学院________ 姓名________ 学号________ 任课教师________ 考场教室________ 座位号________

密……封……线……以……内……答……题……无……效

电子科技大学 2017-2018 学年第 2 学期期　考试 A 卷

考试科目：电路分析与电子线路 考试形式：闭卷 考试日期：2018 年 7 月 12 日

本试卷由 6 部分构成，共 7 页。考试时长：120 分钟

80 学时成绩构成比例：平时成绩 60 %，期末成绩 40 %

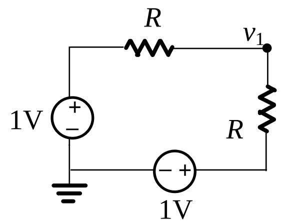
64 学时成绩构成比例：平时成绩 50 %，期末成绩 50 %

题号	一	二	三	四	五	六	合计
得分							

得　分

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1、如图所示电路中，v_1 的电位等于 1 V。



2、器件上的电压为 $v(t)$，电流为 $i(t)$，且电压电流的方向为关联约定，在时间段 $t_1 \rightarrow t_2$ 间消耗的能量 $w(t)$为 $\int_{t1}^{t2} v(t)i(t)dt$ 。

3、阻值为 R_1 和 R_2 的两个电阻与电流为 I 的电流源串联时，R_2 上的电流为 **I (-I)** 。

4、线性含源网络的开路电压为 v_{OC}，短路电流为 i_{SC}，等效电阻为 R_0，三者之间的关系为 $v_{OC} = i_{SC} R_0$ 。

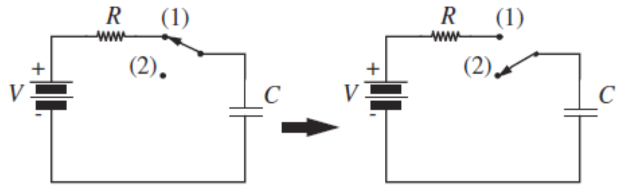
5、非线性电阻元件的电压电流关系为 i=0.01v^2，在直流 1V 的工作点上，其增量电阻为 50 Ω。

6、MOSFET（N 沟道增强型）三极管区和饱和区的分界线为 $V_{DS}=V_{GS}-V_T$ 。

7、三个 12nH 的电感串联在一起，可等效为一个 36 nH 的电感。

8、电感 L=0.01H，电流初值为 1A，在电压电流方向关联约定的条件下，给其加 1V 的直流电压，____0.01___s 后其电流值为 2A。

9、如图所示的电路，当开关在（1）位置时电路已经稳定，当开关切换到（2）位置后，电容上的储能为___$0.5CV^2$___。



10、振荡是二阶电路最基本的性质，二阶电路的四种暂态响应分别是___欠阻尼_、无阻尼、___过阻尼___、___临界阻尼___。

11、已知角频率为 10rad/s 的正弦稳态电路中，元件电压的复幅值为 3V，则该电压的时域表述形式为___$v(t)$=3cos(10t)___。（余弦形式）

12、二阶低通滤波器中，在高频段（远大于ω_0）频率增加 10 倍，传递函数的幅度将___减小到 1/100___。

13、已知某点频信号源内阻抗为 3+j4Ω，则负载阻抗为___**3-j4**___Ω时，负载上可以获得最大的平均功率。

14、集成运放电路构成的微分电路中，需利用无源元件将输出端的信号反馈至集成运放的___反相___（同相/反相）输入端。

15、*RLC* 串联谐振电路中，品质因数 Q、谐振角频率ω_0和带宽$\Delta\omega$之间的关系为

$Q=\omega_0/\Delta\omega$ 。

16、一个电阻和一个电容的并联网络，随着频率的增加，其阻抗的模值将___**减小**_。

17、已知某电容上的正弦电压为$\cos\left(4t+\frac{\pi}{2}\right)$V，则其平均功率为___0___W。

18、某电路的传递函数为$H(s)=\frac{-3200s}{s^2+600s+7000}$，这是一个___**带通**___（低通/高通/带通/带阻）滤波器。

