数字信号往年期末试题及答案(2008-2020年)

西电通院复试mcw9i9cet

2020年数字信号处理期末考试题

一、 填空题（每空 2 分，共 36 分）

1. $y(n)=0.3nx(n)+5$所表示的系统___（填“是”或“不是"）线性系统，_____（填“是” 或“不是”）时不变系统。

2. 某线性时不变系统的单位脉冲响应为$h(n)=1.2^n u(n)$， $u(n)$为单位阶跃序列，该系统_____（填“是” 或“不是”）因果系统，_____（填“是”或“不是"）稳定系统。

3. 若序列$x(n)$长度为M，频域采样点数为N，其频域采样信号为$X(k)$ ，当满足条件_____时， 可由$X(k)$不失真地恢复$x(n)$。

4. 已知序列$x(n)=A\cos\left(\frac{3}{7}\pi n-\frac{\pi}{6}\right)$， A为常数，其周期为_____。

5. 时间抽取基$2FFT$快速算法计算N点 DFT 需要的复数乘法次数为_____。

6. 若FIR数字滤波器*(西电通院电院AI考研Q群：680630306)*的单位脉冲响应为$h(n)=1.8\delta(n)-2.5\delta(n-1)+2.5\delta(n-3)-1.8\delta(n-4)$，则该滤波器可以实现_____（填低通 / 高通 / 带通 / 带阻）类型的滤波器。

7. 某模拟信号的最高频率为$f_h=2.5k\text{Hz}$ ，使用DFT对其进行频谱分析时 ，要求谱分辨率$F\le 10\text{Hz}$， 则最小记录时间为_____秒， 最大采样间隔为_____秒，最少采样点数为_____。

8. 设模拟信号$x_a(n)=\cos(2\pi f_1 t+\varphi_1)+\cos(2\pi f_2 t+\varphi_2)$ ，式中$f_1=4k\text{Hz}$ ，$f_2=8k\text{Hz}$ ，对该信号进行理想时域采样的奈奎斯特采样频率是_____kHz，如果采样频率$F_S=20k\text{Hz}$ ，该模拟信号转换成的时域离散信号的最高角频率$\omega_{\max}$是_____rad。

9. 已知一个有限长序列 $x(n)=\{1,2,3,4\}$，$n=0,1,2,3$，其循环右移一位得到序列$y(n)$，$n=0,1,2,3$。$X(k)$ 和$Y(k)$ 分别表示 $x(n)$ 和$y(n)$ 的 4 点DFT。$X(k)=\{10,-2+2j,-2,-2-2j\},k=0,1,2,3$，则$y(n)$=_____， $Y(0)$=_____， $Y(2)$=_____，已知序列 $z(n)$ 的 4 点DFT为 $Z(k)=X(k)Y(k),k=0,1,2,3$，则$z(0)$=_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

10. 系统函数为

$H(z)=\dfrac{\left(1-0.5e^{j\frac{\pi}{3}}z^{-1}\right)\left(1-0.5e^{-j\frac{\pi}{3}}z^{-1}\right)\left(0.5e^{-j\frac{\pi}{3}}-z^{-1}\right)\left(0.5e^{j\frac{\pi}{3}}-z^{-1}\right)}{1-0.81z^{-2}}$ 的滤波器是_____（填最小 / 最大 / 混合相位系统）

二、简答题

1. 从两方面解释 DFT 的物理意义： 1）有限长序列 $x(n)$ 的 N 点 DFT $X(k)$，与其离散时间傅里叶变换 $X(e^{j\omega})$ 的关系； 2）有限长序列 $x(n)$ 的 N 点 DFT $X(k)$，与其 z 变换 $X(z)$ 的关系。*（西电通院电院AI考研Q群：680630306）*

2. 使用时域基 2*FFT* 算法，可以将 8 点 DFT 分解为 8 个 1 点DFT 和 3 级蝶形运算，画出该过程的运算流图（标出输入、输出和旋转因子）。

3. 满足时域采样定理时，理想采样信号 $\hat{x}_a(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x_a(nT)\delta(t-nT)$ 可通过理想低通滤波器 $G(j\Omega)=\begin{cases}T, & |\Omega|<\dfrac{\Omega_s}{2}\\ 0, & |\Omega|\geq\dfrac{\Omega_s}{2}\end{cases}$（$\Omega_s$ 为采样频率）不失真地恢复原模拟信号 $x_a(t)$。分析该理想恢复过程（推导理想低通滤波器的单位冲激响应 $g(t)$ 的具体表达式，写出描述理想低通滤波器输出和输入关系的内插公式并分析其物理意义）。

4. 简述窗函数法设计第一类线性相位高通 FIR 数字滤波器的步骤（要求写出窗函数 $w(n)$ 的类型和长度的选择原则、期望理想滤波器的频率响应函数 $H_d(e^{j\omega})$ 及单位脉冲响应 $h_d(n)$ 的表达式）。

三、计算题

1. 已知序列 $x(n)=\{\underset{\uparrow}{1},2,2,1\}$，$h(n)=\{\underset{\uparrow}{3},2,-1,1\}$。

（1）计算 5 点循环卷积 $y_5(n)=x(n)⑤h(n)$；

（2）用计算循环卷积的方法计算线性卷积 $y(n)=x(n)*h(n)$。

2. 已知一个线性因果稳定系统的差分方程为

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

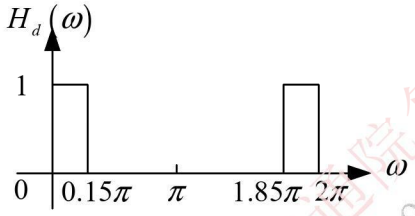
$$y(n)=\frac{3}{4}y(n-1)-\frac{1}{8}y(n-2)+x(n)+\frac{1}{3}x(n-1)$$

(1) 求系统函数$H(z)$及其收敛域；

(2) 求该系统的单位脉冲响应$h(n)$ ；

(3) 画出系统的直接型、级联型和并联型结构。

3. 用频率采样法设计第一类线性相位低通滤波器，采样点数$N=15$，要求逼近的滤波器的幅度特性曲线如下图所示。*(西电通院电院AI考研Q群：680630306)*



(1)写出频率采样值$H_d(k)=H_k e^{j\theta_k}$的表达式；

(2)画出滤波器的频率采样结构图 ；

(3)求滤波器的单位脉冲响应$h(n)$。（本题可不做）

4. 采用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为0.5π rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为0.35π rad，阻带最小衰减为20dB 。（从$H_a(s)$）转换到$H(z)$ 只需写出转换公式即可，$T=2s$ ）

附表：巴特沃思归一化模拟低通滤波器部分参数

分母因式 / 阶数N	$B(p)=B_1(p)B_2(p)...B_5(p)$
1	$(p+1)$
2	$(p^2+1.4142p+1)$
3	$(p^2+p+1)(p+1)$
4	$(p^2+0.7654p+1)(p^2+1.8478p+1)$

咚咚学长：此题不用做，改为“用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器的步骤”

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2020年数字信号处理期末考试题参考答案

一、填空题

1、不是，不是

2、是，不是

3、N≥M

4、14

5、$\frac{N}{2}\log_2^N$

6、带通

7、$0.1, 2\times10^{-4}, 500$

8、$16, \frac{4\pi}{5}$

9、{4，1，2，3}，n=0,1,2,3、10、2、20

10、混合相位系统

二、简答题

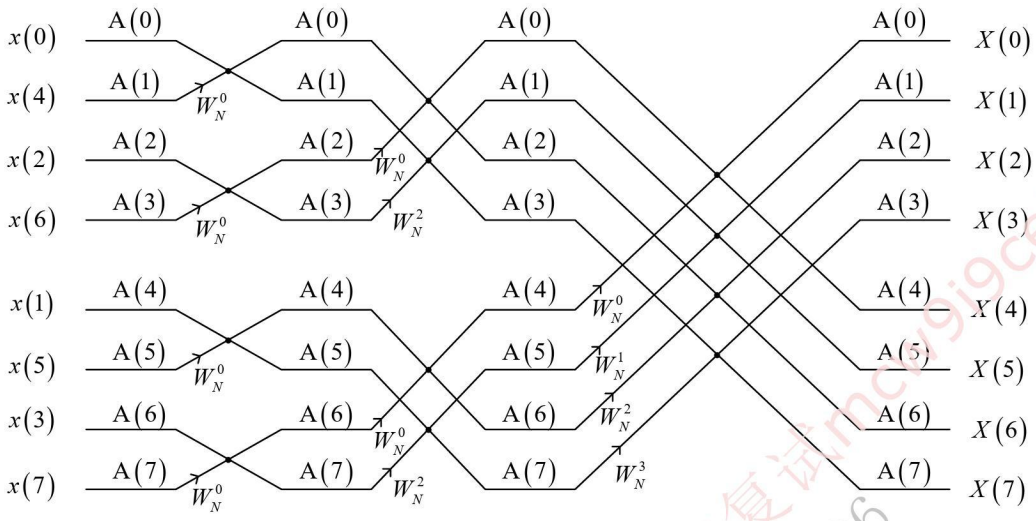
1.解：（1）$X(k)=X(e^{j\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$，$k=0,1,2,\cdots,N-1$，序列的N点DFT是序列傅里叶变换在$[0,2\pi]$上的N点等间隔采样，频率采样间隔为$\frac{2\pi}{N}$

（2）$X(k)=X(z)\Big|_{z=e^{j\frac{2\pi}{N}k}}$，$k=0,1,2,\cdots,N-1$，序列的N点DFT是序列Z变换在单位圆上的N点等间隔采样，采样间隔为$\frac{2\pi}{N}$

2.解：

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



3.解：

$$g(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}G(j\Omega)e^{j\Omega t}dt=\frac{1}{2\pi}\int_{-\frac{\Omega_s}{2}}^{\frac{\Omega_s}{2}}Te^{j\Omega t}dt=\frac{T\cdot\sin\left(\frac{\Omega_s t}{2}\right)}{\pi t}$$

$$y_a(t)=\int_{-\infty}^{+\infty}\hat{x}_a(t)g(t-\tau)d\tau=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}x_a(nT)\delta(\tau-nT)g(t-\tau)d\tau$$

$$=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x_a(nT)g(t-nT)=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x_a(nT)\frac{T\cdot\sin\left[\pi(t-nT)/T\right]}{\pi(t-nT)}$$

内插公式：$x_a(t)=y_a(t)=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x_a(nT)\frac{T\cdot\sin\left[\pi(t-nT)/T\right]}{\pi(t-nT)}$

恢复值由各抽样值乘以$g(t-nT)$的波形伸展叠加而成。

4.解：

（1）选择窗函数的类型和长度，写出窗函数$w(n)$的表达式。

根据阻带最小衰减选择窗函数的类型，在保证阻带衰减满足要求的情况下，尽量选择主瓣窄的窗函数，根据过渡带宽度确定所选窗函数的长度N，且N为奇数。

（2）构造希望逼近的频率响应函数$H_d(e^{j\omega})=H_{dg}(\omega)\bullet e^{-j\omega\frac{N-1}{2}}$

（3）计算$h_d(n)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}H_d(e^{j\omega})\bullet e^{j\omega n}d\omega$

（4）加窗得到设计结果：$h(n)=h_d(n)\bullet w(n)$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、计算题

1、解：$y_5(n)=x(n)⑤h(n)$

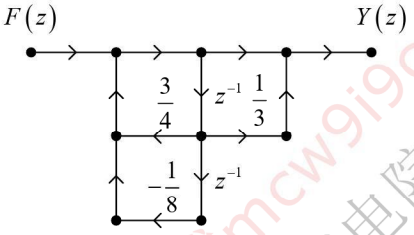
$$\begin{bmatrix}y_5(0)\\y_5(1)\\y_5(2)\\y_5(3)\\y_5(4)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1&0&1&2&2\\2&1&0&1&2\\2&2&1&0&1\\1&2&2&1&0\\0&1&2&2&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}3\\2\\-1\\1\\0\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}4\\9\\9\\6\\2\end{bmatrix}$$

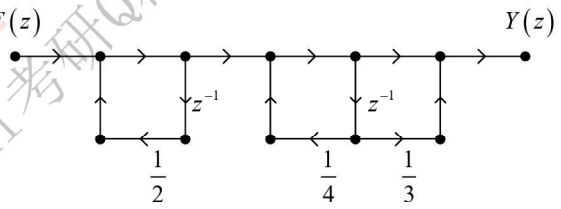
即 $y_5(n)=\{\underset{\uparrow}{4},9,9,6,2\}$

2、解：（1）$H(z)=\dfrac{1+\frac{1}{3}z^{-1}}{1-\frac{3}{4}z^{-1}+\frac{1}{8}z^{-2}}=\dfrac{z^2+\frac{1}{3}z}{z^2-\frac{3}{4}z+\frac{1}{8}}$，极点 $z_1=\dfrac{1}{2}$，$z_2=\dfrac{1}{4}$，则 $|z|>\dfrac{1}{2}$

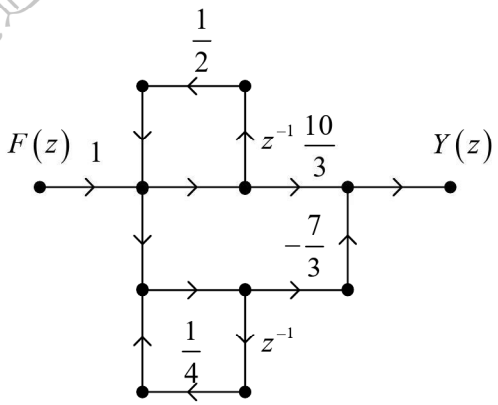
（2）$H(z)=\dfrac{z^2+\frac{1}{3}z}{z^2-\frac{3}{4}z+\frac{1}{8}}=\dfrac{\frac{10}{3}z}{z-\frac{1}{2}}+\dfrac{-\frac{7}{3}z}{z-\frac{1}{4}}$　　$h(n)=\left[\dfrac{10}{3}\left(\dfrac{1}{2}\right)^n-\dfrac{7}{3}\left(\dfrac{1}{4}\right)^n\right]u(n)$

（3）　　直接型　　级联型





并联型：



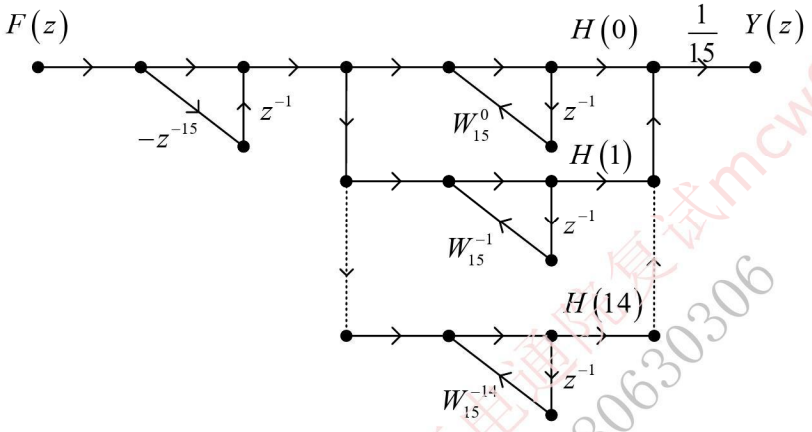
3、解：

（1）$h(n)=h(N-1-n)$　　$N=15$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$H_d(k)=H_d\left(e^{j\omega}\right)\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}=H_d(\omega)e^{j\theta(\omega)}\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}=H_d\left(\frac{2\pi}{15}k\right)e^{j\theta\left(\frac{2\pi}{15}k\right)}$$

（2）$H(z)=\dfrac{1-z^{-N}}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\dfrac{H(k)}{1-W_N^{-k}z^{-1}}$



（3）本题不用做

4、解：

（1）确定数字滤波器指标：$\omega_p,\omega_s,\alpha_p,\alpha_s$

（2）按照$\Omega=\dfrac{2}{T}\tan\dfrac{\omega}{2}$进行非线性预畸变校正，将数字滤波器指标转换成相应的过渡模拟滤波器指标：$\Omega_p=\dfrac{2}{T}\tan\dfrac{\omega_p}{2}$，$\Omega_s=\dfrac{2}{T}\tan\dfrac{\omega_s}{2}$，

（3）设计满足指标要求的过渡模拟滤波器$H_a(s)$。

（4）将模拟滤波器$H_a(s)$转换成数字滤波器，即$H(z)=H_a(s)\Big|_{S=\frac{2}{T}\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2019年数字信号处理期末考试题

一、填空题

1. 已知序列$x(n)=\sin\frac{\pi}{8}n$，其周期为_____。

2. $y(n)=nx(n)$ 所表示的系统_____（填“是”或“不是"）时不变系统。

3. 已知某离散时不变系统为因果系统，则其收敛域满足：_____，其单位脉冲响应 $h(n)$ 满足：_____。

4. 已知两个有限长序列的长度分别是M与N，现欲用循环卷积计算两序列的线性卷积，则循环卷积的长度至少应取_____。

5. 已知序列$x(n)$长度为 8, 现采用时域抽取法基 2FFT 算法计算其离散傅里叶变换，第一级蝶形运算输入端数据依次为：$x(0)$、_____、$x(2)$、$x(6)$、_____、$x(5)$、…。

6. 实序列$x(n)$的 10 点 DFT 变换结果为$X(k)$，即$\mathrm{DFT}\left[x(n)\right]_{10}=X(k)$，其中 $0\le k\le 9$，已知$X(0)=1-j$，$X(1)=1+j$，则$X(9)=$_____。

7. 用窗函数法设计第一类线性相位的高通 FIRDF，则滤波器的长度N必须取_____。（填“奇数”或“偶数”）

8. FIR 系统的频率采样结构为克服以下两个缺点必须进行相应的修正，这两个缺点分别为：*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

(1)_____

(2)_____

9. 某一阶全通滤波器，如果其极点为实数z_k，则其零点为：_____。

10. 已知线性时不变系统 $h(n)=R_3(n)$，输入信号$x(n)=R_4(n)$，则该系统零状态响应$y(n)=$_____。

二、简答题

1. 画出$H(z)=16+\frac{8}{1-0.5z^{-1}}+\frac{-16+20z^{-1}}{1-z^{-1}+0.5z^{-2}}$的并联型网络结构图。

2. 已知序列$x(n)$是长度为N的实偶序列，其N点DFT变换结果为$X(k)$，试证明$X(k)$具有实偶对称性。（**咚咚学长**：此题可不做）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 试描述频域采样定理的内容。

4. 已知两梳状滤波器系统函数分别为 $H_1(z)=\dfrac{1-z^{-4}}{1-0.9z^{-4}}$，$H_2(z)=1-z^{-4}$，请根据零极点分布定性画出其幅频特性。

5. 简述窗函数法设计第一类线性相位 FIR 高通数字滤波器的步骤（要求写出窗函数类型和窗函数长度的选择原则以及理想频率响应函数的表达式）。

三、计算题

1. 已知序列 $x(n)=R_4(n)$。

(1) 求该序列的 z 变换 ZT 及其收敛域；

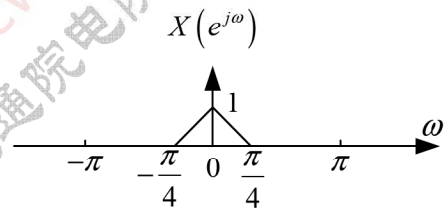
(2) 用定义求序列的傅里叶变换 DTFT；

(3) 用定义求 $M(M\geq 4)$ 点 DFT；

(4) 用公式说明 DTFT 与 DFT、ZT 之间的关系。

2. 对实信号进行谱分析，要求分辨率 $F\leq 10\text{Hz}$，信号最高频率 $f_c=2.5k\text{Hz}$，试确定最小记录时间 $T_{p\min}$、最小采样频率 $F_{\min}$、最少采样点数 $N_{\min}$。当分辨率提高一倍时，重新求解以上参数。

3. 已知信号 $x(n)$ 及频谱 $X(e^{j\omega})$ 在 $[-\pi,\pi]$ 区间示意图如下图所示：



(1) 按抽取因子 $D=2$ 对信号 $x(n)$ 进行抽取，得到 $y(m)$，试求 $y(m)$ 的频谱函数，并画出其频谱示意图。*(西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306)*

(2) 按抽取因子 $D=5$ 对信号 $x(n)$ 进行抽取，说明抽取的过程中是否丢失了信息？并给出抽取不会丢失信息的 D 的最大值。

4. 用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为 0.2 rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为 0.3 rad，阻带最小衰减为 10dB。（从 $H_a(s)$）转换到 $H(z)$ 只需写出转换公式即可，$T=2$）

