 14 周周一网上提交仿真电路和报告

**实验目的:** 研究负反馈放大电路的应用, 研究运算电路设计方法、滤波电路的特性和设计方法, 熟悉信号发生及转换电路的应用及分析。进一步熟悉仿真软件的基本分析和测量方法。

##### 1、仿真题 3-2 (3 分): 以下题目任选一题完成:

- (1) 利用运放和模拟乘法器设计一个正弦波有效值测量电路。
- (2) 设计一个求解一阶微分方程  $u_i = a \cdot u_o + b \cdot du_o/dt$  的电路, 其中  $a$ 、 $b$  为常数。要求简述电路工作原理, 并实际测量多个求解结果进行验证。

##### 2、仿真题 3-1 (4 分):

利用运放分别设计截止频率为 1kHz 的 VCVS 二阶低通、高通、带通、带阻滤波器。

- (1) 测量四种滤波器的幅频和相频特性, 观察不同  $Q$  值对幅频特性的影响;
- (2) 测量输入信号为 1kHz 方波时四种滤波器的输出信号波形, 并分析为何会产生这种形状的波形;
- (3) 分析 VCVS 二阶带通滤波器稳定工作的条件, 并观察不稳定工作的现象(在输入端加入频率 1kHz、幅值 1mV 的正弦激励信号, 观察电路的不稳定现象)。
- (4) **选做**: 利用通用运放搭建一种 VCVS 二阶滤波器实际电路, 研究上述问题 (1) - (3), 或者用滤波器芯片 UAF42 搭建实际电路研究。

##### 3、仿真题 3-3 (3 分): 教材习题 7.29。