得 分

二、分析计算题（15 分）

如图所示 MOSFET 放大电路，已知 V_S= 5V，R_{G1}= 350kΩ，R_{G2}= 150kΩ，R_{sig}= 5kΩ，R_D= 5kΩ，C_1=10μF，V_T=1V，K =4mA/V^2，试分析求解：

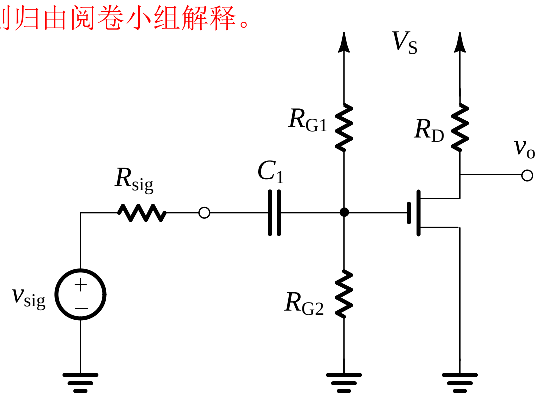
（1） 试分析求解该电路的静态工作点，即 V_{GS}、V_{DS}、 I_D。

（2） 画出中频段时（即电容 C_1 无穷大），该电路交流小信号模型，并求解该电路的电压放大倍数 v_o/v_{sig}。

（3） 试定性的画出该电路的幅频特性曲线（带通、高通、低通、全通、带阻）。

（4） 试定量求解该电路的下限转折频率（即 C_1 引起的转折频率）。C_1 在电路中的作用是？

以下为参考答案及评分标准参考，细则归由阅卷小组解释。



解:

(1)

V_G=1.5V (2 分)

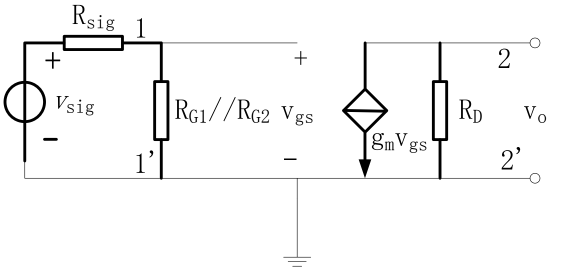
$I_D=1/2K(V_{GS}-V_T)^2=0.5mA$ （2 分 ）

$V_{DS}=V_S-I_DR_D=2.5$ V (2 分)

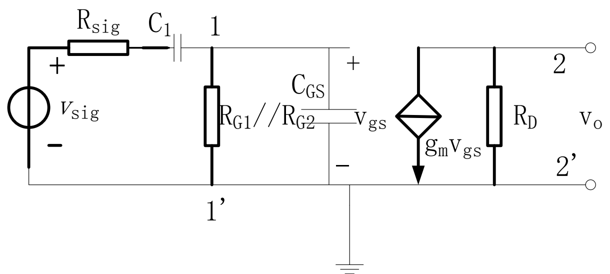
(2) 小信号模型 （2 分 ）

$g_m=i_{ds}/v_{gs}=K(V_{GS}-V_T)=2mS$ （2 分 ）

$$A_{vs}=\frac{v_o}{v_{sig}}=\frac{-g_mR_D\cdot v_{gs}}{v_{sig}}=-g_mR_D\frac{R_{G1}//R_{G2}}{R_{sig}+R_{G1}//R_{G2}}\approx-9.5$$ （2 分 ）



(3) 带通 (1 分)



(4) 上面的电路模型中，忽略 C_{GS} 则为高通，忽略 C_1 则为低通，下转折频率即是求忽略 C_{GS} 后构成的高通滤波器的截止频率。

由： $v_o=-R_D\cdot g_mv_{gs}$

其相量形式为： $\dot{V}_o = -R_D \cdot g_m \dot{V}_{gs} = -R_D g_m \cdot \dfrac{R_G}{R_{sig} + R_G + \dfrac{1}{j\omega C_1}} \dot{V}_{sig}$