附表：巴特沃思归一化模拟系统滤波器部分参数

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

分母因式 / 阶数N	$B(p)=B_1(p)B_2(p)...B_5(p)$
1	$(p+1)$
2	$(p^2+1.4142p+1)$
3	$(p^2+p+1)(p+1)$
4	$(p^2+0.7654p+1)(p^2+1.8478p+1)$

咚咚学长：此题不用做，改为“典型的模拟滤波器包括巴特沃斯模拟滤波器、切比雪夫Ⅰ型滤波器、切比雪夫Ⅱ型滤波器、椭圆滤波器和贝塞尔滤波器，简述上述滤波器的特点，并进行比较”。

答：

巴特沃思滤波器幅频特性单调下降。

切比雪夫Ⅰ滤波器通带内等波纹幅频特性，过渡带、阻带单调下降。

切比雪夫Ⅱ滤波器阻带内等波纹幅频特性，通带、过渡带单调下降。

椭圆滤波器通带、阻带内均等波纹幅频特性，过渡带单调下降。

贝塞尔滤波器在通带内逼近线性相位特性。

（西电通院电院AI考研Q群：680630306）

在相同阶数N，相同通带最大衰减、阻带最小衰减要求下，巴特沃思滤波器的过渡带最宽；椭圆滤波器过渡带最窄；两种类型的切比雪夫滤波器的过渡带宽度相等，介于巴特沃思滤波器和椭圆滤波器。

在相同指标要求下，椭圆滤波器所需的阶次N最低，切比雪夫次之，巴特沃思最高，参数的灵敏度则恰恰相反。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2019 年参考答案

一、填空题

1. 16

2. 不是

3. $R_{x-}<|z|\le\infty$ 或 $|z|>R_{x-}$

4. $M+N-1$

5. $x(4)$； $x(6)$

6. $1-\mathrm{j}$

7. 奇数

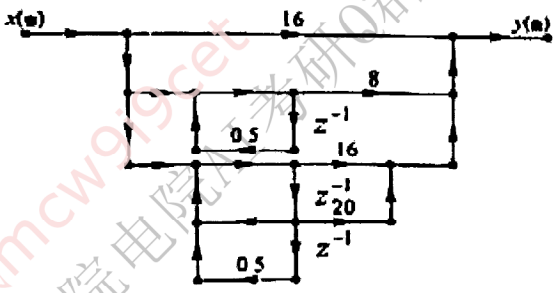
8. (1) 系数存在量化误差，会使零极点不能刚好抵消；(2) 系数多为复数，需用复数乘法器来实现，硬件实现不方便

9. z_k^{-1}

10. $\{\underset{\uparrow}{1},2,3,3,3,2,1\}$

二、简答题

1. 解：



2. 解：

$$X^*(N-k)=\left(\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{(N-k)n}\right)^*=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{(N-k)n}$$
$$=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{kn}$$
$$=X(k)$$

$\mathrm{Re}[X(k)]$偶对称，$\mathrm{Im}[X(k)]$奇对称。

而 $x(n)-x^*(N-n)=0$，

故 $\frac{1}{2}\mathrm{DFT}[x(n)-x^*(N-n)]=\frac{1}{2}[X(k)-X^*(k)]=\mathrm{Im}[X(k)]=0$

所以，$X(k)$ 具有实偶对称性。

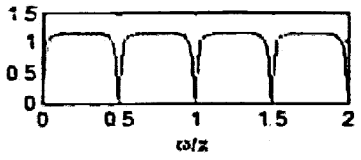
评注：也可证明 $X(k)=X(N-k)$。

3. 答：如果原序列 $x(n)$ 长度为 M，对 $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$ 在频率区间 $[0,2\pi]$ 上等间隔采样 N 点，得到 $X_N(k)$，

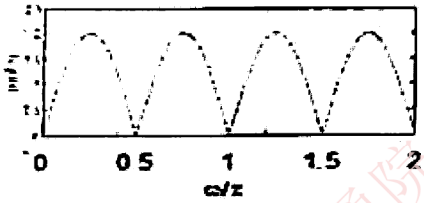
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

则仅当采样点数 $N \geq M$ 时，才能由频域采样 $X_N(k)$ 恢复 $x(n)=\mathrm{IDFT}[X_N(k)]_N$，否则将产生时域混叠失真，不能由 $X_N(k)$ 恢复到原序列 $x(n)$。

4. 解：系统一幅频特性：



系统二幅频特性：



5. 答：

(1) 根据阻带最小衰减选择窗函数的类型，再根据过渡带宽度确定所选窗函数的长度选择窗函数类型和长度。

(2) 构造希望逼近的频率响应函数 $H_{\mathrm{d}}(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=\begin{cases}0, & |\omega|\leq\omega_{\mathrm{c}}\\ 1, & \omega_{\mathrm{c}}<|\omega|\leq\pi\end{cases}$

(3) 求出逼近滤波器的单位抽样响应 $h_{\mathrm{d}}(n)$；

(4) 加窗得到设计结果 $h(n)=h_{\mathrm{d}}(n)w(n)$。

三、计算题

1. 解：(1) $X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x(n)z^{-n}=\frac{1-z^{-4}}{1-z^{-1}}$，$z$ 变换的收敛域为 $0<|z|\leq\infty$；

(2) $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x(n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega n}=\sum_{n=0}^{3}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega n}=\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}4\omega}}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}}$

(3) $X(k)=\sum_{n=0}^{3}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2\pi}{M}kn}=\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{8\pi}{M}k}}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2\pi}{M}k}}$，$k=0,1,2,\cdots,N-1$

(4) DTFT 与 ZT 的关系：

由于序列 z 变换的收敛域包括单位圆，故序列的傅里叶变换为：

$$X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=X(z)\big|_{z=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega}}=\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega N}}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}}=\frac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega N}{2}}\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\omega N}{2}}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega N}{2}}\right)}{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega}{2}}\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\omega}{2}}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega}{2}}\right)}=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\frac{N-1}{2}}\frac{\sin\frac{\omega N}{2}}{\sin\frac{\omega}{2}}$$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

DTFT 与 DFT 关系：

$$X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)]_M=X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{M}k}=\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{8\pi}{M}k}}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2\pi}{M}k}},\quad k=0,1,2,\cdots,N-1$$

2. 解：$T_{\mathrm{pmin}}=\frac{1}{10}=0.1\,\mathrm{s}$，$F_{\mathrm{min}}=2f_{\mathrm{c}}=5\,\mathrm{kHz}$，$N_{\mathrm{min}}=\frac{5\times10^3}{10}=500$

频率分辨率提高一倍，则有$T_{\mathrm{pmin}}=\frac{1}{5}=0.2\,\mathrm{s}$，$F_{\mathrm{min}}=2f_{\mathrm{c}}=5\,\mathrm{kHz}$，$N_{\mathrm{min}}=\frac{5\times10^3}{5}=1000$

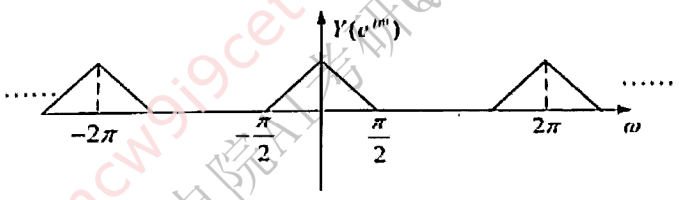
3. 解：(1)$D=2$时，

$$Y(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=\sum_{m=-\infty}^{\infty}y(m)\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega m}=\sum_{m=-\infty}^{\infty}x(2m)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega m}=\sum_{\substack{n=-\infty\\ n\text{为偶数}}}^{\infty}x(n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\frac{n}{2}}$$

$$=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\frac{1}{2}\left[x(n)+(-1)^n x(n)\right]\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\frac{n}{2}}=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\frac{1}{2}\left[x(n)+\mathrm{e}^{\mathrm{j}\pi n}x(n)\right]\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\frac{n}{2}}$$

$$=\frac{1}{2}\left[X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\omega}{2}})+X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\frac{\omega}{2}-\pi\right)})\right]$$

频谱图如下：



(2)按抽取因子$D=5$对$x(n)$抽取，抽取过程丢失了信息，不丢失信息的最大抽取值$D=4$。

评注：把下采样想成增肥的过程，时间上减少采样值，频域上就会拓宽，D即为拓宽的倍数，那么显然要注意的问题就是不要胖子挤胖子，解决方法就是先进行预滤波，将高频部分先滤除(剁手)，再进行拓宽。这是通过让信号失真而减小混叠带来的影响。反过来，上采样就是减肥，I即为频域变窄的倍数，上采样不会有人挤人的情况，但是，如果把π当成一面镜子，减肥的过程中可能从镜子里拉出另一个自己，如何把这个多出来的自己去掉就需要使用镜像滤波器。所以，下采样是先滤波再采样，上采样是先采样再滤波。注意**幅度**上也有相应变化($\frac{1}{D}$)。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4. 解：(1)确定数字滤波器的技术指标：

$\omega_p = 0.2\,\text{rad}$，$\alpha_p = 1\,\text{dB}$，$\omega_s = 0.3\,\text{rad}$，$\alpha_s = 20\,\text{dB}$

(2)非线性预畸变校正：

$$\Omega_p = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2} = \tan 0.1 = 0.1003，\ \alpha_p = 1\,\text{dB}$$

$$\Omega_s = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2} = \tan 0.15 = 0.1511，\ \alpha_s = 10\,\text{dB}$$

$$(3)\ \varepsilon = \sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}} - 1} = \sqrt{10^{0.1} - 1} = 0.508847，\ A = 10^{\frac{\alpha_s}{20}} = 3.1623$$

$$k = \frac{\Omega_p}{\Omega_s} = \frac{0.1003}{0.1511} = 0.6638，\ k_1 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2 - 1}} = \frac{0.508847}{\sqrt{10 - 1}} = 0.1667$$

$$N = \left\lceil \frac{\lg k_1}{\lg k} \right\rceil = 5，\ \Omega_c = \frac{\Omega_s}{(A^2 - 1)^{\frac{1}{2N}}} = \frac{0.1511}{(10 - 1)^{\frac{1}{16}}} = 0.12$$

查表得不到归一化的 5 阶巴特沃思模拟低通滤波器的系统函数。

巴特沃斯模拟低通滤波器的系统函数为：$G(p) = \dfrac{1}{B(p)}$

去归一化得：$H_a(s) = G(p)\Big|_{p=\frac{s}{\Omega_c}}$

用双线性变换法将模拟滤波器转换为数字滤波器，即：$H(z) = H_a(s)\Big|_{s=\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$

评注：以上是该题的解题步骤，几乎每年必考，请务必熟悉！此外，请看清题目是采用脉冲响应不变法还是双线性变换法，设计的是低通滤波器还是高通滤波器(参考 2008 年滤波器设计题)，变换公式不同。双线性变换法中常取$T = 2$，脉冲响应不变法通常取$T = 1$。双线性变换法要进行预畸变校正。此题出题时可能在数字频率后掉了π。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018年（A）数字信号处理期末考试题

一、填空（36 分）

1．已知模拟信号 $x_a(t)=\sin(100\pi t)$ 则该信号周期为_____秒，用采样间隔 $T=0.0025\text{s}$ 对 $x_a(t)$ 进行采样，*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*得到相应的时域离散序列 $x(n)$ 的周期为_____。

2. 若有个线性时不变系统为因果系统，则该系统的单位脉冲响应序列 $h(n)$ 应满足_____；若有个线性时不变系统为稳定系统，则该系统的系统函数 $H(z)$ 应满足_____

3. 直接计算 N 点 DFT 需要的复数乘法次数是_____，利用按时间抽取的基 2FFT 快速算法计算的 N 点 DFT 需要的复数乘法次数是_____。

4. 如果原序列 $x(n)$ 的长度为 M，$X(e^{j\omega})$ 在频率区间 $[0,2\pi)$ 等间隔采样 N 点，得到 $X_N(k)$，当_____时，$x(n)$ 才能由 $X_N(k)$ 恢复。

5. 已知两个有限长序列的长度分别是 M 与 N，欲用 DFT 循环卷积计算二者的线性卷积，则循环卷积的长度 L 应满足_____。

6. 已知模拟信号的最高频率 $f_h=1\text{kHz}$，要求分辨率 $F\le 100\text{Hz}$，用 DFT 分析它的频谱，则最小记录时间是_____秒，最大采样间隔是_____秒，最小采样点数是_____。

7. 对模拟的周期信号 $x_a(t)$ 以 $f_s=160\text{Hz}$ 进行采样，并进行 8 点 FFT，得到采样信号的幅频响应，如图 1 所示，则 $k=1$ 对应的模拟频率 $f_1=$_____Hz，$k=2$ 对应的模拟频率 $f_2=$_____Hz。

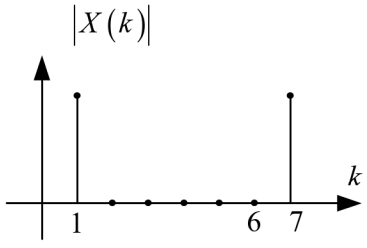


图 1

8. 已知矩形窗函数的过渡带带宽为 $\frac{1.8\pi}{N}$，那么要用一个矩形窗函数设计一个

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

带宽为0.16π的高通FIRDF，滤波器相频响应满足$\theta(\omega)=-\frac{N-1}{2}\omega$，则需要的最小矩形窗长度$N=$____。

9. 任何一个因果稳定的滤波器$H(z)$均可由最小相位滤波器$H_{\min}(z)$和全通滤波器$H_{ap}(z)$级联而成。若因果稳定的滤波器$H(z)=\frac{\left(z+\frac{1}{3}\right)(z+2)}{\left(z-\frac{1}{2}\right)\left(z-\frac{1}{3}\right)}$，则$H_{\min}(z)=$_____；$H_{ap}(z)=$_____。

10. 采用脉冲响应不变法设计IIR滤波器，当采样周期为T时，数字频率ω与模拟角频率Ω满足_____；当脉冲响应不变法存在_____问题。*(西电通院电院AI考研Q群：680630306)*

二、问答题(20 分)

1.(4 分）试用框图写出模拟信号与时域离散信号及数字信号之间的关系。

2.(8 分)（1）阐述DFT 和 FT、ZT 之间的关系，并给出必要的公式说明；

(2)阐述 DFT 和 DFS 之间的关系，并给出必要的公式说明。

3.(8 分)（1）说明时域基2FFT的基本原理。

(2)画出$N=8$点的时域基2FFT蝶形运算流图（表明输入、输出及旋转因子)。

三、计算题(44 分)

1.(10 分）已知一个线性因果稳定系统由下面的差分方程描述：

$$y(n)=0.8y(n-1)+x(n)+x(n-1)$$

(1)求系统函数$H(z)$及其收敛域；

(2)求该系统的单位脉冲响应$h(n)$；

(3)试分析该系统表示低通、高通还是带通滤波器， 并定性画出该滤波器的幅频响应曲线。

2.(10 分）采用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为0.15π rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为0.35π rad，阻带最小衰减为20dB。(从$H_a(s)$）转换到$H(z)$只需写出转换公式即可)

附表：巴特沃思归一化模拟系统滤波器部分参数

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

分母因式 / 阶数N	$B(p)=B_1(p)B_2(p)...B_5(p)$
1	$(p+1)$
2	$(p^2+1.4142p+1)$
3	$(p^2+p+1)(p+1)$
4	$(p^2+0.7654p+1)(p^2+1.8478p+1)$

咚咚学长：写出关键公式即可；

3.（8 分）已知 FIR 滤波器的单位取样响应 $h(n)=\{1,2,x_1,x_2,x_3,\}$。

(1)若该滤波器满足第二类线性相位，则 x_1,x_2,x_3 的值应为多少；

(2)求出该滤波器的群延时；

(3)画出该滤波器的线性相位网格结构图。

4.（8 分）采用频率采样法设计第一类线性相位低通 FIRDF，要求通带截止频率 $\omega_p=\frac{\pi}{3}$，阻带最小衰减 α_s 大于 40dB，过渡带宽 $\Delta B\le\frac{4\pi}{15}$

(1)使用频率采样法得到的 FIRDF 的长度 N 至少应取多少；

(2)写出频率采样 $H(k)$ 的表达式；*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

(3)写出滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$ 。（给出表达式即可）

附表:过渡带采样点个数 m 与滤波器阻带最小衰减 α_s 的经验数据

m	1	2	3
α_s	45~55dB	65~75dB	85~95dB

咚咚学长：完成（1），第（2）（3）了解即可，改为“频率采样法设计 FIRDF 的步骤”

答：

① 根据阻带最小衰减 α_s 选择过渡带采样点数 m；

② 确定过渡带带宽 ΔB，按照 $N\ge\frac{2\pi(m+1)}{\Delta B}$ 估算滤波器长度 N；

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

③ 构造一个希望逼近的频率响应函数 $H_d\left(e^{j\omega}\right)=H_{dg}\left(\omega\right)e^{-j\frac{N-1}{2}\omega}$；

④进行频率采样 $H\left(k\right)=H_d\left(e^{j\omega}\right)\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}=A\left(k\right)e^{-j\frac{N-1}{N}\pi k},k=0,1,2,\cdots,N-1$，

$A\left(k\right)=H_{dg}\left(\frac{2\pi}{N}k\right),k=0,1,2,\cdots,N-1$；

⑤对 $H\left(k\right)$ 进行 N 点 *IDFT* 得到第一类线性相位 *FIRDF* 的单位脉冲响应

$$h\left(n\right)=IDFT\left[H\left(k\right)\right]_N=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}H\left(k\right)e^{j\frac{2\pi}{N}kn},n=0,1,2,\cdots,N-1$$

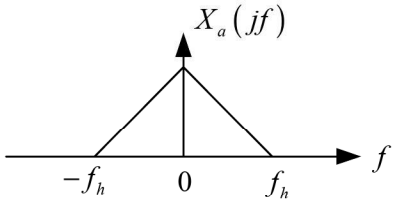
⑥检验设计结果，如果阻带最小衰减未达到指标要求，则要改变过渡带采样点数，直到满足指标要求为止，如果滤波器边界频率未达到指标要求，则要微调 $H_{dg}\left(\omega\right)$ 的边界频率。

5.（8 分）模拟信号的 $x_a\left(t\right)$ 的最高频率为 f_h。其频谱如图所示，对 $x_a\left(t\right)$ 以 $f_s=6f_h$ 对其进行等间隔采样，得到离散时间信号 $x\left(n\right)$。

(1) 画出 $x\left(n\right)$ 的频谱示意图（仅画出 $\left(-\pi,\pi\right)$ 区间上的即可）；

(2) 对信号 $x\left(n\right)$ 进行内插和抽取，以实现按因子 $\frac{2}{5}$ 的采样率转换， 得到信号 $y\left(n\right)$（即 $y\left(n\right)$ 的采样率 $f_{s1}=\frac{12f_h}{5}$）。画出由 $x\left(n\right)$ 变换为 $y\left(n\right)$ 的实现框图，并说明各个模块的参数；

(3) 画出框图中每个节点的频谱示意图（仅画出 $\left(-\pi,\pi\right)$ 区间上的即可）。



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018年（A）参考答案

一、填空

1. 0.02；8

2. $h(n)$为因果序列；收敛域包含单位圆

3. N^2；$0.5N\text{lb}N$

4. $N\geq M$

5. $L\geq M+N-1$

6. 0.01s；0.5×10^{-3}s；20

7. 20；20 或 140(或 满足$|20\pm160n|$，n取任意整数的任意一个答案都正确，但为非推荐答案)

评注：由$f_k=\frac{F_s}{N}k$有$\frac{160}{8}\times7=140$，由于周期性，也可以表示-20，有对称性也可以表示20。

8. 13

9. $H_{\min}(z)=\frac{\left(z+\frac{1}{3}\right)\left(z+\frac{1}{2}\right)}{\left(z-\frac{1}{2}\right)\left(z-\frac{1}{3}\right)}$；$H_{\text{ap}}(z)=\frac{z+2}{z+\frac{1}{2}}$

评注：全通滤波器的特点是**零极点互为倒易关系**。而最小相位滤波器的特点是零极点都在单位圆内。通过这两个性质，就可以将任何一个滤波器拆成一个最小相位滤波器和全通滤波器级联的形式。这是**非常重要**的性质，请**务必掌握**。此题中，显然只有分子的$z+2$项零点不在单位圆内，故将其提出作为全通滤波器的一部分，故求得$H_{\text{ap}}(z)$，继而求得$H_{\min}(z)$。

10. $\omega=\Omega T$；频谱混叠失真

二、问答题

1. 框图如下：



2. 解：(1)假设序列$x(n)$的长度为M，$N\geq M$，则N点DFT和FT、ZT定义如下：

$$X(k)=\text{DFT}[x(n)]_N=\sum_{n=0}^{M-1}x(n)\text{e}^{-\text{j}\frac{2\pi}{N}kn}\quad,\quad k=0,1,2,\cdots,N-1$$

$$X(\text{e}^{\text{j}\omega})=\text{FT}[x(n)]=\sum_{n=0}^{M-1}x(n)\text{e}^{-\text{j}\omega n}$$

$$X(z)=\text{ZT}[x(n)]=\sum_{n=0}^{M-1}x(n)z^{-n}$$

比较上面三式，当$X(z)$收敛域包含单位圆时，$X(k)=X(z)\big|_{z=\text{e}^{\text{j}\frac{2\pi}{N}k}}=X(\text{e}^{\text{j}\omega})\big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$。

(2)$\tilde{X}(k)=\sum_{n=0}^{M-1}x(n)\text{e}^{-\text{j}\frac{2\pi}{N}kn}$，DFT为DFS的主值区间。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 解：(1)序列的 N 点 DFT 为：$X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)]_N=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{kn}$，$k=0,1,\ldots,N-1$。

将上面的和式按 n 的奇偶性分解为

$$X(k)=\sum_{n\text{为偶数}}x(n)W_N^{kn}+\sum_{n\text{为奇数}}x(n)W_N^{kn}$$

$$=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l)W_N^{k2l}+\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l+1)W_N^{k(2l+1)}=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l)W_N^{k2l}+W_N^k\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l+1)W_N^{k2l}$$

令 $x_1(l)=x(2l)$，$x_2(l)=x(2l+1)$，因为 $W_N^{k2l}=W_{\frac{N}{2}}^{kl}$，所以上式可以写成：

$$X(k)=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_1(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl}+W_N^k\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_2(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl},\quad k=0,1,\ldots,N-1$$

上式说明，按 n 的奇偶性将 $x(n)$ 分成两个 $\frac{N}{2}$ 长的序列 $x_1(l)$ 和 $x_2(l)$，则 N 点 DFT 可分解为两个 $\frac{N}{2}$ 点 DFT 来计算。用 $X_1(k)$ 和 $X_2(k)$ 分别表示 $x_1(l)$ 和 $x_2(l)$ 的 $\frac{N}{2}$ 点 DFT，即：

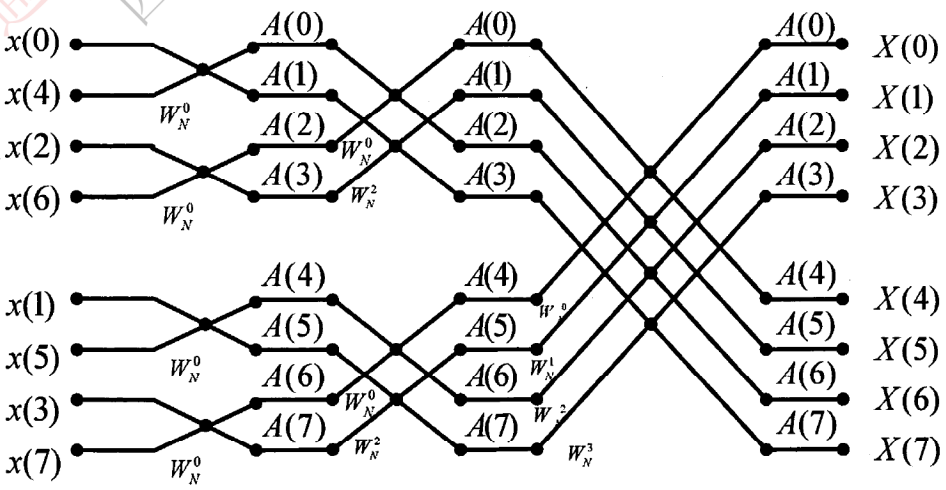
$$X_1(k)=\mathrm{DFT}[x_1(l)]_{\frac{N}{2}}=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_1(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl},\quad k=0,1,\ldots,\frac{N}{2}-1$$

$$X_2(k)=\mathrm{DFT}[x_2(l)]_{\frac{N}{2}}=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_2(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl},\quad k=0,1,\ldots,\frac{N}{2}-1$$

将以上两式代入前面的式子，并利用 $W_N^{k+\frac{N}{2}}=-W_N^k$ 和 $X_1(k)$、$X_2(k)$ 的隐含周期性可以得到：

$$\left.\begin{aligned}X(k)&=X_1(k)+W_N^kX_2(k)\\X\left(k+\frac{N}{2}\right)&=X_1(k)-W_N^kX_2(k)\end{aligned}\right\}k=0,1,\ldots,\frac{N}{2}-1$$

(2) $N=8$ 点的基 2DIT-FFT 运算流图如下：



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、计算题

1. 解：(1) $H(z)=\dfrac{1+z^{-1}}{1-0.8z^{-1}}=\dfrac{z+1}{z-0.8}$

极点 $z=0.8$，系统因果稳定，故收敛域为 $|z|>0.8$。

(2)法 1： $H(z)=\dfrac{z+1}{z-0.8}=\dfrac{z}{z-0.8}+\dfrac{z}{z-0.8}\cdot z^{-1}$

$h(n)$ 为因果序列，故 $h(n)=0.8^n u(n)+0.8^{n-1}u(n-1)$。

法 2：令 $F(z)=H(z)\cdot z^{n-1}=\dfrac{z^n+z^{n-1}}{z-0.8}$。

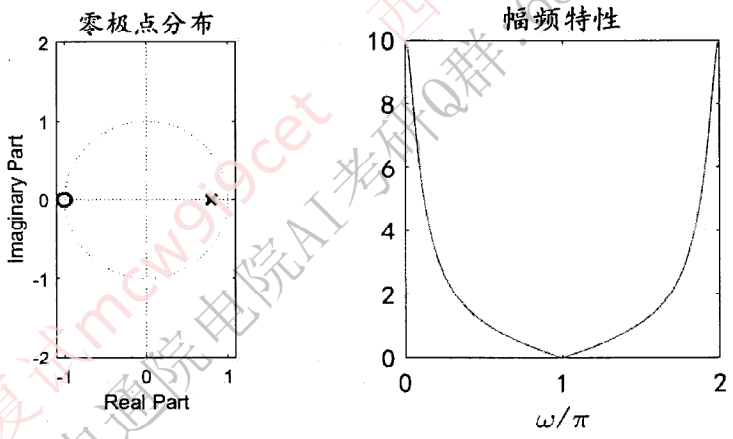
$n\geq 1$ 时， $h(n)=\mathrm{Res}\left[F(z),0.8\right]=z^n+z^{n-1}\Big|_{z=0.8}=0.8^n+0.8^{n-1}$；

$n=0$ 时， $F(z)=\dfrac{1+z^{-1}}{z-0.8}=\dfrac{z+1}{z(z-0.8)}$， $h(n)=\mathrm{Res}\left[F(z),0\right]+\mathrm{Res}\left[F(z),0.8\right]=\dfrac{1}{-0.8}+\dfrac{1.8}{0.8}=1$；

$n<0$ 时， $h(n)=0$。

综上， $h(n)=0.8^n u(n)+0.8^{n-1}u(n-1)$

(3)这是一个低通滤波器，零极点分布图和幅频特性如下：



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 解：(1)确定数字滤波器的技术指标：

$\omega_p = 0.15\pi\,\text{rad}$，$\alpha_p = 1\,\text{dB}$，$\omega_s = 0.35\pi\,\text{rad}$，$\alpha_s = 20\,\text{dB}$

(2)非线性预畸变校正：

$$\Omega_p = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2} = \tan 0.075\pi = 0.2401，\quad \alpha_p = 1\,\text{dB}$$

$$\Omega_s = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2} = \tan 0.175\pi = 0.6128，\quad \alpha_s = 20\,\text{dB}$$

(3) $\varepsilon = \sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}} - 1} = \sqrt{10^{0.1} - 1} = 0.508847$，$A = 10^{\frac{\alpha_s}{20}} = 10$

$$k = \frac{\Omega_p}{\Omega_s} = \frac{0.2401}{0.6128} = 0.3918，\quad k_1 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2 - 1}} = \frac{0.508847}{\sqrt{100 - 1}} = 0.0511$$

$$N = \left\lceil \frac{\lg k_1}{\lg k} \right\rceil = 4，\quad \Omega_c = \frac{\Omega_s}{(A^2 - 1)^{\frac{1}{2N}}} = \frac{0.6128}{(100 - 1)^{\frac{1}{8}}} = 0.3450$$

查表得归一化的四阶巴特沃思模拟低通滤波器的系统函数为：

$$G_a(p) = \frac{1}{(p^2 + 0.7654p + 1)(p^2 + 1.8478p + 1)}$$

去归一化得：

$$H_a(s) = G(p)\Big|_{p=\frac{s}{\Omega_c}} = \frac{\Omega_c^4}{(s^2 + 0.7654\Omega_c s + \Omega_c^2)(s^2 + 1.8478\Omega_c s + \Omega_c^2)}$$

$$= \frac{0.0142}{(s^2 + 0.2641s + 0.1190)(s^2 + 0.6375s + 0.1190)}$$

用双线性变换法将模拟滤波器转换为数字滤波器，即：$H(z) = H_a(s)\Big|_{s=\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

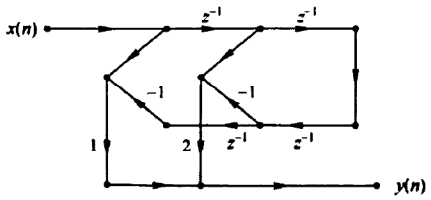
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 解：(1) $N=5$，第二类线性相位，有 $h(n)=-h(N-1-n)$，$0\le n\le N-1$。

故 $x_3=0$，$x_4=-2$，$x_5=-1$；

(2) $\tau=\dfrac{N-1}{2}=2$；

(3) $h(n)=\{\underset{\uparrow}{1},2,0,-2,-1\}$，线性相位结构图如下：



评注：线性相位的推导过程希望大家一定要**全部认真推导一遍**以求理解透彻！

此外，线性相位结构是非常重要的一种网络结构，优点是由于系数相同，可以**节约(近)一半的乘法器**。它分为第一类线性相位和第二类线性相位，每一类线性相位又分为 N 为奇数、偶数。

4. 解：(1) $\alpha_s\ge 40\text{dB}$，根据表格，选择满足要求的最小值，即 $m=1$。

根据公式求出 $N\ge\dfrac{(m+1)\cdot 2\pi}{\Delta B}=15$。

(2)由于是第一类 FIRDF，若取 $N=15$(或其他满足条件的奇数)，则有 $H_{dg}(\omega)=H_{dg}(2\pi-\omega)$，则

$$H_{dg}(e^{j\omega})=\begin{cases}e^{-j\omega\frac{N-1}{2}}=e^{-j7\omega}, & 0\le\omega<\dfrac{\pi}{3}\text{或}\dfrac{5\pi}{3}<\omega\le 2\pi\\ Ce^{-j\omega\frac{N-1}{2}}=Ce^{-j7\omega}, & \omega=\dfrac{\pi}{3}\text{或}\dfrac{5\pi}{3}\\ 0, & \dfrac{\pi}{3}<\omega<\dfrac{5\pi}{3}\end{cases}\qquad\text{其中}0<C<1。$$

故 $A(k)=\begin{cases}1, & k=0,1,2,13,14\\ C, & k=3,12\\ 0, & k=4\sim 11\end{cases}$，$\theta(k)=-\omega\tau=-\dfrac{2\pi k}{N}\cdot\dfrac{N-1}{2}=-\dfrac{15\pi k}{16}$。

$$H(k)=A(k)e^{j\theta(k)}=\begin{cases}e^{-j\frac{14\pi k}{15}}, & k=0,1,2,13,14\\ Ce^{-j\frac{14\pi k}{15}}, & k=3,12\\ 0, & k=4\sim 11\end{cases}$$

若取 $N=16$(或其他满足条件的偶数)，则有 $H_{dg}(\omega)=-H_{dg}(2\pi-\omega)$，则

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

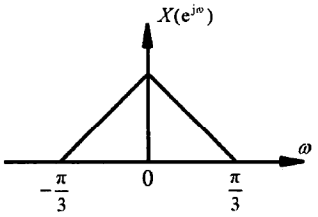
$$H_{dg}(e^{j\omega})=\begin{cases} e^{-j\omega\frac{N-1}{2}}=e^{-j\frac{15\omega}{2}}, & 0\le\omega<\dfrac{\pi}{3} \\ Ce^{-j\omega\frac{N-1}{2}}=Ce^{-j\frac{15\omega}{2}}, & \omega=\dfrac{\pi}{3} \\ 0, & \dfrac{\pi}{3}<\omega<\dfrac{5\pi}{3} \\ -Ce^{-j\omega\frac{N-1}{2}}=-Ce^{-j\frac{15\omega}{2}}, & \omega=\dfrac{5\pi}{3} \\ -e^{-j\omega\frac{N-1}{2}}=-e^{-j\frac{15\omega}{2}}, & \dfrac{5\pi}{3}<\omega\le 2\pi \end{cases}$$ 其中$0<C<1$。

$$A(k)=\begin{cases} 1, & k=0,1,2 \\ C, & k=3 \\ -C, & k=13 \\ -1, & k=14,15 \\ 0, & k=4\sim 12 \end{cases}, \quad H(k)=A(k)^{j\theta(k)}=\begin{cases} e^{-j\frac{15\pi k}{16}}, & k=0,1,2 \\ Ce^{-j\frac{15\pi k}{16}}, & k=3 \\ -Ce^{-j\frac{15\pi k}{16}}, & k=13 \\ -e^{-j\frac{15\pi k}{16}}, & k=14,15 \\ 0, & k=4\sim 12 \end{cases}$$

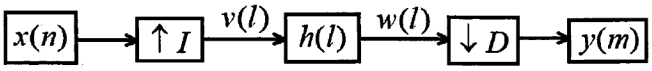
(3) $h(n)=\mathrm{IDFT}[H_d(k)]=\sum_{m=-\infty}^{\infty}h_d(n+mN)\cdot R_N(n)$

评注：此题与课本例 7.3.1 相似。该年第一次考查了频率采样法设计滤波器的大题，用意在于提醒大家考前要好好看书。

5. 解：(1) $f_s=6f_h$，$f_s\leftrightarrow 2\pi$，所以 $f_h\leftrightarrow\dfrac{\pi}{3}$。频谱图如下：



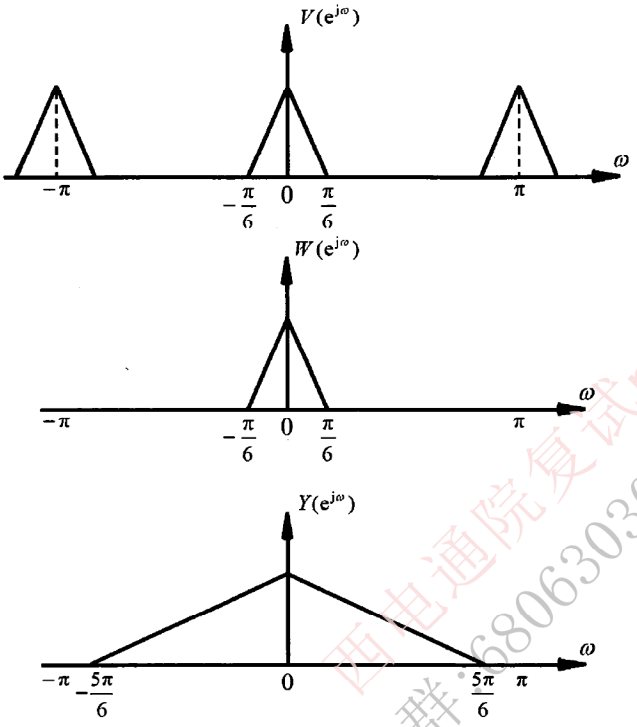
(2)依题意，先上采样两倍，再下采样 5 倍即可。框图如下，其中 $I=2$，$D=5$：



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(3)框图如下：



评注：(2)中尽量采用先上采样再下采样的方法，因为上采样不存在频谱混叠问题，不需要抗混叠滤波而造成原信号失真。下采样时即使需要抗混叠造成的失真也不会太大。而先下采样需要抗混叠滤波，先截断的将比后截断的多。以此题为例，得到的最终图谱的高频部分将被截断，效果不如前者。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018年（B）数字信号处理期末考试题

1．请回答下面有关信号和系统的问题

（1）分析下列信号，指出哪个是连续信号、离散信号、数字信号。

(a)由时钟电路产生的正弦信号

(b)每一年用卷尺量的某学生的身高数据

(c)每隔一小时用水银温度计测量的体温数据

(d)用计算机播放音乐时从CD中读取的数据

（2）已知离散时间系统$T\left[x(n)\right]=x(n)+3u(n+1)$，请确定该系统是否线性、时不变、稳定、因果的，其中是$u(n)$单位阶跃序列。

2. 一个线性时不变离散时间系统的单位取样响应为$h(n)=\{1,1,1,1,-2,-2;n=0,1,2,3,4,5\}$，求输入序列$x(n)$为$u(n)-u(n-4)$，该系统的零状态响应。

3.(1)已知线性时不变离散时间系统，其输入和输出满足下面差分方程:

$$y(n)-\frac{1}{2}y(n-1)=x(n)+2x(n-1)+x(n-2)$$

求该系统的频率响应$H\left(e^{j\omega}\right)$。

(2)若某线性时不变离散时间系统的频率响应是

$$H\left(e^{j\omega}\right)=\frac{1-\frac{1}{2}e^{-j\omega}+e^{-j3\omega}}{1+\frac{1}{2}e^{-j\omega}+\frac{3}{4}e^{-j2\omega}}$$

写出对应该系统的差分方程。*(西电通院电院AI考研Q群：680630306)*

4.已知某因果、稳定线性时不变离散时间系统的差分方程为

$$y(n)=x(n)-x(n-1)-0.7y(n-1)$$

(1)求该系统的系统函数$H(z)$,画出其零、极点分布图，指出其收敛域。

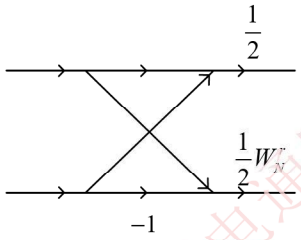
(2)画出系统的幅频响应示意图，说明系统的滤波特性。

5.已知$R_4(n)=1,0\le n\le 3$，分别求解其离散时间傅里叶变换$(\mathrm{DTFT})X\left(e^{j\omega}\right)$,4点离散傅里叶变换$(\mathrm{DFT})X_4(k)$,8点离散傅里叶变换$(\mathrm{DFT})X_8(k)$，并画出$\left|X\left(e^{j\omega}\right)\right|$,$\left|X_4(k)\right|$,$\left|X_8(k)\right|$的图形,对比三个结果，说明它们的关系。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6. 已知输入序列$x(n)$的长度为 481，现将$x(n)$通过一个线性时不变离散时间系统，该系统的单位取样响应$h(n)$的长度为 30。如用DFT来求解系统的零状态响应，请画出求解过程的原理框图，并说明理由。

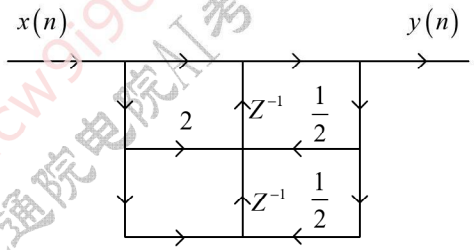
7. 下图是用于表示$N=8$ IFFT流图的蝶形运算结构，该IFFT流图是由$N=8$时间抽选FFT流图所获得的。若IFFT流图中的三级，用$m=1,2,3$来表示，那么对于三级中的每一级，r的可能取值是什么?计算$N=8$ IFFT 时，需要的复数乘法和复数加法的次数是多少?



8. 已知某系统的信号流图如下。

(1)写出该流图对应的差分方程。

(2)将该系统表示为两个一阶子系统级联的形式，并画出流图。



9. 回答下面有关设计滤波器的问题

（1）当用模拟滤波器设计IIR数字滤波器时，对由S平面到Z平面的映射，有什么要求？什么是双线性变换设计方法?

（2）使用窗函数法设计FIR数字滤波器的基本步骤是什么?窗函数法设计FIR数字滤波器时，窗函数的长度和形状，可分别用来控制FIR数字滤波器的什么技术指标?