式中， $R_G = R_{G1} \| G_{G2}$

于是，
$$H(j\omega) = \frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_{sig}} = -R_D g_m \cdot \frac{R_G}{R_{sig} + R_G - j\dfrac{1}{\omega C_1}}$$

$$|H(j\omega)| = \frac{R_D g_m R_G}{\sqrt{(R_{sig} + R_G)^2 + (\dfrac{1}{\omega C_1})^2}}$$

$\omega \to \infty$时, $|H(j\omega)| \to \dfrac{R_D g_m R_G}{R_{sig} + R_G}$

令：
$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{R_D g_m R_G}{R_{sig} + R_G}$$

得到：
$$\omega = \omega_c = \frac{1}{(R_{sig} + R_G)C_1}$$

于是：

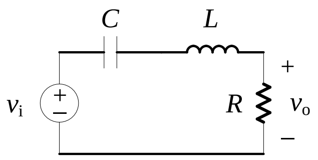
$$f_c \approx \frac{1}{2\pi\left(R_{sig} + R_{G1} \| R_{G2}\right)C_1} = \frac{1}{2\pi\left(5k\Omega + 105k\Omega\right)C_1} = \frac{1}{2\pi \times 110 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6}} = 0.14\text{Hz}$$ （1 分）

C_1 的作用：耦合、隔直通交。（1 分 ）

得 分

三、设计题（ 15 分）

欲接收载波频率为 10MHz 的某短波电台的信号，试设计接收机 *RLC* 串联谐振电路的电感线圈。要求带宽 Δf=100kHz，*C*=100pF。



以下为参考答案及评分标准参考，细则归由阅卷小组解释。

解： $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ （5 分）

求得 $L=\frac{1}{4\pi^2 f_o^2 C}=\frac{1}{4\pi^2\times10^{14}\times10^{-10}}H=2.53\mu H$ （5 分）

$\frac{\omega_0}{Q}=$带宽 $Q=\frac{f_0}{\triangle f}=\frac{10\times10^6}{100\times10^3}=10$ （3 分）

$R=\frac{1}{Q\omega_0 C}=\frac{1}{100\times2\pi\times10^7\times10^{-10}}\Omega=1.59\Omega$ （5 分）