10. 已知序列$x(n)=\{1,0,2,2,p,1;n=0,1,2,3,4,5\}$，$X(e^{j\omega})$是$x(n)$的离散时间傅里叶变换(DTFT)。$Y(k)$是$X(e^{j\omega})$在$\omega_k=2\pi k/4$，$0\le k\le 3$的取样值，序列$y(n)=\{4,1,2,2;n=0,1,2,3\}$是$Y(k)$的4点IDFT。请求出$p$的值。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018年（B）参考答案

数字信号处理考题参考答案

1.

(1) 考核内容： 信号类型的区分

评分方法： 每问 1 分.

a.连续信号 -------- (1 分)

b.离散信号 -------- (1 分)

c.离散信号、数字信号均可(也有水银数字体温计) -------- (1 分)

d.数字信号 -------- (1 分)

(2) 考核内容： 时域离散系统的性质

评分方法： 线性 2 分、时不变性 2 分、稳定性 1 分、因果性 1 分.

a.线性：

当 $n<-1$ 时， $T[x(n)]=x(n)$ ，系统为线性系统.

当 $n\geq -1$ 时，由 $T[x(n)]=x(n)+3u(n+1)$ 可得：

$T[ax_1(n)+bx_2(n)] = ax_1(n)+bx_2(n)+3u(n+1)$

$aT[x_1(n)]+bT[x_2(n)]=ax_1(n)+3au(n+1)+bx_2(n)+3bu(n+1)$

因为 $T[ax_1(n)+bx_2(n)] \neq aT[x_1(n)]+bT[x_2(n)]$ ，故该系统为非线性系统.

----------(2 分)

b.时不变性：

当 $n<-1$ 时,有 $T[x(n)]=x(n)$

则 $T[x(n-n_0)]=x(n-n_0)$,

令 $y(n)=x(n)$ ，则 $y(n-n_0)=x(n-n_0)$

因为 $T[x(n-n_0)]=y(n-n_0)$ ，故此时系统为时不变系统.

当 $n\geq -1$ 时,根据时不变性的定义，当输入有 n_0 的时延时，输出也相应的有 n_0 的时延，但该系统在 $n=-1$ 时就开始有输出，故此时系统为时变系统.

---------(2 分)

c.稳定性：

令 $y(n)=x(n)+3u(n+1)$ ，则当输入 x(n)有界,即 $|x(n)|\leq M_x<\infty$ 时，

有 $|y(n)|\leq|x(n)|+3|u(n+1)|\leq M_x+3<\infty$,

故该系统为稳定系统.

----------(1 分)

d.因果性：

当 $n<-1$ 时， $T[x(n)]=x(n)$ ，系统输出只与当前时刻输入有关，

故此时系统为因果系统.

当 $n\geq -1$ 时，系统在 $n=-1$ 时就开始有输出，但此时输入 $x(n)$ 可能为 0，

故此时系统为非因果系统.

----------(1 分)

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 考核内容：线性卷积计算

评分方法：下面两种方法均可,其他方法答对也可以;

写出线性卷积公式给 4 分,计算过程给 4 分,结果给 2 分.

方法一：

根据线性卷积的定义得：

$$y(n)=x(n)*h(n)=\sum_{m=-\infty}^{+\infty}h(m)x(n-m)$$ ----------(4 分)

将 $x(m)$ 做翻转，再平移 n 个单位后得到 $x(n-m)$，然后将其与 $h(m)$ 相乘后再求和，可得到：

$$\begin{aligned}y(n)=&\delta(n)+2\delta(n-1)+3\delta(n-2)+4\delta(n-3)+\delta(n-4)\\&-2\delta(n-5)-3\delta(n-6)-4\delta(n-7)-2\delta(n-8)\end{aligned}$$ ----------(4 分)

即 $y(n)=\{1,2,3,4,1,-2,-3,-4,-2\}\quad n=0,1,2,3,4,5,6,7,8$ ----------(2 分)

方法二：

$h(n)$ 和 $x(n)$ 可以用 $\delta(n)$ 表示为：

$$h(n)=\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)+\delta(n-3)-2\delta(n-4)-2\delta(n-5)$$ ----------(2 分)

$$x(n)=u(n)-u(n-4)=\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)+\delta(n-3)$$ ----------(2 分)

根据线性卷积及 $\delta(n)$ 的性质有：

$$\begin{aligned}y(n)&=x(n)*h(n)\\&=[\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)+\delta(n-3)]*[\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)+\delta(n-3)-2\delta(n-4)-2\delta(n-5)]\\&=\delta(n)+2\delta(n-1)+3\delta(n-2)+4\delta(n-3)+\delta(n-4)-2\delta(n-5)-3\delta(n-6)-4\delta(n-7)-2\delta(n-8)\end{aligned}$$

----------(4 分)

即 $y(n)=\{1,2,3,4,1,-2,-3,-4,-2\}\quad n=0,1,2,3,4,5,6,7,8$ ----------(2 分)

3. 考核内容：时域离散系统的差分方程表示与频域分析.

评分方法：下面两种方法均可;

参照下面方法给分.

(1)

方法一：

对 $y(n)-\frac{1}{2}y(n-1)=x(n)+2x(n-1)+x(n-2)$ 两边进行 Z 变换，

可得 $Y(z)-\frac{1}{2}Y(z)z^{-1}=X(z)+2X(z)z^{-1}+X(z)z^{-2}$ ----------(2 分)

故 $H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=\frac{1+2z^{-1}+z^{-2}}{1-\frac{1}{2}z^{-1}}$ ----------(2 分)

令 $z=e^{j\omega}$，可得系统的频响函数为：

$$H(e^{j\omega})=\frac{1+2e^{-j\omega}+e^{-j2\omega}}{1-\frac{1}{2}e^{-j\omega}}$$ ----------(1 分)

方法二：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

对 $y(n)-\frac{1}{2}y(n-1)=x(n)+2x(n-1)+x(n-2)$ 两边进行傅里叶变换，

可得 $Y(e^{j\omega})-\frac{1}{2}Y(e^{j\omega})e^{-j\omega}=X(e^{j\omega})+2X(e^{j\omega})e^{-j\omega}+X(e^{j\omega})e^{-j2\omega}$ ----------(2 分)

故系统的频响函数为 $H(e^{j\omega})=\frac{Y(e^{j\omega})}{X(e^{j\omega})}=\frac{1+2e^{-j\omega}+e^{-j2\omega}}{1-\frac{1}{2}e^{-j\omega}}$ ----------(3 分)

(2)

方法一：

系统的频响函数 $H(e^{j\omega})=\frac{1-\frac{1}{2}e^{-j\omega}+e^{-j3\omega}}{1+\frac{1}{2}e^{-j\omega}+\frac{3}{4}e^{-j2\omega}}$

令 $z=e^{j\omega}$，可得 $H(z)=\frac{1-\frac{1}{2}z^{-1}+z^{-3}}{1+\frac{1}{2}z^{-1}+\frac{3}{4}z^{-2}}$ ----------(1 分)

故 $Y(z)+\frac{1}{2}Y(z)z^{-1}+\frac{3}{4}Y(z)z^{-2}=X(z)-\frac{1}{2}X(z)z^{-1}+X(z)z^{-3}$ ----------(2 分)

两边取逆 Z 变换可得系统差分方程为：

$$y(n)+\frac{1}{2}y(n-1)+\frac{3}{4}y(n-2)=x(n)-\frac{1}{2}x(n-1)+x(n-3)$$ ----------(2 分)

方法二：

由系统的频响函数 $H(e^{j\omega})=\frac{1-\frac{1}{2}e^{-j\omega}+e^{-j3\omega}}{1+\frac{1}{2}e^{-j\omega}+\frac{3}{4}e^{-j2\omega}}$ 可得：

$$Y(e^{j\omega})+\frac{1}{2}Y(e^{j\omega})e^{-j\omega}+\frac{3}{4}Y(e^{j\omega})e^{-j2\omega}=X(e^{j\omega})-\frac{1}{2}X(e^{j\omega})e^{-j\omega}+X(e^{j\omega})e^{-j3\omega}$$

----------(3 分)

两边进行傅里叶反变换可得系统差分方程为：

$$y(n)+\frac{1}{2}y(n-1)+\frac{3}{4}y(n-2)=x(n)-\frac{1}{2}x(n-1)+x(n-3)$$

----------(2 分)

4. 考核内容：Z 变换的收敛域分析;利用系统函数分析时域离散系统的频率特性.
评分方法：参照下面方法给分.

解：

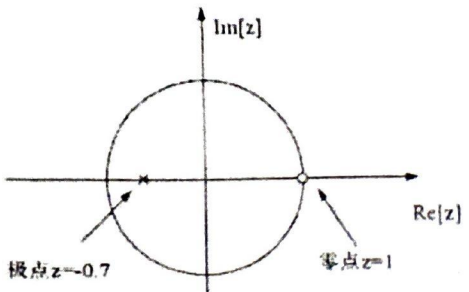
(1)

对 $y(n)=x(n)-x(n-1)-0.7y(n-1)$ 两边进行 Z 变换可得：

$Y(z)=X(z)-X(z)z^{-1}-0.7Y(z)z^{-1}$ ----------(1 分)

故系统函数为：

$H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=\frac{1-z^{-1}}{1+0.7z^{-1}}=\frac{z-1}{z+0.7}$ ----------(2 分)



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

零点为：$z=1$　极点为：$z=-0.7$ ----------(1 分)
零极点分布图如右所示：---------- (1 分)
对于因果稳定系统，$H(z)$ 收敛域为 $|z|>0.7$ -----(1 分)

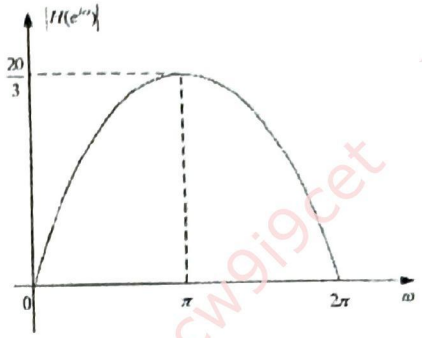
(2)

$H(e^{j\omega})=H(z)|_{z=e^{j\omega}}=\dfrac{e^{j\omega}-1}{e^{j\omega}+0.7}$ ---------(1 分)

幅度响应函数为 $|H(e^{j\omega})|=\left|\dfrac{e^{j\omega}-1}{e^{j\omega}+0.7}\right|$ ---------(1 分)

幅度响应函数图如右所示： ---------(1 分)

该系统为高通滤波器 ---------(1 分)



5.考核内容：DFT 与 DTFT 的关系
评分方法：参照下面方法给分.

a.根据傅里叶变换的定义有：

$$X(e^{j\omega})=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x(n)e^{-j\omega n}=\sum_{n=0}^{3}e^{-j\omega n}=\frac{1-e^{-j4\omega}}{1-e^{-j\omega}}=e^{-j\frac{3}{2}\omega}\frac{\sin 2\omega}{\sin\frac{\omega}{2}}$$

----------(2 分)

b.根据 DFT 的定义，4 点 DFT 为：

$$X_4(k)=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}R_4(n)W_4^{nk}=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}R_4(n)e^{-j\frac{2\pi}{4}nk}=\sum_{n=0}^{3}e^{-j\frac{2\pi}{4}nk}=\begin{cases}4 & k=0\\ \dfrac{1-e^{-j2\pi k}}{1-e^{-j\frac{\pi}{2}k}} & k=1,2,3\end{cases}=\begin{cases}4 & k=0\\ 0 & k=1,2,3\end{cases}$$

----------(2 分)

c. 根据 DFT 的定义，8 点 DFT 为：

$$X_8(k)=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}R_8(n)W_8^{nk}=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}R_8(n)e^{-j\frac{2\pi}{8}nk}=\sum_{n=0}^{7}e^{-j\frac{2\pi}{8}nk}$$

$$=\frac{1-W_8^{4k}}{1-W_8^{k}}=\frac{1-e^{-j\frac{2\pi}{8}4k}}{1-e^{-j\frac{2\pi}{8}k}}=e^{-j\frac{3}{8}\pi k}\frac{\sin\frac{\pi}{2}k}{\sin\frac{\pi}{8}k}$$

$$=\{4,1-j(1+\sqrt{2}),0,1+j(1-\sqrt{2}),0,1+j(\sqrt{2}-1),0,1+\sqrt{2}+j\}$$

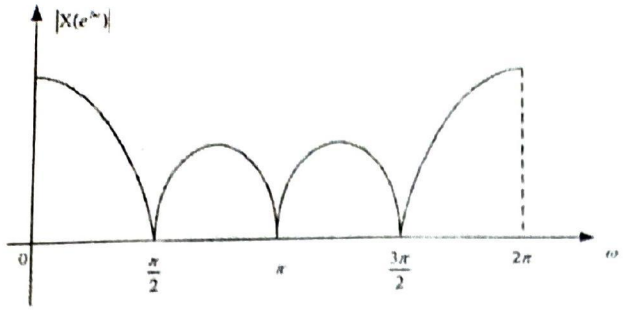
----------(2 分)

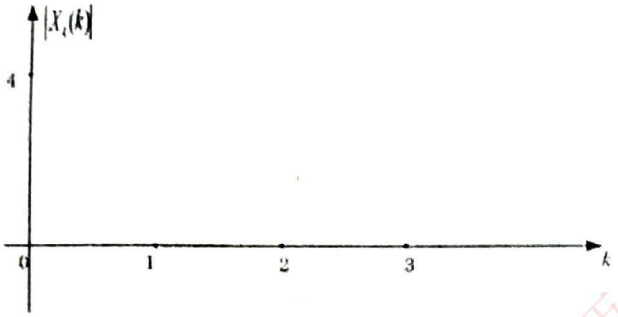
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

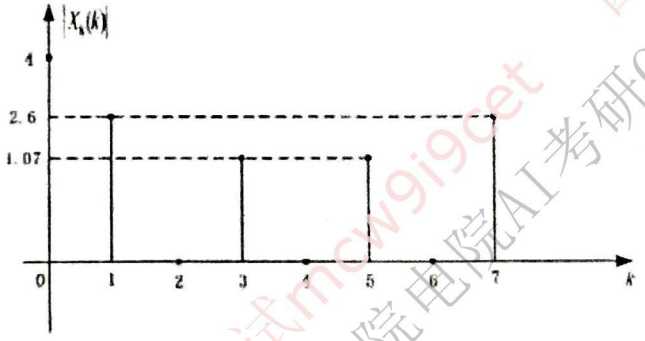
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

d.三者图像分别为：

----------(2 分)







e.比较：

DFT 是对傅里叶变换的采样，4 点 DFT 是对其在 $0,\frac{\pi}{2},\pi,\frac{3}{2}\pi$ 处的采样，8 点 DFT 是对其在 $0,\frac{\pi}{4},\frac{\pi}{2},\frac{3\pi}{4},\pi,\frac{5\pi}{4},\frac{3}{2}\pi,\frac{7\pi}{4}$ 处的采样.

----------(2 分)

6.

考核内容：用 DFT 实现线性卷积

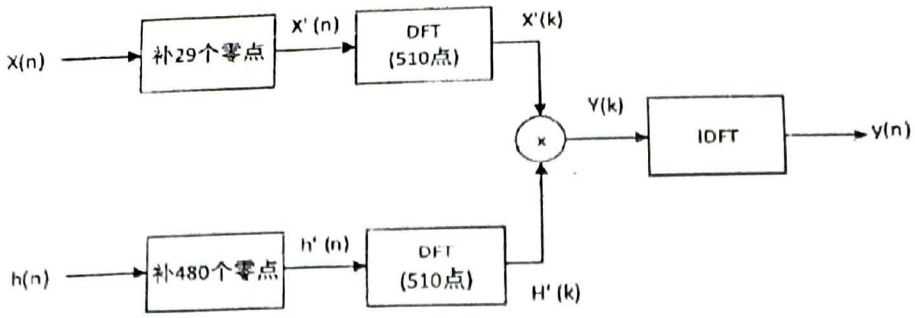
评分方法：画出流程图给 5 分，对原理有清晰说明给 4 分，指出工程中的实际用法给 1 分

解：

计算 DFT 的点数：N=481+30-1=510,

用 DFT 实现线性卷积的计算框图如下：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



----------(5 分)

原理说明：按照上述计算过程可实现 x(n)和 h(n)的线性卷积

$X'(k) = DFT[x'(n)]$、

$H'(k) = DFT[h'(n)]$、

$Y(k) = X'(k)H'(k)$

$y(n) = IDFT[Y(k)]$

----------(4 分)

工程实际用法：工程上通常利用 FFT 来计算 DFT，应按照 N = 512 点计算。

----------(1 分)

7.

考核内容：离散傅里叶的快速算法

评分方法：给出 m=1,2,3 时，相应的 r 值，给 5 分(或者画出完整的蝶型运算图给 5 分)，给出运算次数给 5 分。

解法一：

当 m=1 时,r=0,-1,-2,-3. ----------(3 分)

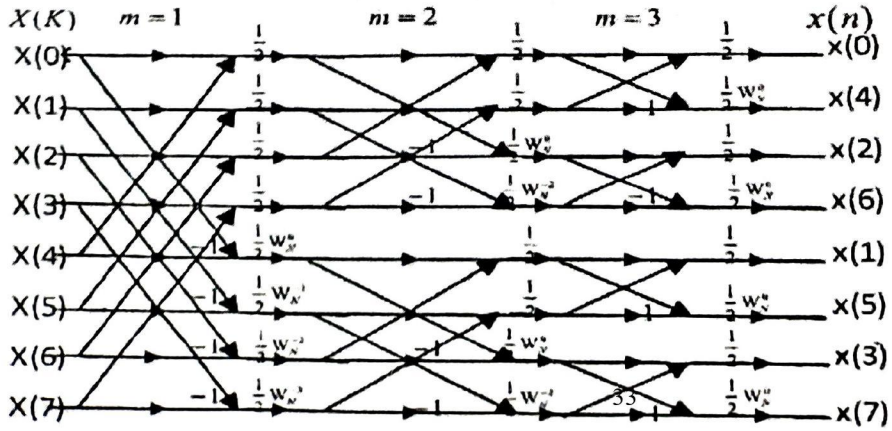
m=2 时,r=0,-2 ----------(1 分)

m=3 时,r=0 ----------(1 分)

乘法运算次数：$N\log_2 N$=24 ----------(2.5 分)

加法运算次数：$N\log_2 N$ =24 ----------(2.5 分)

解法二：



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

图中 r 的评分方法同解法一 ----------(5 分)

乘法运算次数： $N\log_2 N=24$ ----------(2.5 分)

加法运算次数： $N\log_2 N=24$ ----------(2.5 分)

8.

考核内容：数字滤波器的网络结构

评分方法：写出差分方程表达式给 5 分，画出两个一阶系统级联给 5 分

解：

(1).由信号流图得到 H(z)表达式如下：

$$H(z)=\frac{1+2z^{-1}+z^{-2}}{1-\frac{1}{2}z^{-1}-\frac{1}{2}z^{-2}}$$

由此对 H(z)求 Z 反变换得差分方程：

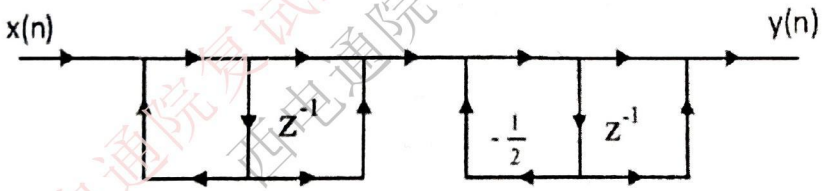
$$y(n)-\tfrac{1}{2}y(n-1)-\tfrac{1}{2}y(n-2)=x(n)+2x(n-1)+x(n-2)$$ ----------(5 分)

(2).将 H(z)表示为两个一阶系统相乘的形式：

$$H(z)=\frac{1+2z^{-1}+z^{-2}}{1-\frac{1}{2}z^{-1}-\frac{1}{2}z^{-2}}$$

$$=\frac{1+z^{-1}}{1+\frac{1}{2}z^{-1}}\cdot\frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}}$$

由上面分解式画出两个一阶系统级联的结构：



----------(5 分)

9.

考核内容：IIR 数字滤波器的设计方法，FIR 数字滤波器的设计方法

评分方法：每一小问给 2.5 分

解：

(1).

第一问:

a,映射应保留模拟滤波器的主要特性；

b, 映射应将稳定模拟滤波器映射成稳定的数字滤波器（也就是说将 s 平面的左半部分映射到 z 平面的单位圆内，s 平面的虚轴映射到 z 平面的单位圆上。）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

----------(2.5 分)

第二问:

双线性变换法：首先按照所要设计的数字滤波器的指标，考虑预畸变，设计一个对应的模拟滤波器,再利用变换 $s=\frac{2}{T}\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$ 获得最终的 IIR 数字滤波器。

----------(2.5 分)

(2).

第一问:

FIR 滤波器设计步骤：

第一步：根据技术指标确定希望滤波器的单位取样响应 $h_d(n)$；

第二步：根据对过渡带和阻带衰减的要求选择窗函数的长度和形状；

第三步：求出 FIR 滤波器的单位取样响应 $h(n)=h_d(n)\omega(n)$；

第四步：检验设计出的 FIR 数字滤波器是否满足指标，

若不满足重复第二，三，四步。

若满足停止。

----------(2.5 分)

第二问:

用窗的长度控制 FIR 数字滤波器过渡带的宽度，用窗的形状控制 FIR 数字滤波器的阻带衰减。

----------(2.5 分)

10.

考核内容：频率采样定理

评分方法：描述清楚解题思路给 5 分，求出答案给 5 分

解：

由于 $Z(e^{j\omega})$ 是 $x(n)$ 的傅里叶变换，

Y(k) 是 $Z(e^{j\omega})$ 的取样，取样点为 $\omega_k=\frac{2\pi k}{4}$，$0\le k\le 3$，

y(n) 是 $Y(k)$ 的 4 点 IDFT，

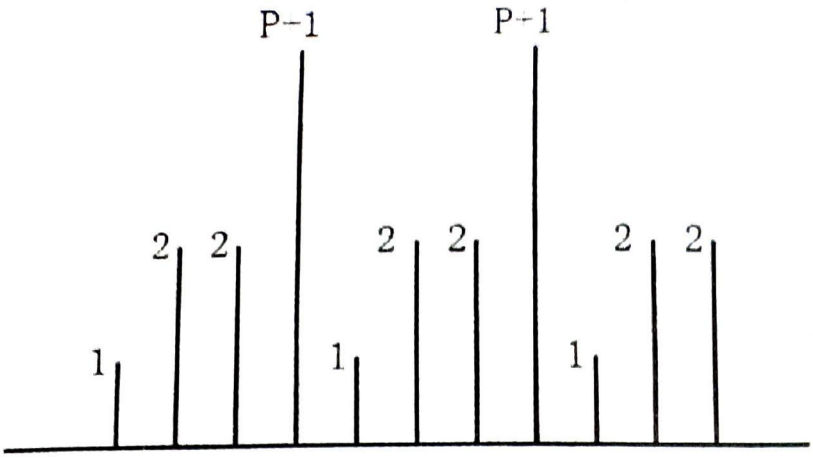
因此 y(n) 是 $x(n)$ 的周期拓展，

本题中，拓展周期 N=4。

----------(5 分)

$x(n)$ 周期拓展后的序列如下：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



对比 y(n)和拓展后的序列可得：

P+1=4

所以：p=3 ----------(5 分)

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017年（A）数字信号处理期末考试题

一、填空题（共 40 分，每空 2 分）

1. 若一个线性时不变系统为因果系统， 则该系统的单位脉冲响应序列 $h(n)$ 应满足_____；该序列 z 变换的收敛域为_____。

2. 序列 $x(n)=e^{j\frac{5}{3}\pi n}$ 的周期是_____。

3. 通过对模拟信号等间隔采样得到序列，设采样间隔为 T，则模拟角频率 Ω 与数字角频率 ω 之间的关系为_____。折叠频率对应的数字角频率为_____。*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

4. $X(k)$ 为实序列 $x(n)$ 的 18 点 DFT 变换结果，已知 $X(1)=1$，$X(2)=1+j$，$X(3)=\sqrt{2}+j$，则 $X(15)=$_____。

5. 若一线性时不变系统当输入为 $x(n)=\delta(n)$ 时， 输出为 $y(n)=R_3(n)$， 计算当输入为 $x(n)=u(n)-u(n-4)-R_2(n-1)$ 时，输出为_____。

6. 对序列 $x(n)=R_6(n)$ 进行 z 变换得到 $X(z)=$_____， 对 $X(z)$ 在单位圆上进行 4 点等间隔采样， 并将该采样看成长度为 4 的有限长序列 $y(n)$ 的 DFT，则 $y(n)=$_____。

7. 若要设计第一类线性相位的 FIR 数字滤波器， 则系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 应满足_____；并举出两种线性相位 FIR 数字滤波器的设计方法：_____和_____。

8. 用按时间抽取的基 2FFT 算法计算 N 点（ $N=2^L$，L 为整数）DFT，共需要_____次复数乘法，_____次复数加法。

9. 理想滤波器的重要特点包括_____、_____和_____。

10. 设两有限长序列的长度分别是 M 与 N，欲用循环卷积计算两序列的线性卷积，则循环卷积的长度至少应取_____。

11. 采用脉冲响应不变法设计 IIR 数字滤波器时，数字频率和模拟频率之间是_____关系，该方法可以设计低通和_____滤波器。

二、简答题（共 24 分）

1. （6 分）已知因果系统的差分方程为 $y(n)=0.5y(n-1)+x(n)+0.5x(n-1)$，

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

求系统的单位脉冲响应$h(n)$。

2.（6 分）用DFT对连续非周期信号进行谱分析，要求分辨率$F \le 10\text{Hz}$，信号最高频率$f_c = 2.5k\text{Hz}$，试确定最小记录时间$T_{p\min}$、最大采样间隔$T_{\max}$ 、最少采样点数$N_{\min}$。若f_c不变，谱分辨率提高一倍，则最小记录时间$T_{p\min}$和最小采样点数$N_{\min}$是多少？*（西电通院电院AI考研Q群：680630306）*

3.（6 分）试叙述利用窗函数法设计第一类线性相位FIRDF的步骤，并说明选择窗函数类型和窗函数长度的依据。

4.（6 分）信号多采样率转换时若将采样频率提高L倍（L为整数），画出原理方框图，并说明各模块的具体功能。

三、计算推导题（共 36 分）

1.（12 分）已知序列$x(n)$的z变换$X(z)=\dfrac{3}{1-0.5z^{-1}}+\dfrac{2}{1-2z^{-1}}$，求$x(n)$。

2.（10 分）画出$N=6$ 的第一类线性相位FIR滤波器的网络结构， 并描述该系统对应的时域信号要满足的特性，计算群延时τ及分析可以设计哪种类型的经典滤波器。

3.（14 分）用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器， 要求通带边界频率为0.2π rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为0.35π rad，阻带最小衰减为 10dB，假设采样周期T=2s。（从$H_a(s)$）转换到$H(z)$只需写出转换公式即可)

咚咚学长：此题不用做，改为“用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器的步骤”

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017年（A）参考答案

一、填空题

1. $h(n)=0$，$n<0$；$R_{x-}<|z|\le\infty$ 或 以R_{x-}为半径的圆外区域(包含无穷远点)

2. 6

评注：当$\frac{2\pi}{\omega}$为整数时，正弦序列周期$N=\frac{2\pi}{\omega}$；当$\frac{2\pi}{\omega}=\frac{N}{M}$时，正弦序列周期$N=M\frac{2\pi}{\omega}$，如题中$\frac{2\pi}{\frac{3}{4}\pi}=\frac{8}{3}$，取分子8为周期；当$\frac{2\pi}{\omega}$为无理数时，正弦序列没有周期性。

快速判断方法：若ω不含π，则正弦序列没有周期性。

3. $\omega=\Omega T$； π

评注：见课本第三版P103(第二版P97)。

4. $\sqrt{2}-\mathrm{j}$

评注：$x_{ep}(0)=x_{ep}(N)=x_{ep}^{*}(N)=x_{ep}^{*}(0)$，所以$\mathrm{Im}\left[x_{ep}(0)\right]=0$；同理$\mathrm{Re}\left[x_{op}(0)\right]=0$。

实信号中，$X(k)=X^{*}(N-k)$，即$|X(k)|=|X(N-k)|$，$\theta(k)=-\theta(N-k)$。利用共轭对称性质可以减少运算量，即推导出FFT。

5. $R_6(n)$

评注：$h(n)=R_3(n)$，$x(n)=R_4(n)-R_2(n-1)=\delta(n)+\delta(n-3)$

$$\begin{aligned}y(n)&=x(n)*h(n)=x(n)*[\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)]\\&=\delta(n)+\delta(n-3)+\delta(n-1)+\delta(n-4)+\delta(n-2)+\delta(n-5)\\&=R_6(n)\end{aligned}$$

6. $\frac{1-z^{-6}}{1-z^{-1}}$； $R_4(n)+R_2(n)$　评注：$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x(n)z^{-n}=\sum_{n=0}^{5}z^{-n}=\frac{1-z^{-6}}{1-z^{-1}}$，

由于4点采样，小于原长度6，不满足频率采样定理，会发生频谱混叠。于是恢复序列为：{2,2,1,1}或$R_4(n)+R_2(n)$。

7. $h(n)=h(N-1-n)$；窗函数法；频率采样法

8. $\frac{NL}{2}$(或$\frac{N}{2}\log_2 N$)； NL(或$N\log_2 N$)

评注：题目中给了L尽量用L去表示。

9. 在滤波器的通带内幅度为常数(非零)，在阻带中幅度为0；具有线性相位；单位脉冲响应是非因果无限长序列

10. $M+N-1$

11. 线性；带通

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、简答题

1.解：对方程两边进行 z 变换，得：$Y(z)=0.5z^{-1}Y(z)+X(z)+0.5z^{-1}X(z)$

故 $H(z)=\dfrac{Y(z)}{X(z)}=\dfrac{1+0.5z^{-1}}{1-0.5z^{-1}}=-1+\dfrac{2}{1-0.5z^{-1}}$

由于是因果序列，所以收敛域为 $0.5<|z|\le\infty$。

对其进行逆 z 变换，得 $h(n)=-\delta(n)+2\times0.5^{n}u(n)$。

评注：未给出明确条件时，**应判断该系统是否为因果系统**。若不能判断，则需分类讨论。

2.解：$T_{\text{pmin}}=\dfrac{1}{10}=0.1\,\text{s}$，$T_{\max}=\dfrac{1}{2.5\times10^{3}\times2}=0.2\text{ms}$，$N_{\min}=\dfrac{5\times10^{3}}{10}=500$

f_c 不变，谱分辨率提高一倍，则有 $T_{\text{pmin}}=\dfrac{1}{5}=0.2\,\text{s}$，$N_{\min}=\dfrac{5\times10^{3}}{5}=1000$

评注：课本第三版 P113(第二版 P107 例 4.5.1)改编。

3.答：窗函数法设计第一类线性相位滤波器的步骤：

(1)根据阻带最小衰减 α_s 选择合适的窗函数类型，写出窗函数的表达式 $w(n)$；

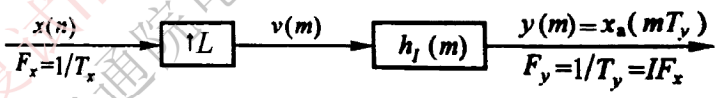
(2)构造希望逼近的频率响应函数 $H_d(e^{j\omega})$；

(3)通过反傅里叶变换求出 $h_d(n)$；

(4)加窗得到设计结果：$h(n)=w(n)h_d(n)$。

根据阻带最小衰减 α_s 选择合适的窗函数类型，根据 ΔB 选择窗的长度。

4.解：这是上采样(内插)。



第一个方框表示在序列 $x(n)$ 的相邻样点之间补 $L-1$ 个零，称为零值内插器；

第二个方框表示将零值内插后中间序列 $v(n)$ 经过一个低通滤波器，滤除其镜像频谱，称为抗镜像滤波器。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、计算推导题

1.解：首先可求得该序列的$X(z)$有两个极点：$z_1=0.5$，$z_2=2$。将复平面分为三个区域进行讨论。

(1)当收敛域为$|z|<0.5$时，该系统为非因果系统，两个序列均为左边序列。

$x(n)=-3\times0.5^n u(-n-1)-2\times2^n u(-n-1)$；

(2)当收敛域为$0.5<|z|<2$时，该系统为稳定系统，$X_1(z)=\dfrac{3}{1-0.5z^{-1}}$的逆$z$变换为因果序列，

$X_2(z)=\dfrac{2}{1-2z^{-1}}$的逆$z$变换为非因果序列。

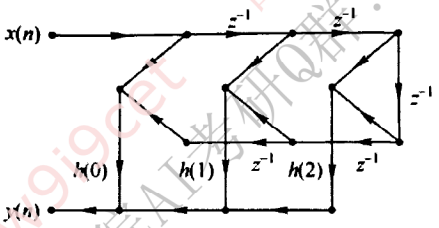
$x(n)=3\times0.5^n u(n)-2\times2^n u(-n-1)$；

(3)当收敛域为$|z|>2$时，该系统为因果系统，两个序列的逆z变换均为因果序列。

$x(n)=3\times0.5^n u(n)+2\times2^n u(n)$。

2.解：$N=6$，则$H(z)=h(0)\left(1+z^{-5}\right)+h(1)\left(z^{-1}+z^{-4}\right)+h(2)\left(z^{-2}+z^{-3}\right)$。

线性相位 FIR 网络结构如下：



群时延$\tau=\dfrac{N-1}{2}=\dfrac{5}{2}$。由于是第一类线性相位，所以时域信号需要满足关于$\tau$偶对称，即$h(n)=h(5-n)$，$0\le n\le5$。由于$N$为偶数，$h(n)=h(5-n)$，所有的点刚好对称分布在$\tau=\dfrac{5}{2}$两侧，引入$M=\left\lfloor\dfrac{N-1}{2}\right\rfloor=2$。

则有

$$H\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega}\right)=\sum_{n=0}^{2}\left[h(n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega n}+h(5-n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega(5-n)}\right]=\sum_{n=0}^{2}\left[h(n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega n}+h(n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega(5-n)}\right]$$

$$=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\frac{5}{2}}\sum_{n=0}^{2}h(n)\left[\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\left(n-\frac{5}{2}\right)}+\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega\left(n-\frac{5}{2}\right)}\right]=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\tau}\sum_{n=0}^{2}2h(n)\left[\cos\omega(n-\tau)\right]$$

故$H_{\mathrm{g}}(\omega)=\sum_{n=0}^{2}2h(n)\cos\left[\omega(n-2.5)\right]$，由于$\tau=\dfrac{5}{2}$非整数，$\omega=\pi$时，

$\cos\left[\omega(n-\tau)\right]=\cos\left[\pi(n-3)+\dfrac{\pi}{2}\right]=-\sin\left[\pi(n-3)\right]=0$，因此$H_{\mathrm{g}}(\omega)$关于$\omega=0,2\pi$偶对称，$\omega=\pi$奇对称。由于$\pi$是数字域最高频率，故高频分量无法保留。故只能实现**低通**和**带通**滤波器。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：(1)确定数字滤波器的技术指标：

$\omega_p = 0.2\pi\,\text{rad}$，$\alpha_p = 1\,\text{dB}$，$\omega_s = 0.35\pi\,\text{rad}$，$\alpha_s = 10\,\text{dB}$

(4)非线性预畸变校正：

$$\Omega_p = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2} = \tan 0.1\pi = 0.3249，\quad \alpha_p = 1\,\text{dB}$$

$$\Omega_s = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2} = \tan 0.175\pi = 0.6128，\quad \alpha_s = 10\,\text{dB}$$

$$(5)\ \varepsilon = \sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}} - 1} = \sqrt{10^{0.1} - 1} = 0.508847，\quad A = 10^{\frac{\alpha_s}{20}} = 10^{0.5} = 3.16$$

$$k = \frac{\Omega_p}{\Omega_s} = \frac{0.3249}{0.6128} = 0.5302，\quad k_1 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2 - 1}} = \frac{0.508847}{\sqrt{10 - 1}} = 0.170$$

$$N = \left\lceil \frac{\lg k_1}{\lg k} \right\rceil = 3，\quad \Omega_c = \frac{\Omega_s}{(A^2 - 1)^{\frac{1}{2N}}} = \frac{0.6128}{(10 - 1)^{\frac{1}{6}}} = \frac{0.73}{1.442} = 0.4250$$

查表得归一化的三阶巴特沃思模拟低通滤波器的系统函数为：

$$G_a(p) = \frac{1}{(p^2 + p + 1)(p + 1)}$$

去归一化得：

$$H_a(s) = G(p)\Big|_{p=\frac{s}{\Omega_c}} = \frac{\Omega_c^3}{(s^2 + \Omega_c s + \Omega_c^2)(s + \Omega_c)} = \frac{0.0767}{(s^2 + 0.4250s + 0.1806)(s + 0.4250)}$$

用双线性变换法将模拟滤波器转换为数字滤波器，即：$H(z) = H_a(s)\Big|_{s=\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017年（B）数字信号处理期末考试题

一、填空（40 分，每空 2 分）

1. 有一连续信号 $x_a(t)=\cos\pi t$，用采样间隔 $T=0.2\text{s}$ 对 $x_a(t)$ 进行采样得到序列 $x(n)$，则 $x(n)$ 的周期为_____，$x(2)=$_____。

2. 若一线性时不变系统，当输入为 $x(n)=\delta(n)$ 时输出为 $y(n)=R_3(n)$，则当输入为 $u(n)-u(n-2)$ 时，输出为_____。

3. $x(n)=\delta(n)$ 的 z 变换及其收敛域为_____；$x(n)=e^{j\omega n}u(n)$ 的 z 变换及其收敛域为_____。

4. 对实信号进行谱分析，要求频谱分辨率 $F\le 10\text{Hz}$，信号最高频率 $f_c=2.5k\text{Hz}$，则最小记录时间为_____，最大的采样间隔为_____，最少的采样点数为_____。*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

5. 设序列 $x(n)$ 是一长度为 32 的有限长序列 $(0\le n\le 31)$，序列 $h(n)$ 是一长度为 64 的有限长序列 $(0\le n\le 63)$，记 $x(n)$ 与 $h(n)$ 的线性卷积 $y(n)=x(n)*h(n)$，则 $y(n)$ 的长度为_____。

6. 已知 $\text{DFT}[x(n)]=X(k)$，若 $x(n)$ 为实奇对称序列，则相对应的 $X(k)$ 为_____序列。

7. $N=2^M$ 点 DFT 的基 2DIF-FFT 算法，共_____级运算，每一级运算都含有_____个蝶形运算。总共需要的理论复数乘法次数为_____，复数加法次数为_____。

8. 用脉冲响应不变法从模拟滤波器 $H_a(s)$ 设计数字滤波器 $H(z)$，若 $H_a(s)$ 有极点 $s_1=-0.5$，采样间隔 $T=0.1\text{s}$ 则 $H(z)$ 的极点为 $z_1=$_____；用双线性变化法从模拟滤波器设计数字滤波器，模拟频率 Ω 和数字频率 ω 之间的映射关系为_____。

9. 在利用窗函数法设计 FIR 滤波器时，窗函数频谱的主瓣宽度和旁瓣电平分别影响滤波器的_____和_____指标.