由此得到电感线圈的参数为 $L=2.53\mu H$ 和 $R=1.59\Omega$

得 分

四、分析计算题（15 分）

下图所示电路中的理想运放均工作在线性放大区，试分析：

（1）分析求解图 a 电路中输入电压与输出电压的表达式，即 $v_o(t)/v_i(t)$。

（2） 分析求解图 b 电路中输入电压与输出电压的表达式，即 $v_o(t)/v_i(t)$。

（3） 根据上述分析结果，试分析图 a 输出端口的特性（电压源、电流源还是其他特性），并阐述原因。

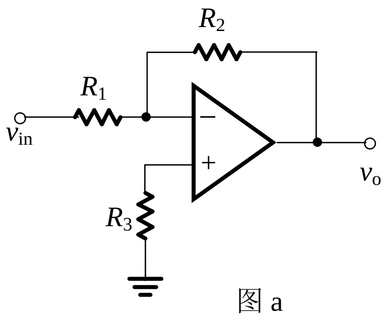


图 a

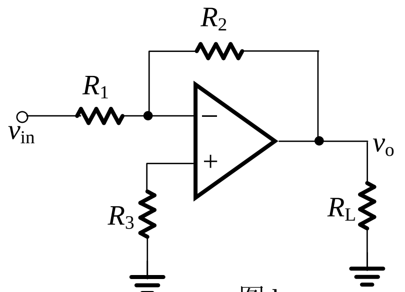


图 b

以下为参考答案及评分标准参考，细则归由阅卷小组解释。

解：（1）反相放大器，利用理想运放的“虚断”、“虚短”特性，可得：

$$\frac{v_0}{v_i}=-\frac{R_2}{R_1}$$ （6 分）

（2）图 b 电路中，输出端接有负载电阻 R_L，但并不影响理想运放的“虚断”、“虚短”特性，因此，

$$\frac{v_0}{v_i}=-\frac{R_2}{R_1}$$ （6 分）

(3) 电压源。 （2 分）

因为输出端口带载与否并不影响输出电压，因此输出端口等效成电压源。（1 分）

得 分

五、计算题（ 15 分）

图示电路中为理想运放，试分析求解：

(1) 分析求解图 a 电路中输入电压与输出电压的表达式，即 $v_o(t)/v_i(t)$。

（2） 若 C=100pF，R=1kΩ；电路中的输入方波如图 b 所示，试画出稳态时的输出波形。

以下为参考答案及评分标准参考，细则归由阅卷小组解释。

解：

（1） 积分器，根据理想运放的“虚断”、“虚短”特性，可得：

$$v_0=-\frac{1}{C}\int i_c\,\mathrm{d}t=-\frac{1}{C}\int\frac{v_i}{R}\mathrm{d}t=-\frac{1}{RC}\int v_i\,\mathrm{d}t$$ （10 分）

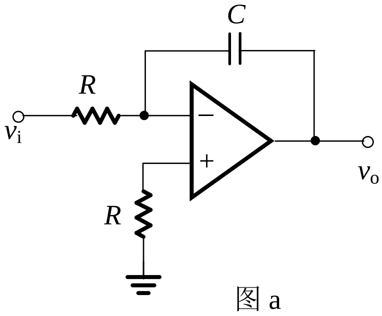


图 a

(2)只要画出反相三角波即满分（5 分）

输入为方波，输出则为三角波。

代入 R=1kΩ，C=100pF 参数：

$$v_0=-10^7\int v_i\,\mathrm{d}t$$

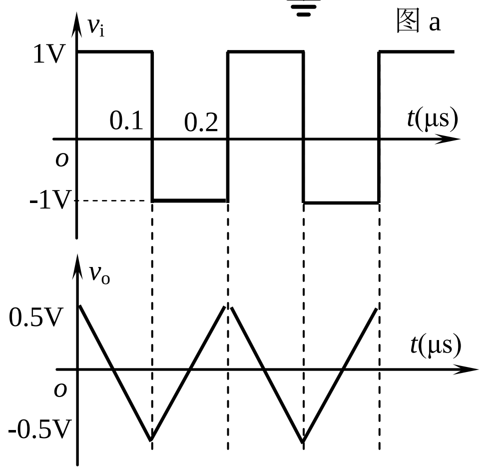


图 b

假设： $v_0(0)=0\text{V}$

当 0≤t<0.1us 时， v_i=1V，则：

$$v_0(t)=-10^7t\ \ (\text{V})$$

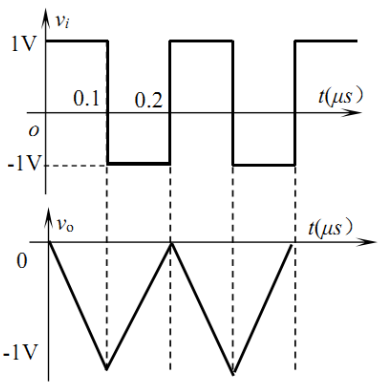
$$v_0(0.1\mu s)=-10^7\times0.1\times10^{-6}=-1\,(\text{V})$$