10. 所学 IIR 数字滤波器算法结构中，_____结构可以同时调整零点、极点以达到调整滤波器频率响应的目的，_____结构的运算效率最高。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二．简答题（共 10 分，每题 5 分）

1. 在数字信号处理中，有 DTFT、 ZT、 DFT 和 FFT，说明他们之间的关系。

2. 模拟信号以时间间隔 T 采样后，其频谱与采样前频谱有何关系？试用该关系解释奈奎斯特采样定理。*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

三．分析计算题（共 50 分）

1.（10分）已知序列 $x_1(n)=\{0,2,2,1;n=0,1,2,3\}$， $x_2(n)=\{1,2,-1,1;n=0,1,2,3\}$。

（1）计算线性卷积 $y_1(n)=x_1(n)*x_2(n)$；

（2）计算周期卷积 $y_2(n)=x_1(n)\circledast x_2(n),N=5$；

2.（20 分）一线性时不变系统由下面的差分方程描述：

$$y(n)=2.5y(n-1)-y(n-2)+2x(n)-0.8x(n-1)$$

（1）确定该系统的系统函数 $H(z)$，并给出其收敛域，画出其零极点分布图；

（2）分析该系统的稳定性，并求系统稳定时的单位冲激响应 $h(n)$；

（3）画出该系统的级联型结构信号流图；

（4）设输入 $x(n)=u(n)$，初始状态 $y(-1)=2$，$y(-2)=1$，求系统的零输入响应 $y_{zi}(n)$ ，零状态响应 $y_{zs}(n)$ 和全响应 $y(n)$。

3.（10 分）设 $x_1(n)$ 和 $x_2(n)$ 都是 N 点的实数序列，试用一次 N 点 DFT 运算来计算它们各自的 DFT： $\mathrm{DFT}[x_1(n)]=X_1(k)$ ， $\mathrm{DFT}[x_2(n)]=X_2(k)$。

4.（10 分）用频率采样法设计一个线性相位 FIR 数字高通滤波器，通带边界频率 $\omega_p=2\pi/3\mathrm{rad}$，过渡带上设置一个采样点，幅度采样值为 0.39，分别求 N=33 和 N=34 时的各点采样值 $H(k)$。

咚咚学长：本题改为“简述频率采样法设计 FIRDF 的优缺点。”

答：

优点：①直接从频域设计，物理概念清楚，直观方便；②适合于窄带滤波器设计，此时频率响应只有几个非零值。

缺点：截止频率难以控制。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017年（B）参考答案

一、填空（40分，每空2分）

1. 10，k=1, 2, …；$\cos 0.4\pi$

2. $R_3(n)+R_3(n-1)$

3. 1，$-\infty \le z \le +\infty$；$\frac{1}{1-e^{j\omega}z^{-1}}$，$|z|>e^{j\omega}$

4. 0.1s ； 2×10-4 s；500

5. 95

6. 虚共轭偶对称

7. M；N/2；N/2*$\log_2$N 或 NM/2；N*$\log_2$N 或 NM

8. $e^{-0.05}$；$\Omega=\frac{2}{T}\tan\left(\frac{\omega}{2}\right)$ 或 $\omega=2\arctan\left(\frac{\Omega T}{2}\right)$

9. 过渡带； 阻带最小衰减

10. 级联型；并联型

二. 简答题（共10分，每题5分）

1. 答：DTFT是Z平面单位圆上的ZT；（2分）

DFT是对DTFT在频域等间隔采样；（2分）

FFT是DFT的快速算法。（1分）

2. 答：采样后频谱是采样前频谱以1/T为周期的周期延拓；（1.5分）

采样后幅度是采样前的1/T。（1.5分）

设模拟信号的截止频率为 f_c，若采样频率为 f_s，则采样后频谱会是采样前频谱以 f_c 为周期进行周期延拓，若 $f_c<2f_c$，则采样后频谱会产生混叠现象，这时用理想低通滤波器进行滤波得到的是失真的模拟信号；所以奈奎斯特采样定理规定采样频率需要满足 $f_s\ge 2f_c$。（2分）

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三. 分析计算题（共 50 分）

1. 解：（1）$y_1(n)=\{0, 2, 6, 3, 2, 1, 1;\ n=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ （5 分）

（2）$y_2(n)=\{1, 3, 6, 3, 2\ ;\ n=0, 1, 2, 3, 4\}$ （5 分）

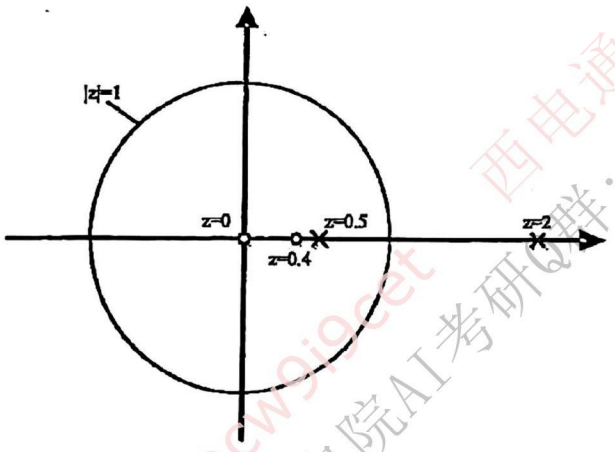
2. （每小题 5 分，共 20 分）

解：（1）$H(z)=\dfrac{2-0.8z^{-1}}{1-2.5z^{-1}+z^{-2}}=\dfrac{2z^2-0.8z}{z^2-2.5z+1}$；（1 分）

零点为 z=0 和 z=0.4；（1 分）

极点为 z=0.5 和 z=2；（1 分）

收敛域为 0.5<|z|<2；或|z|<0.5；或|z|>2。（2 分，只写出一个收敛域给 1 分）



（2）稳定性讨论：

0.5<|z|<2 时，收敛域包含单位圆，系统稳定 （1 分）

|z|<0.5，|z|>2 时，收敛域不包含单位圆，系统不稳定 （1 分）

计算 h(n)，根据留数定理 （3 分）

0.5<|z|<2 时，原序列为双边序列。

当 n≥0 时，围线内有一个极点 z=0.5，因此：

$$h(n)=Res\left[H(z)z^{n-1},0.5\right]=\frac{2z^2-0.8z}{z^2-2.5z+1}z^{n-1}(z-0.5)\Big|_{z=0.5}=-\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n u(n)$$

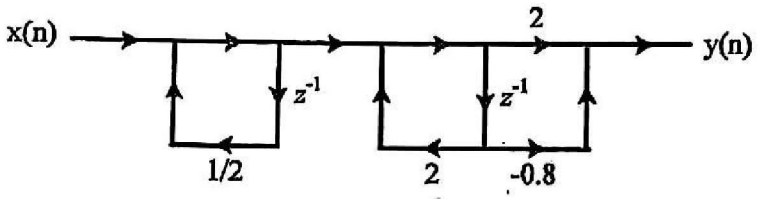
当 n<0 时，围线外有一个极点 z=2，因此：

$$h(n)=-Res\left[H(z)z^{n-1},2\right]=-\frac{2z^2-0.8z}{z^2-2.5z+1}z^{n-1}(z-2)\Big|_{z=2}=-\frac{32}{15}(2)^n u(-n-1)$$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

故：$h(n)=-\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n u(n)-\frac{32}{15}(2)^n u(-n-1)$

（3）



（5分）

（4）方法一：变换域解法

对差分方程两边同时作 z 变换，可得：

$$Y(z)=\frac{2.5y(-1)-z^{-1}y(-1)-y(-2)}{1-2.5z^{-1}+z^{-2}}+\frac{2-0.8z^{-1}}{1-2.5z^{-1}+z^{-2}}X(z)；\text{且 } X(z)=\frac{1}{1-z^{-1}}=\frac{z}{z-1}$$

将 X(z)，y(-1)，y(-2)分别带入可得：

零输入响应的 z 域表示为：$Y_{zi}(z)=\frac{4-2z^{-1}}{1-2.5z^{-1}+z^{-2}}=\frac{4z^2-2z}{z^2-2.5z+1}=\frac{4z}{z-2}$

零状态响应的 z 域表示为：

$$Y_{zs}(z)=\frac{2-0.8z^{-1}}{1-2.5z^{-1}+z^{-2}}\times\frac{z}{z-1}=\frac{2z^2-0.8z}{z^2-2.5z+1}\times\frac{z}{z-1}=\frac{\frac{2}{15}z}{z-\frac{1}{2}}+\frac{\frac{64}{15}z}{z-2}+\frac{-\frac{12}{5}z}{z-1}$$

故可得零输入响应：$y_{zi}(n)=4\times2^n u(n)$；

零状态响应：$y_{zs}(n)=\left[\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n+\frac{64}{15}2^n-\frac{12}{5}\right]u(n)$；

则全响应为：$y(n)=y_{zi}(n)+y_{zs}(n)=\left[\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n+\frac{124}{15}2^n-\frac{12}{5}\right]u(n)$。（5分）

方法二：时域迭代解法

由差分方程 $y(n)=2.5y(n-1)-y(n-2)+2x(n)-0.8x(n-1)$ 和输入 $x(n)=u(n)$ 以及初始状态 $y(-1)=2$，$y(-2)=1$，迭代递推得：

零输入响应：

n=0 时，y(0)=2.5y(-1)-y(-2) =4；

n=1 时，y(1)=2.5y(0)-y(-1)=8；

n=2 时，y(2)=2.5y(1)-y(0)=16；

…

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

n=n 时，y(n)=2.5y(n-1)-y(n-2)=4×2ⁿ;

故零输入响应为：$y_{zi}(n)=4\times 2^n u(n)$。

零状态响应：

n=0 时，y(0)=2u(0)-0.8u(-1)= 2;

n=1 时，y(1)=2.5y(0)+2u(1)-0.8u(0)=6.2;

n=2 时，y(2)=2.5y(1)-y(0)+2u(2)-0.8u(1)=14.7;

n=3 时，y(3)=2.5y(2)-y(1)+2u(3)-0.8u(2)=2.5×14.7-6.2+1.2;

...

n=n 时，$y(n)=2.5y(n-1)-y(n-2)+2u(n)-0.8u(n-1)=\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n+\frac{64}{15}2^n-\frac{12}{5}$;

故零状态响应为：$y_{zs}(n)=\left[\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n+\frac{64}{15}2^n-\frac{12}{5}\right]u(n)$。

则全响应为：$y(n)=y_{zi}(n)+y_{zs}(n)=\left[\frac{2}{15}\left(\frac{1}{2}\right)^n+\frac{124}{15}2^n-\frac{12}{5}\right]u(n)$

3. （共 10 分）解：利用量序列构成一个复序列

$w(n)=x_1(n)+jx_2(n)$

$$W(k)=DFT[w(n)]=DFT[x_1(n)+jx_2(n)]$$
$$=DFT[x_1(n)]+jDFT[x_2(n)]$$
$$=X_1(k)+jX_2(k)$$

由$x_1(n)=\mathrm{Re}[w(n)]$得

$$X_1(k)=DFT[x_1(n)]=DFT\{\mathrm{Re}[w(n)]\}=W_{ep}(k)$$
$$=\frac{1}{2}[W((k))_N+W^*((N-k))_N]R_N(k)$$ （5 分）

由$x_2(n)=\mathrm{Im}[w(n)]$得

$$X_2(k)=DFT[x_2(n)]=DFT\{\mathrm{Im}[w(n)]\}=\frac{1}{j}W_{ep}(k)$$
$$=\frac{1}{2j}[W((k))_N-W^*((N-k))_N]R_N(k)$$ （5 分）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4. （共 10 分）

解：（1）当 N=33 时，N 为奇数，且要求高通，则适用情况Ⅰ，H_k 偶对称于 ω=π；

通带截止频率为 $\omega_p = 2\pi/3rad$，满足 ω_p=22π/33rad。

相位特性函数：$\theta = -k\frac{2\pi}{N}\frac{N-1}{2} = -\frac{32}{33}\pi k$ （2 分）

$$H_k = \begin{cases} 0, & 0 \le k \le 9; 23 \le k \le 32 \\ 0.39, & k = 10和22 \\ 1, & 11 \le k \le 21 \end{cases}$$ （3 分）

（2）当 N=34 时，N 为偶数，且要求高通，则适用情况Ⅳ，H_k 偶对称于 ω=π；

通带截止频率为 $\omega_p = 2\pi/3rad$，满足 22π/34rad<ω_p<23π/34rad。

相位特性函数：$\theta = -\frac{\pi}{2} - k\frac{2\pi}{N}\frac{N-1}{2} = -\frac{\pi}{2} - \frac{33}{34}\pi k$ （2 分）

$$H_k = \begin{cases} 1, & 12 \le k \le 21 \\ 0.39, & k = 11和22 \\ 0, & 0 \le k \le 10; 23 \le k \le 33 \end{cases}$$ （3 分）

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016年（A）数字信号处理期末考试题节选

一、填空题

2. 系统具有因果性充要条件是：系统的单位脉冲响应序列$h(n)$应满足：_____

_____，该序列z变换的收敛域为：_____。

4. 全通滤波器的幅度特性用公式表示为：_____。

5. 对于一个线性时不变系统，系统稳定的充要条件是：_____。6. 有限长实序列的离散傅立叶变换具有_____。

7. 已知序列$x(n)$的长度为N，利用基于2FFT快速算法，需要的复数乘法和复数加法次数分别为_____和_____。

8. 设$X(k)$是纯虚数序列$x(n)$的8点DFT，且有$X(1)=1$，$X(2)=1+j$，则$X(6)=$_____。*（西电通院电院AI考研Q群：680630306）*

9. 已知序列$x(n)$的长度为N，$X(k)$是$x(n)$的M点离散傅立叶变换，则利用DFT分析序列$x(n)$的频谱$X(e^{j\omega})$的条件是：_____。

10. 任何一个因果稳定的滤波器均可以用一个_____和一个全通滤波器级联构成。

11 线性相位的FIR滤波器的单位脉冲响应$h(n)$应满足：_____。

12. 已知线性相位FIR数字滤波器的单位脉冲响应$h(n)$为实序列，z_k是$H(z)$的一个零点，则_____、_____、_____也一定是$H(z)$的零点。

13. 线性相位的FIR滤波器的常用设计方法有_____和_____。

14. 在模拟信号数字处理的方框图中，预滤波器和平滑滤波器均采用_____滤波器。

15. 已知序列$x(n)$的长度为M，其离散傅立叶变换函数$X(k)$，则$y(n)=\sum_{j=-\infty}^{\infty}x(n+m+jN)R_N(n)\,(N\geq M)$的$N$点离散傅立叶变换为：_____

二、简答题

1. 简述基于2（时域）的快速离散傅立叶变换的两个基本思想，并给出基本推

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

导过程。

2. 滤波器的系统函数为 $H(z)=\dfrac{1-z^{-N}}{1-az^{-N}}$ ，$a=0.75$， $N=4$ ，绘制该滤波器的零极点分布图及其幅频特性曲线。*(西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306)*

3. 简述利用窗函数法设计第一类线性相位 FIR 数字滤波器的步骤 ，需要说明选择窗函数类型和窗函数长度的依据，并解释吉布斯效应。

4. 已知数字滤波器的系统函 $H(z)=\dfrac{3+\frac{5}{3}z^{-1}+\frac{2}{3}z^{-2}}{\left(1-\frac{1}{3}z^{-1}\right)\left(1+\frac{1}{2}z^{-1}+\frac{1}{2}z^{-2}\right)}$，则该滤波器是有限长还是无限长单位脉冲响应滤波器？并分别画出对应的级联型网络结构和并联型网格结构。

5. 简述利用 DFT 对模拟信号（非周期）进行频谱分析的两个基本定理， 并说明可能产生的误差。

三、计算推导题。（共 36 分）

1. 给定序列 $x(n)=R_N(n)$。

(1) 求该序列的 z 变换及其收敛域；

(2) 求该序列的傅里叶变换；

(3) 求该序列的 DFT 。

2. 采用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为 0.2π rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为 0.4π rad，阻带最小衰减为 10dB，选择 $T=2$。（从 $H_a(s)$ 转换到 $H(z)$ 只需写出转换公式即可)

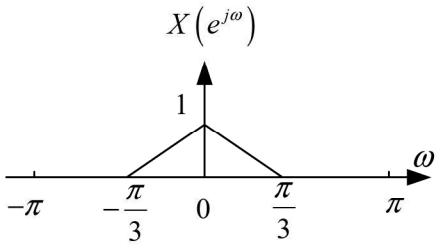
咚咚学长：此题改为“简述脉冲响应不变法和双线性变换法的优缺点。”

答：脉冲响应不变法：优点是数字频率和模拟频率保持线性关系，在采样周期 T 满足采样定理时，数字滤波器频率响应可以完全模仿模拟滤波器的频率响应；缺点是由于一般模拟滤波器不是带限的，因此实际上总存在频谱混叠失真。

双线性变换法：优点是从原理上彻底消除了频谱混叠；缺点是数字频率和模拟频率不再保持线性关系，引起数字频率与模拟频率之间的严重非线性畸变，使得数字滤波器频率响应不能模仿模拟滤波器的频率响应。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 信号 $x(n)$ 的频谱 $X\left(e^{j\omega}\right)$ 如下图所示：



(1) 按整数因子 $D=2$ 对信号 $x(n)$ 进行抽取得到 $y(m)$，绘制信号 $y(m)$ 的频谱 $Y\left(e^{j\omega}\right)$。能否由 $y(m)$ 恢复出 $x(n)$？ 说明原因；*(西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306)*

(2) 按整数因子 $D=4$ 对信号 $x(n)$ 进行抽取得到 $v(m)$， 绘制信号 $v(m)$ 的频谱 $V\left(e^{j\omega}\right)$。能否由 $v(m)$ 恢复出 $x(n)$？ 说明原因。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016年（A）节选参考答案

一、填空题

2. $h(n)=0$， $n<0$； $R_{x-}<|z|\le\infty$

4. $\left|H\left(e^{j\omega}\right)\right|=1$， $0\le\omega\le 2\pi$

5.收敛域包含单位圆(意思相同即可)

6.共轭对称

7. $\frac{NL}{2}$(或$\frac{N}{2}\log_2 N$)； NL(或$N\log_2 N$)

8. $-1+j$　　评注：共轭反对称，虚部相同实部相反。

9.满足频域采样定理

10.最小相位滤波器

11. $h(n)=\pm h(N-1-n)$

12. z_1^*、$\frac{1}{z_1}$、$\frac{1}{z_1^*}$

13.逼近理想滤波器特性的方法；最优设计法

14.低通

15. $Y(k)=W_N^{-km}X(k)$

评注：此题考查了 DFT 的循环移位性质。

二、简答题

1.解：利用 DFT 中 W_N^{kn} 的**周期性**和**对称性**，使整个 DFT 的计算变成一系列迭代运算，可大幅度提高运算过程和运算量，这就是 FFT 的基本思想。

序列的 N 点 DFT 为： $X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)]_N=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{kn}$， $k=0,1,\ldots,N-1$。

将上面的和式按 n 的奇偶性分解为

$$X(k)=\sum_{n\text{为偶数}}x(n)W_N^{kn}+\sum_{n\text{为奇数}}x(n)W_N^{kn}$$

$$=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l)W_N^{k2l}+\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l+1)W_N^{k(2l+1)}=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l)W_N^{k2l}+W_N^k\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x(2l+1)W_N^{k2l}$$

令 $x_1(l)=x(2l)$， $x_2(l)=x(2l+1)$，因为 $W_N^{k2l}=W_{\frac{N}{2}}^{kl}$，所以上式可以写成：

$$X(k)=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_1(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl}+W_N^k\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_2(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl}，\quad k=0,1,\ldots,N-1$$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

上式说明，按 n 的奇偶性将 $x(n)$ 分成两个 $\frac{N}{2}$ 长的序列 $x_1(l)$ 和 $x_2(l)$，则 N 点 DFT 可分解为两个 $\frac{N}{2}$ 点 DFT 来计算。用 $X_1(k)$ 和 $X_2(k)$ 分别表示 $x_1(l)$ 和 $x_2(l)$ 的 $\frac{N}{2}$ 点 DFT，即：

$$X_1(k)=\mathrm{DFT}[x_1(l)]_{\frac{N}{2}}=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_1(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl},\quad k=0,1,\ldots,\frac{N}{2}-1$$

$$X_2(k)=\mathrm{DFT}[x_2(l)]_{\frac{N}{2}}=\sum_{l=0}^{\frac{N}{2}-1}x_2(l)W_{\frac{N}{2}}^{kl},\quad k=0,1,\ldots,\frac{N}{2}-1$$

将以上两式代入前面的式子，并利用 $W_N^{k+\frac{N}{2}}=-W_N^k$ 和 $X_1(k)$、$X_2(k)$ 的隐含周期性可以得到：

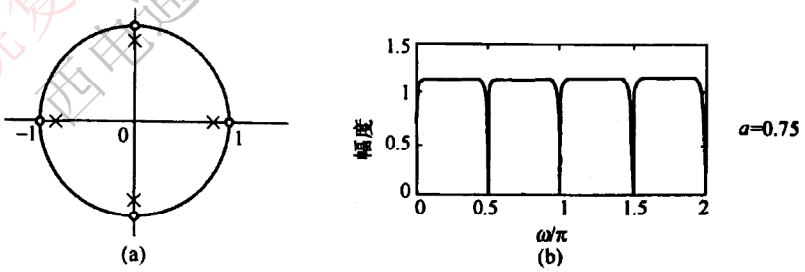
$$\left.\begin{aligned}X(k)&=X_1(k)+W_N^kX_2(k)\\X\left(k+\frac{N}{2}\right)&=X_1(k)-W_N^kX_2(k)\end{aligned}\right\}k=0,1,\ldots,\frac{N}{2}-1$$

2.解：零点：$z_k=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{4}k}=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\pi}{2}k}$，$k=0,1,2,3$

极点：$p_k=\sqrt[4]{a}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{4}k}=0.93\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\pi}{2}k}$，$k=0,1,2,3$

峰值：$\left|H\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\pi}{4}}\right)\right|=\left|\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi}}{1-0.75\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi}}\right|=\frac{8}{7}$

零极点分布图和幅频特性曲线如下：



评注：课本第三版 P59(第二版 P127)。这是一个梳状滤波器。零点是分子为零时的解，极点是分母为零时的解。注意几阶方程就有几个解，尤其容易忘记复数解。分子分母均是四阶，所以有四个零点四个极点。零点处幅值均衰减到 0。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：窗函数法设计第一类线性相位滤波器的步骤：

(1)根据阻带最小衰减α_s选择合适的窗函数类型，写出窗函数的表达式$w(n)$；

(2)构造希望逼近的频率响应函数$H_d(e^{j\omega})$；

(3)通过反傅里叶变换求出$h_d(n)$；

(4)加窗得到设计结果：$h(n)=w(n)h_d(n)$。

根据阻带最小衰减α_s选择合适的窗函数类型，根据ΔB选择窗的长度。

将具有不连续点的周期函数（如矩形脉冲)进行傅立叶级数展开后，选取有限项进行合成。当选取的项数越多，在所合成的波形中出现的峰起越靠近原信号的不连续点。当选取的项数很大时，该峰起值趋于一个常数，大约等于总跳变值的9%。这种现象称为吉布斯效应。

4.解：有分母，存在反馈，是无限长单位脉冲响应滤波器。网络结构略。

评注：级联型网络结构第三版P225(第二版P224)，分解成相乘的形式；并联型网络结构第三版P226(第二版P225)，分解成和的形式。

5.两个基本定理：

时域采样定理：采样频率必须大于等于模拟信号最高频率的两倍以上，才能不丢失信息，否则会产生频谱混叠现象丢失信息。

频域采样定理：如果原序列$x(n)$长度为M，对$X(e^{j\omega})$在频率区间$[0,2\pi]$上等间隔采样N点，得到$X_N(k)$，则仅当采样点数$N\geq M$时，才能由频域采样$X_N(k)$恢复$x(n)=\text{IDFT}[X_N(k)]_N$，否则将产生时域混叠失真，不能由$X_N(k)$恢复到原序列$x(n)$。

用DFT对模拟信号进行谱分析的误差来源有以下几个方面：

(1)**频谱混叠**：若采样频率F_s不满足采样定理，会在$0.5F_s$附近引起频谱混叠，造成频谱分析误差。解决方法是提高采样频率。

(2)**截断效应**：因为DFT是一种有限的离散傅立叶变换，因此进行谱分析时，只能对模拟信号截取一部分进行分析。比较截断前后的幅度谱主要有泄漏和谱间干扰这两种误差。解决方法是增加观测时间和选择合适的窗函数。

(3)**栅栏效应**：一般模拟信号的频谱是连续函数，但用DFT计算出的频谱是离散谱，两个采样点之间的频谱值是不知道的，就像被栅栏遮住一样，这种现象被称为栅栏效应。解决方法是增加DFT的变换点数。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、计算与推导题

1. 解：(1)序列的 z 变换为：$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}R_N(n)z^{-n}=\sum_{n=0}^{N-1}R_N(n)z^{-n}=\frac{1-z^{-N}}{1-z^{-1}}$

z 变换的收敛域为：$0<|z|\le\infty$

(2)因为序列 z 变换的收敛域包括单位圆，故序列的傅里叶变换为：

$$X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=\mathrm{FT}[x(n)]=X(z)\Big|_{z=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega}}=\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega N}}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}}=\frac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega N}{2}}\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\omega N}{2}}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega N}{2}}\right)}{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega}{2}}\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\omega}{2}}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega}{2}}\right)}=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega(N-1)}{2}}\frac{\sin\left(\frac{\omega N}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\omega}{2}\right)}$$

(3)M 点 DFT 为 $X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)]_M=X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{M}k}=\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2N\pi}{M}k}}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2\pi}{M}k}}$

2. 解：(1)确定数字滤波器的技术指标：

$\omega_p=0.2\pi\,\mathrm{rad}$，$\alpha_p=1\,\mathrm{dB}$，$\omega_s=0.4\pi\,\mathrm{rad}$，$\alpha_s=10\,\mathrm{dB}$

(2)非线性预畸变校正：$\Omega_p=\frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2}=\tan 0.1\pi=0.3249$，$\alpha_p=1\,\mathrm{dB}$

$\Omega_s=\frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2}=\tan 0.2\pi=0.73$，$\alpha_s=10\,\mathrm{dB}$

(3)$\varepsilon=\sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}}-1}=\sqrt{10^{0.1}-1}=0.508847$，$A=10^{\frac{\alpha_s}{20}}=10^{0.5}=3.16$

$k=\frac{\Omega_p}{\Omega_s}=\frac{0.3249}{0.73}=0.4451$，$k_1=\frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2-1}}=\frac{0.508847}{\sqrt{10-1}}=0.170$

$N=\left\lceil\frac{\lg k_1}{\lg k}\right\rceil=3$，$\Omega_c=\frac{\Omega_s}{(A^2-1)^{\frac{1}{2N}}}=\frac{0.73}{(10-1)^{\frac{1}{6}}}=\frac{0.73}{1.442}=0.5062$

查表得归一化的三阶巴特沃思模拟低通滤波器的系统函数为：$G_a(p)=\frac{1}{(p^2+p+1)(p+1)}$

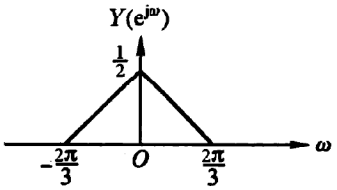
去归一化得：

$$H_a(s)=G(p)\Big|_{p=\frac{s}{\Omega_c}}=\frac{\Omega_c^3}{(s^2+\Omega_c s+\Omega_c^2)(s+\Omega_c)}=\frac{0.1297}{(s^2+0.5062s+0.2562)(s+0.5062)}$$

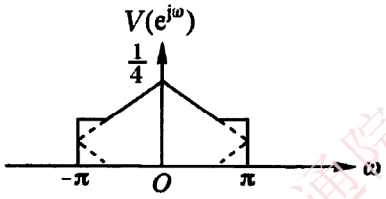
(4)用双线性变换法将模拟滤波器转换为数字滤波器，即：$H(z)=H_a(s)\Big|_{s=\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：(1) $D=2$ 时，$Y(e^{j\omega})$ 如下，对 $Y(e^{j\omega})$ 进行低通滤波即可恢复。



(2) $D=4$ 时，$V(e^{j\omega})$ 如下，由于由于已产生频谱混叠，不能恢复原信号。



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016年（B）数字信号处理期末考试题

一 、填空题：（共 40 分，每空为 2 分）

1. 序列 $x(n)=e^{j\left(\frac{3}{4}\pi n\right)}$ 的周期是_____。

2. 若一个线性时不变系统为稳定系统， 则该系统的单位脉冲响应序列 $h(n)$ 应满足的时域关系是：_____；该序列 z 变换的收敛域应满足的条件是_____。

3. 在时域离散信号频谱的一个周期内，最高数字频率为 $\omega=$_____。若该时域离散信号是通过对模拟信号等间隔采样得到的，设采样频率为 F_s，则与数字频率 π 对应的模拟角频率是_____，折叠角频率是_____。

4. 实序列的 DFT 具有_____性质。

5. 利用按时间抽取的基 2FFT 快速算法计算序列的 N 点 DFT ，需要的复数加法运算的次数为_____。

6. 序列的 N 点 DFT 和序列的 FT 变换之间的关系是_____。

7. 已知线性时不变系统的单位脉冲响应为 $h(n)$， 则该系统输入 $x(n)$ 与零状态响应 $y(n)$ 在时域上的关系是_____。

8. 具有第二类线性相位特性的 FIR 数字高通滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$ 应满足_____，其滤波器长度 N 应为_____。

9. 若信号的最高频率为 f_h，则为保证不发生频率混叠所需的最低采样频率 f_s 需要满足的最低条件为_____。

10. 采用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时，根据_____选择窗函数的类型，再根据_____确定所选窗函数的长度 N 。

11. 用 FFT 对模拟信号进行谱分析时，假设模拟信号的最高频率为 2kHz，要求频率分辨率 $F\le 10\text{Hz}$，则最少的采样点数 $N_{\min}=$ _____。

12. 在相同的幅频响应指标下， FIR 滤波器的阶次要_____于 IIR 滤波器。

13. 设两有限长序列的长度分别为 M 和 N，欲用循环卷积计算二者的线性卷积，则循环卷积的长度至少应取_____。

14. 在常用的模拟滤波器中，_____滤波器具有单调下降的幅频特性。

15. 已知长度 $N=14$ 的第一类线性相位 FIR 数字滤波器的幅度采样为

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$H_g\left(\frac{\pi}{7}k\right)$ ，则$H(7)=$_____。

二、简答题：（共 24 分，每题 6 分）

1. 简述用DFT对模拟信号进行谱分析会引入那些误差，原因是什么，如何解决。

2. 简述脉冲响应不变法和双线性变换法的优缺点以及适用范围。

3. 简述频域采样定理。

4. 画出信号多采样率转换时整数因子I插值的原理方框图，并说明各模块的具体功能。*（西电通院电院AI考研Q群：680630306）*

三、计算推导题（ 36 分，每题 12 分）

1. 给定序列$x(n)=R_m(n)$

1）求该序列的z变换及其收敛域；

2）求该序列的傅里叶变换；

3）求该序列的N点 DFT $(0<m<N)$。

2. 已知系统的差分方程为：

$$y(n)=-0.1y(n-l)+0.2y(n-2)+3x(n)+3.6x(n-1)+0.6x(n-2)$$

(1)求该系统的系统函数$H(z)$和单位脉冲响应$h(n)$：

(2)绘制该系统的并联型网络结构。

3. 采用双线性变换法设计巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为0.2π rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为0.5π rad，阻带最小衰减为20dB。（从$H_a(s)$转换到$H(z)$只需写出转换公式即可)---此题不用做（**咚咚学长**）

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院复试群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016年（B）参考答案

一、填空题：（共 40 分,每空为 2 分）

1. 8

2. h(n)绝对可和　　或者　　$\sum_{n=-\infty}^{\infty}|h(n)|<\infty$

   收敛域一定包含单位圆　　或者　H(z)的极点不在单位圆上

3. π，　πF_s，　πF_s

4. 共轭对称

5. $N\log_2 N$

6. 序列的 N 点 DFT 是序列的 FT 在频率区间$[0,2\pi]$上的 N 点等间隔采样，采样间隔为$2\pi/N$

7. $y(n)=x(n)*h(n)$　或者　$y(n)=\sum_{m=-\infty}^{\infty}x(m)h(n-m)$

8. $h(n)=-h(N-1-n)$，　偶数

9. $f_s\geq 2f_h$

10. 阻带最小衰减　　过渡带宽度

11. 400

12. 高于

13. *M*+*N*-1

14. 巴特沃斯

15. 0

（ 解：　$H(k)=A(k)e^{j\theta(k)}$

对于第一类线性相位，N=14，有 $A(k)=-A(N-k)=-A(14-k)$，

k=7 时，$A(7)=-A(14-7)=-A(7)=0$

所以　$H(7)=A(7)e^{j\theta(7)}=0$　　）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、简答题：（共 24 分，每题 6 分）

1．简述用 DFT 对模拟信号进行谱分析会引入那些误差，原因是什么，如何解决。

答：用 DFT 对模拟信号进行谱分析的误差来源有以下几个方面：

（1）频谱混叠：

如果采样频率 F_s 不满足采样定理，会在 $0.5F_s$ 附近引起频谱混叠，造成频谱分析误差。解决的方法是提高采样频率。

（2）截断效应：

因为 DFT 是一种有限点的离散傅立叶变换，因此进行谱分析时 只能对模拟信号截取一部分进行分析。比较截断前后的幅度谱主要有泄漏和谱间干扰这两种误差。解决的方法是增加观测时间和选择合适的窗函数。

（3）栅栏效应：

一般模拟信号的频谱是频率的连续函数，但用 DFT 计算出的频谱是离散谱，两个采样点之间的频谱值是不知道的，就像被栅栏遮住一样，这种现象就被称为栅栏效应。解决的方法是增加 DFT 的变换点数。

2．简述脉冲响应不变法和双线性变换法的优缺点以及适用范围。

答：（1）脉冲响应不变法：

优点是数字频率与模拟频率保持线性关系，在采样周期 T 满足采样定理时，数字滤波器频率响应可以完全模仿模拟滤波器的频率响应。

缺点是由于一般模拟滤波器不是带限的，因此实际上总存在频谱混叠失真。

适用范围是：只能设计低通和带通数字滤波器。

（2）双线性变换法

优点是从原理上彻底消除了频谱混叠；

缺点是数字频率与模拟频率不再保持线性关系，引起数字频率与模拟频率之间的严重非线性畸变，使得数字滤波器频率响应不能模仿模拟滤波器的

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

频率响应。

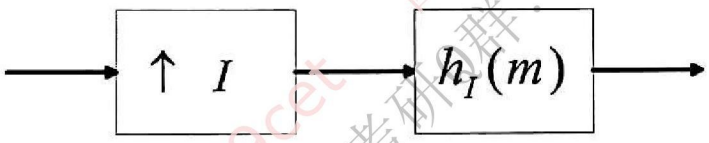
适用范围是：仅适用要求片段常数幅频响应指标的数字滤波器。

3．简述频域采样定理。

答：如果原序列 $x(n)$ 长度为 M，对 $X(e^{j\omega})$ 在频率区间[0, 2π]上等间隔采样 N 点，得到 $X_N(k)$，则仅当采样点数 $N \geq M$ 时，才能由频域采样 $X_N(k)$ 恢复 $x(n) = IDFT[X_N(k)]_N$，否则将产生时域混叠失真，不能由 $X_N(k)$ 恢复原序列 $x(n)$。

4．画出信号多采样率转换时整数因子 I 插值的原理方框图，并说明各模块的具体功能。

答：



第一个方框表示在序列 $x(n)$ 的相邻样点之间补 I－1 个零，称为零值内插器。

第二个方框表示将零值内插后中间序列 $v(n)$ 经过一个低通滤波器，滤除其镜像频谱，称为抗镜像滤波器。

（注：以下内容不计入得分点）

理想情况下，镜像滤波器 $h_I(n)$ 的频率响应特性为：

$$H(e^{jw_y}) = \begin{cases} c & 0 \leq |w_y| < \pi/I \\ 0 & \pi/I \leq |w_y| \leq \pi \end{cases}$$

三、计算推导题（36 分，每题 12 分）

1．给定序列 $x(n) = R_m(n)$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1）求该序列的 Z 变换及其收敛域；

2）求该序列的傅里叶变换；

3）求该序列的 N 点 DFT（$0<m<N$）。

解：1）序列的 Z 变换为

$$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}R_m(n)z^{-n}=\sum_{n=0}^{m-1}z^{-n}=\frac{1-z^{-m}}{1-z^{-1}}$$

Z 变换的收敛域为：$0<|z|\le\infty$

2）因为序列 Z 变换的收敛域包括单位圆，故序列的傅里叶变换为：

$$X(e^{j\omega})=FT[x(n)]=X(z)|_{z=e^{j\omega}}=\frac{1-e^{-j\omega m}}{1-e^{-j\omega}}=\frac{e^{-j\omega m/2}(e^{j\omega m/2}-e^{-j\omega m/2})}{e^{-j\omega/2}(e^{j\omega/2}-e^{-j\omega/2})}$$

$$=e^{-j\omega(m-1)/2}\frac{\sin(\omega m/2)}{\sin(\omega/2)}$$

注：几个等号后的答案均可。

3）序列的 N 点 DFT 为

$$X(k)=DFT[x(n)]_N=X(e^{j\omega})|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}=\frac{1-e^{-j\frac{2m\pi}{N}k}}{1-e^{-j\frac{2\pi}{N}k}}$$

2．已知系统的差分方程为：

$$y(n)=-0.1y(n-1)+0.2y(n-2)+3x(n)+3.6x(n-1)+0.6x(n-2)\,,$$

（1）求该系统的系统函数 $H(z)$ 和单位脉冲响应 $h(n)$；

（2）绘制该系统的并联型网络结构。

解：（1）系统函数 $H(z)$ 的求解：

对差分方程两端进行 Z 变换，得到：

$$Y(z)=-0.1Y(z)z^{-1}+0.2Y(z)z^{-2}+3X(z)+3.6X(z)z^{-1}+0.6X(z)z^{-2}$$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

则系统函数 $H(z)$ 为：

$$H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=\frac{3+3.6z^{-1}+0.6z^{-2}}{1+0.1z^{-1}-0.2z^{-2}}$$

极点为 $z=-0.5, z=0.4$

由于系统是因果系统，故收敛域为

$$0.5<|z|\leq\infty \quad 或 \quad |z|\geq 0.5$$

单位脉冲响应 $h(n)$ 的求解方法：

方法一：根据基本变换对及 z 变换的性质求解

$$H(z)=\frac{3+3.6z^{-1}+0.6z^{-2}}{1+0.1z^{-1}-0.2z^{-2}}=-3+\frac{7}{1-0.4z^{-1}}-\frac{1}{1+0.5z^{-1}}$$

由于 $a^n u(n)\Leftrightarrow\frac{1}{1-az^{-1}}$，收敛域为：$|a|<|z|\leq\infty$

$\delta(n)\Leftrightarrow 1$，收敛域为：$0\leq|z|\leq\infty$

所以，系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 为

$$h(n)=-3\delta(n)+7\times 0.4^n u(n)-(-0.5)^n u(n)$$

方法二：通过逆 z 变换求解

由于 $H(z)$ 的收敛域包括无穷远点，故 $h(n)$ 是一个因果序列。

令 $F(z)=H(z)z^{n-1}=\frac{(3z^2+3.6z+0.6)z^{n-1}}{(z-0.4)(z+0.5)}$

当 $n\geq 1$ 时，极点为 0.4，-0.5，是围线 c 内的单阶极点，根据留数定理可得

$$\begin{aligned}h(n)&=\mathrm{Re}s[F(z),-0.5]+\mathrm{Re}s[F(z),0.4]\\&=\frac{(3z^2+3.6z+0.6)z^{n-1}}{(z-0.4)(z+0.5)}\times(z+0.5)\Big|_{z=-0.5}+\frac{(3z^2+3.6z+0.6)z^{n-1}}{(z-0.4)(z+0.5)}\times(z-0.4)\Big|_{z=0.4}\\&=0.5\times(-0.5)^{n-1}+2.8\times(0.4)^{n-1}\end{aligned}$$

当 $n=0$ 时，极点为 0.4，-0.5，0，是围线 c 内的单阶极点，根据留数定理得

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$
\begin{aligned}
h(n) &= \mathrm{Re}s[F(z),-0.5]+\mathrm{Re}s[F(z),0.4]+\mathrm{Re}s[F(z),0] \\
&= \frac{3z^2+3.6z+0.6}{(z-0.4)(z+0.5)z}\times(z+0.5)\Big|_{z=-0.5} + \frac{3z^2+3.6z+0.6}{(z-0.4)(z+0.5)z}\times(z-0.4)\Big|_{z=0.4} \\
&\quad + \frac{3z^2+3.6z+0.6}{(z-0.4)(z+0.5)z}\times z\Big|_{z=0} \\
&= -1+7-3 \\
&= 3
\end{aligned}
$$

当 $n<0$ 时，$h(n)=0$

所以，$h(n)=3\delta(n)+0.5\times(-0.5)^{n-1}u(n-1)+2.8\times0.4^{n-1}u(n-1)$

（或者 $h(n)=-3\delta(n)+7\times0.4^{n}u(n)-(-0.5)^{n}u(n)$）

（2）系统的并联型网络结构如下：

3．采用双线性不变法设计巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为 0.2π rad，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为 0.5π rad，阻带最小衰减为 20dB。（从 $H_a(s)$ 转换到 $H(z)$ 只需写出转换公式即可）

附表：巴特沃思归一化模拟低通滤波器部分参数

分母因式 / 阶数N	$B(p)=B_1(p)B_2(p)\cdots B_5(p)$
1	$(p+1)$
2	$(p^2+1.4142p+1)$
3	$(p^2+p+1)(p+1)$
4	$(p^2+0.7654p+1)(p^2+1.8478p+1)$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

解：

（1） 确定数字滤波器的技术指标：

$$\omega_p = 0.2\pi\, rad,\quad \omega_s = 0.5\pi\, rad,\quad \alpha_p = 1dB,\quad \alpha_s = 20dB$$

（2） 非线性预畸变校正

$$\Omega_p = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2} = \tan 0.1\pi = 0.3249,\ \alpha_p = 1dB$$

$$\Omega_s = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2} = \tan 0.25\pi = 1,\ \alpha_s = 20dB$$