当 0.1≤t<0.2us 时， v_i= -1V，则：

$$v_0(t)=v_0(0.1\mu s)+10^7\left(t-0.1\mu s\right)\ (\text{V})$$

$$v_0(0.2\mu s)=-1+10^7\times0.1\times10^{-6}=0\,(\text{V})$$

波形如图所示。



若 $v_0(0)=0.5\text{V}$，输入、输出波形如图（a)、(b)。

得 分

六、计算分析题（ 20 分）

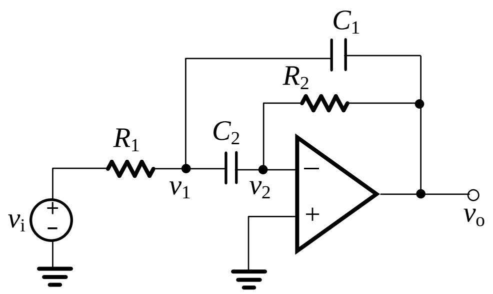
图示正弦稳态电路中的理想运放工作在线性放大区，试分析求解：

(1) 试画出该电路的阻抗模型。

(2) 试根据阻抗模型列写 V_1 和 V_2 的节点方程。

(3) 根据运放特性，试补充第三个方程，并推导出传输函数 $H=V_o/V_i$。

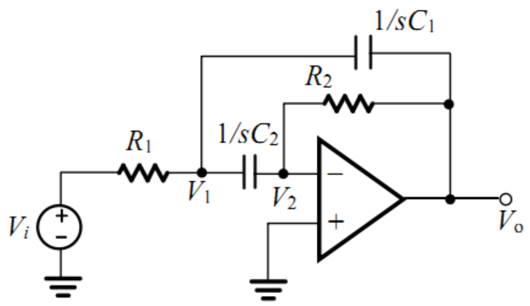
(4) 试根据求得的传输函数，画出电路的幅频特性曲线。



以下为参考答案及评分标准参考，细则归由阅卷小组解释。

解

（1）阻抗模型 (3 分)



（2）
$$\begin{cases} \dfrac{V_1-V_i}{R_1}+\dfrac{V_1-V_2}{\dfrac{1}{sC_2}}+\dfrac{V_1-V_o}{\dfrac{1}{sC_1}}=0 \\ \dfrac{V_2-V_1}{\dfrac{1}{sC_2}}+\dfrac{V_2-V_o}{R_2}=0 \end{cases}$$
(每个方程 5 分，共 10 分)

（3） $V_2=0$ (3 分)

$$H(s)=\frac{V_o}{V_i}=-\frac{s\dfrac{1}{C_1R_1}}{s^2+s\dfrac{C_1+C_2}{C_1C_2R_2}+\dfrac{1}{C_1C_2R_1R_2}}$$
（2 分）

（4）带通 **（1 分）**

将传递函数 H(s)的分母与 $s^2+2\alpha s+\omega_0{}^2$ 比较，可得：

中心频率： $\omega_0=\frac{V_o}{V_i}=\sqrt{\frac{1}{C_1C_2R_1R_2}}$ （1 分）

带宽： $\Delta\omega=2\alpha=\frac{C_1+C_2}{C_1C_2R_2}$

或由：

$$H(s)=\frac{V_o}{V_i}=-\frac{s\frac{1}{C_1R_1}}{s^2+s\frac{C_1+C_2}{C_1C_2R_2}+\frac{1}{C_1C_2R_1R_2}}=-\frac{\frac{1}{C_1R_1}}{\frac{C_1+C_2}{C_1C_2R_2}+s+\frac{1}{C_1C_2R_1R_2}\cdot\frac{1}{s}}$$

代入 s=jw：

$$H(j\omega)=\frac{V_o}{V_i}=-\frac{\frac{1}{C_1R_1}}{\frac{C_1+C_2}{C_1C_2R_2}+j\left(\omega-\frac{1}{C_1C_2R_1R_2}\cdot\frac{1}{\omega}\right)}$$

可见，当 $\omega=\omega_0=\sqrt{\frac{1}{C_1C_2R_1R_2}}$ 时，幅频特性取得最大值。