（3） $\varepsilon = \sqrt{10^{\alpha_p/10} - 1} = \sqrt{10^{0.1} - 1} = 0.508847$

$$A = 10^{\alpha_s/20} = 10^1 = 10$$

$$k = \frac{\Omega_p}{\Omega_s} = \frac{0.3249}{1} = 0.3249$$

$$k_1 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2 - 1}} = \frac{0.508847}{\sqrt{10^2 - 1}} = 0.0511$$

$$N = \frac{\lg k_1}{\lg k} = \frac{-2.9732}{-1.1242} = 2.6447 \qquad \text{取整数 N=3;}$$

$$\Omega_c = \frac{\Omega_s}{\left(A^2 - 1\right)^{1/2N}} = \frac{1}{\left(10^2 - 1\right)^{1/6}} = \frac{1}{2.1508} = 0.4649$$

查表得归一化的 3 阶巴特沃斯模拟低通滤波器的系统函数为：

$$G(p) = \frac{1}{(p^2 + p + 1)(p + 1)}$$

去归一化得：

$$H_a(s) = G(p)\Big|_{p=s/\Omega_c} = \frac{\Omega_c{}^3}{(s^2 + \Omega_c s + \Omega_c{}^2)(s + \Omega_c)}$$

$$= \frac{0.1005}{(s^2 + 0.4649s + 0.2162)(s + 0.4649)}$$

（4） 用双线性变换法将模拟滤波器转换为数字滤波器，即：

$$H(Z) = H_a(s)\Big|_{s=\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015年数字信号处理期末考试题

一、填空（ 30 分，每空 2 分）

1. 模拟信号 $x_a(t)=\cos(2\pi f_0 t)+\cos(2\pi f_1 t)$，其中 $f_0=50\text{Hz}$，$f_1=1300\text{Hz}$，以2000Hz对 $x_a(t)$ 采样，恢复滤波器截止频率为900Hz，输出信号中包含的频率分量为_____Hz，_____Hz．*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

2. 线性时不变系统单位脉冲响应为 $h(n)=\frac{1}{n!}u(n)$，则系统_____（是/不是）因果系统，_____（是/不是）稳定系统。

3. $x(n)=\sin\left(\frac{\pi n}{4}\right)-\cos\left(\frac{\pi n}{7}\right)$ 的周期为_____。

4. 序列 $x(n)=\left(\frac{1}{4}\right)^n\delta(n-3m)$ 的离散时间傅立叶变换为_____。

5. 序列的 z 变换与离散时间傅里叶变换 DTFT 的关系为_____。

6. $x_1=R_3(n)$，$x_2=R_5(n)$，只有当循环卷积长度 L 满足_____时，二者的 L 点循环卷积等于线性卷积。

7. 利用 DFT 对连续时间信号进行近似频谱分析过程中，减小栅栏效应的常用方法是_____；通过_____的方法可以提高频率分辨率。*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

8. 对于 2^8 点的按时间抽取的基 2FFT 算法，有_____级蝶形运算，总共需要的理论复数乘法次数为_____，复数加法次数为_____。

9. 用脉冲响应不变法设计 IIR 数字滤波器时，模拟频率 Ω 与数字频率 ω 之间的关系为_____；N 阶 FIR 滤波器设计中，要实现严格线性相位，$h(n)$ 需满足的条件是_____。

10. 已知严格线性相位 FIR 数字滤波器的部分零点为：$z_1=2$，$z_2=j0.5$，则该滤波器的其他四个零点为_____。

二．简答题（共 20 分， 每题 5 分）

1. 画出模拟信号进行数字信号处理的简单框图，并说明每部分的作用．

2. 请画出 $N=4$ 时，输入为倒序输出为顺序的时域抽取基 2FFT 算法蝶形运算图．

3. 简述窗函数法设计 FIR 数字滤波器时，滤波器过渡带和阻带纹波与窗谱的关

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

系。

4. 请写出数字滤波器相对模拟滤波器 4 的个优点。

三．（5 分）一个序列 $x(n)=\{1,2,3,4\}$ 输入到系统函数为 $H(z)=1+2z^{-1}+z^{-2}$ 的 FIR 滤波器，请计算出输出序列 $y(n)$。

四．（10 分）已知有限长序列为

$$x(n)=\delta(n-2)+4\delta(n-4), n=\{0,1,\cdots 7\}$$

(1) 求其 8 点 DFT，即求 $X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)], N=8$。（3 分）

(2) 若 $h(n)$ 的 8 点 DFT 为 $H(k)=W_8^{-3k}X(k)$，求 $h(n)$。（3 分）

(3) 若序列 $y(n)$ 的 8 点 DFT 为 $Y(k)=X(k)H(k)$，求 $y(n)$。（4 分）

五．（10 分）若序列 $h(n)$ 是实因果序列，$h(0)=1$ 且 $H(e^{j\omega})=\mathrm{DTFT}[h(n)]$ 的虚部 $\mathrm{Im}[H(e^{j\omega})]=-\sin(2\omega)$，求 $h(n)$ 及 $H(e^{j\omega})$。

六．（15 分）已知一个因果系统的差分方程为：

$$y(n)=1.6y(n-1)+0.8y(n-2)+x(n)$$

(1) 确定上述系统的系统函数 $H(z)$：（3 分）

(2) 上述系统是否稳定，为什么？（3 分）

(3) 画出该系统的直接 II 型结构流图；（4 分）

(4) 假定 $n<0$ 时 $y(n)=0$，计算该系统单位脉冲响应的前 5 项值．（5 分）

七．（10 分）用双线性变换法设计一个三阶巴特沃斯数字低通滤波器，采样频率为 $f_s=4k\mathrm{Hz}$（即采样周期为 $T=250\mu s$），其 3dB 截止频率为 $f_c=1k\mathrm{Hz}$．其中，三阶模拟巴特沃斯滤波器为：$H_a(s)=\dfrac{1}{1+2\left(\dfrac{s}{\Omega_c}\right)+2\left(\dfrac{s}{\Omega_c}\right)^2+\left(\dfrac{s}{\Omega_c}\right)^3}$

Ω_c 是模拟角频率。（**咚咚学长：**此题不用做）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015年参考答案

一. 填空题（共30分，每空2分）

1. 模拟信号 $x_a(t)=\cos(2\pi f_0 t)+\cos(2\pi f_1 t)$，其中 $f_0=50Hz$，$f_1=1300Hz$，以 $2000Hz$ 对 $x_a(t)$ 采样，恢复滤波器截止频率为 $900Hz$，输出信号中包含的频率分量为 50Hz， 700Hz。第1章

2. 线性时不变系统单位脉冲响应为 $h(n)=\frac{1}{n!}u(n)$，则系统 是 （是/不是）因果系统，是 （是/不是）稳定系统。第2章

3. $x(n)=\sin(\frac{\pi n}{4})-\cos(\frac{\pi n}{7})$ 的周期为 56 。第2章

4. 序列 $x(n)=\left(\frac{1}{4}\right)^n\delta(n-3m)$ 的离散时间傅立叶变换为 $(\frac{1}{4})^{3m}e^{-j3m\omega}$。第3章

5. 序列的Z变换与离散时间傅里叶变换DTFT的关系为 序列在单位圆上的Z变换等于该序列的离散时间傅里叶变换 。第3章

6. $x_1=R_3(n), x_2=R_5(n)$，只有当循环卷积长度L满足 $L\geq 7$ 时，二者的L点循环卷积等于线性卷积。第4章

7. 利用DFT对连续时间信号进行近似频谱分析过程中，减小栅栏效应的常用方法是在原序列的末端补零；通过 增加信号采样持续时间 的方法可以提高频率分辨率。第4章

8. 对于 2^8 点的按时间抽取的基2FFT算法，有 8 级运算总共需要的复数乘法次数为 1024，复数加法次数为 2048。第5章

9. 用脉冲响应不变法设计IIR数字滤波器时，模拟频率 Ω 与数字频率 ω 之间的关系为 $\Omega=\omega/T$；N 阶FIR滤波器设计中，要实现严格线性相位，$h(n)$ 需满足的条件是 h(n)是实序列且对(N-1)/2偶对称 或 $h(n)=h(N-1-n)$。第6章

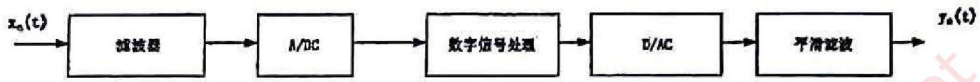
10. 已知I型线性相位FIR数字滤波器的部分零点为：$z_1=2, z_2=j0.5$，则该滤波器的其他四个零点为 1/2, -j0.5, j2, -j2 。第7章

二. 简答题（共20分，每题5分）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1. 画出模拟信号进行数字信号处理的简单框图，并说明每部分的作用。第 1 章

答：

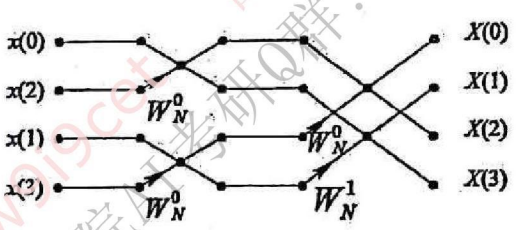


模拟信号 $x_a(t)$ 首先进过预处理，滤除信号中的频带外分量后，经采样和模拟/数字（A/D）变换转换后成为数字信号，再进行数字信号处理，处理结果以数字信号形式输出，必要时也可以经过数字/模拟（D/A）变换再转换为模拟信号，平滑滤波后输出。

（框图 3 分，解释 2 分）

2. 请画出 N=4 时，时域抽取基 2FFT 算法的蝶形运算图。第 5 章

答：



（输入输出信号顺序各 1 分，旋转因子 1 分，结构 2 分）

3. 简述窗函数法设计滤波器时，滤波器过渡带和阻带纹波与窗谱的关系。

答：滤波器过渡带近似等于窗谱主瓣（2.5 分）；阻带纹波与窗谱旁瓣的幅度有关（2.5 分）。

4. 请写出数字滤波器相对模拟滤波器的 5 个优点。

答：精度高、稳定性好、灵活性大、体积小、重量轻、不要求阻抗匹配、可实现特殊滤波功能等。

（写出 5 个即可，每个 1 分，不一定与答案相同，有道理即给分）

三. 一个序列{1,2,3,4}输入到系统函数为 $1+2Z^{-1}+Z^{-2}$ 的 FIR 滤波器，请计算出输

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

出序列。第 2 章，第 7 章（5 分）

解： $\{1,2,3,4\}*\{1,2,1\}=\{1,4,8,12,11,4\}$。

四.（10 分）第 4 章，第 2 章

已知有限长序列为

$$x(n)=\delta(n-2)+4\delta(n-4),\quad n=\{0,1,\cdots 7\}$$

（1）求其 8 点 DFT，即求 $X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)],N=8$。（3 分）

（2）若 $h(n)$ 的 8 点 DFT 为 $H(k)=W_8^{-3k}X(k)$，求 $h(n)$。（3 分）

（3）若序列 $y(n)$ 的 8 点 DFT 为 $Y(k)=X(k)H(k)$，求 $y(n)$。（4 分）

解：

（1）

$$\begin{aligned}X(k)&=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{nk}=\sum_{n=0}^{7}[\delta(n-1)+4\delta(n-4)]W_8^{nk}\\&=W_8^{2k}+4W_8^{4k}=e^{-j\frac{2\pi}{8}2k}+4e^{-j\frac{2\pi}{8}4k}\\&=(-\mathrm{j})^k+(-1)^k\times 4,\quad 0\le k\le 7\end{aligned}$$

故 $X(k)=\{5,-4-\mathrm{j},3,-4+\mathrm{j},5,-4-\mathrm{j},3,-4+\mathrm{j}\}$。

（2）由于 $H(k)=W_8^{-3k}X(k)$

按圆周移位性知，$h(n)$ 是 $x(n)$ 补零补到成为 8 点序列后，向左圆周移 3 位的序列，即

$$h(n)=x((n+3))_8R_8(n)=4\delta(n-1)+\delta(n-7)$$

（3）利用圆周卷积定理

$$H(k)=W_8^{-3k}X(k)=W_8^{-k}+4W_8^{k}$$

则有

$$\begin{aligned}Y(k)&=X(k)H(k)=(W_8^{2k}+4W_8^{4k})(W_8^{-k}+4W_8^{k})\\&=W_8^{k}+8W_8^{3k}+16W_8^{5k}\end{aligned}$$

可求得

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$y(n)=\delta(n-1)+8\delta(n-3)+16\delta(n-5)$$

五. 若序列 $h(n)$ 是实因果序列， $h(0)=1$ ，且 $H(e^{j\omega})=\mathrm{DTFT}[h(n)]$ 的虚部为 $\mathrm{Im}[H(e^{j\omega})]=-\sin(2\omega)$ ，求 $h(n)$ 及 $H(e^{j\omega})$ 。（10 分）第 3 章

解：

设 $h_o(n)$ 为 $h(n)$ 对应的奇对称序列，可得

$$\begin{aligned}h_o(n)&=\mathrm{IDTFT}\{j\mathrm{Im}[H(e^{j\omega})]\}\\&=\mathrm{IDTFT}[-j\sin(2\omega)]\\&=\frac{1}{2}\delta(n-2)-\frac{1}{2}\delta(n+2)\end{aligned}$$

即

$$h_o(2)=\frac{1}{2},h_o(-2)=-\frac{1}{2},h_o(n)=0\ (n\neq\pm2)$$

又因为 $h(n)$ 为实因果序列

$$h(n)=\begin{cases}2h_o(n), & n>0\\ h(n), & n=0\\ 0, & n<0\end{cases}$$

所以

$$h(0)=1,\ h(2)=2\times\frac{1}{2}=1$$

即

$$h(n)=\{\underline{1},0,1\}$$

由此可求得

$$H(e^{j\omega})=\sum_{n=0}^{2}h(n)e^{-j\omega n}=1+e^{-j2\omega}$$

六. 已知一个因果系统的差分方程为 $y(n)=1.6y(n-1)+0.8y(n-2)+x(n)$ ；（15 分）

第 8 章

（1）确定上述系统的传递函数 $H(z)$ ； （3 分）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（2）上述系统是否稳定，为什么？　　（3分）

（3）画出该系统的直接Ⅱ型结构；　　（4分）

（4）假定$n<0$时$y(n)=0$，确定该系统脉冲响应的前5项值。（5分）

解：

（1）

$$Y(z)(1-1.6z^{-1}-0.8z^{-2})=X(z)$$

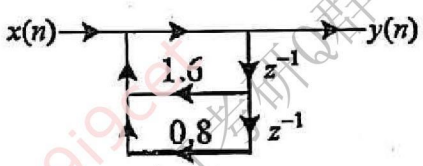
$H(z)=\dfrac{x(z)}{y(z)}=\dfrac{z^2}{z^2-1.6z-0.8}=\dfrac{z^2}{(z-2)(z+0.4)}$，收敛域：$|z|>2$。

（2）不稳定，因为收敛域不包含单位圆。

（3）

$$H(z)=\frac{1}{1-1.6z^{-1}-0.8z^{-2}}$$

直接Ⅱ型结构为



（4）由题目知，$y(-1)=y(-2)=0$

由迭代法求得系统脉冲响应的前五项

$$y(0)=1.6y(-1)+0.8y(-2)+x(0)=1$$
$$y(1)=1.6y(0)+0.8y(-1)+x(1)=1.6$$
$$y(2)=1.6y(1)+0.8y(0)+x(2)=3.36$$
$$y(3)=1.6y(2)+0.8y(1)+x(3)=6.656$$
$$y(4)=1.6y(3)+0.8y(2)+x(4)=13.3376$$

七．用双线性变换法设计一个三阶巴特沃思数字低通虑波器，采样频率为$f_s=4kHz$（即采样周期为$T=250\mu s$），其3dB截止频率为$f_c=1kHz$。三阶模拟巴特沃思滤波器为：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$H_a(s)=\frac{1}{1+2(s/\Omega_c)+2(s/\Omega_c)^2+(s/\Omega_c)^3}$$ （10 分）

解：

由 f_c 求数字域截止频率

$$w_c=2\pi f_cT=0.5\pi$$

预畸变

$$\Omega_C=\frac{2}{T}\tan(\frac{w_c}{2})=\frac{2}{T}$$

解除归一化

$$H_a(s)=\frac{1}{1+2(Ts/2)+2(Ts/2)^2+(Ts/2)^3}$$

代入 S-Z 变换关系得

$$H(z)=H_a(s)\Big|_{s=\frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}=\frac{1}{1+2\frac{1-Z^{-1}}{1+Z^{-1}}+2(\frac{1-Z^{-1}}{1+Z^{-1}})^2+(\frac{1-Z^{-1}}{1+Z^{-1}})^3}$$

$$=\frac{1}{2}\frac{1+3z^{-1}+3z^{-2}+z^{-3}}{3+z^{-2}}$$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014年数字信号处理期末考试题

一、填空题（共 40 分，每空 2 分）

1. 若一个线性时不变系统为因果系统，则该系统的单位脉冲响应序列 $h(n)$ 应满足_____；该序列 z 变换的收敛域为_____。

2. 序列 $x(n)=e^{j\frac{5}{3}\pi n}$ 的周期是_____。

3. 时域离散信号的频谱以_____为周期，在一个周期信号的最高频率为 ω=_____。若该时域离散信号是通过对模拟信号等间隔采样得到的，设采样间隔为 T，则与数字频率的最高频所对应的模拟角频率是_____。

4. $X(k)$ 是实序列 $x(n)$ 的 15 点 DFT 变换结果，已知 $X(1)=1$，$X(2)=1+j$，$X(3)=\sqrt{2}+j$，则 $X(13)$=_____。

5. 利用按时间抽取的基 2FFT 快速算法计算序列的 N 点 DFT，需要的复数乘法运算的次数为_____。

6. 序列的 N 点 DFT 和序列的 z 变换之间的关系是_____。

7. 若要设计线性相位的 FIR 带阻数字滤波器，则系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 应满足_____，滤波器长度 N 应为_____。

8. 若序列 $x(n)$ 的长度为 M，若想要由频域采样结果 $X(k)$ 恢复原序列 $x(n)$ 而不发生时域混叠现象，则频域采样点数 N 需满足的条件是_____。

9. 采用脉冲响应不变法设计 IIR 数字滤波器时，数字频率和模拟频率之间是_____关系，该方法可以设计低通和_____滤波器。

10. 已知长度 $N=15$ 的第一类线性相位 FIR 数字滤波器的前 8 个幅度采样值为 $H_g\left(\frac{2\pi}{15}k\right)=\begin{cases}0, k=0,1,2,3,4\\1, k=5,6,7\end{cases}$，则 $H(9)$=_____。

11. 在模拟滤波器幅频响应指标相同的情况下，_____滤波器的阶数最高，椭圆滤波器的阶数最低。*(西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306)*

12. 用 DFT 对模拟信号进行谱分析的误差主要包括：_____、_____和_____

13. IIR 滤波器和 FIR 滤波器相比，其网络结构必须采用_____结构。

二、简答题（共 24 分）

1.（6 分）用 FFT 对模拟信号进行谱分析，假设模拟信号的最高频率为 5kHz，

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

要求频率分辨率 $F \le 20\text{Hz}$，请问：最小的记录时间 $T_{p\min}$、 最大的采样间隔 $T_{\max}$、最少的采样点数 $N_{\min}$ 应如何选择？

2.（4 分）已知线性时不变系统的单位脉冲响应为 $h(n)$，长度为 N，系统输入信号为 $x(n)$，长度为 M，请画出 FFT 计算系统输出信号 $y(n)$ 的运算框图，并说明需满足的条件。

3.（9 分）请简述采用双线性变换法设计 IIR 数字滤波器的设计步骤（需给出关键设计公式），以及 T 的选取方法（需说明理由），并分析双线性变换法的优缺点以及适用范围。

4.（5 分）画出信号多采样率转换时整数因子 D 抽取的原理方框图，并说明个模块的具体功能。*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

三、计算推导题（共 36 分）

1.（16 分）已知一个线性因果稳定系统由下面的差分方程描述：

$$y(n) = ay(n-1) + x(n) + bx(n-1)$$

（1）求系统函数 $H(z)$ 及其收敛域；

（2）求该系统的单位脉冲响应 $h(n)$；

（3）该系统的传输函数 $H(e^{j\omega})$ 是否存在？如果存在，给出其表达式；如果不存在，说明理由。

（4）若 $a = 0.9$，$b = 1$，试分析该系统是表示低通、高通还是带通滤波器？并定性地画出该滤波器的幅频响应曲线。

2.（8 分）$x(n)$ 和 $y(n)$ 为两个 N 点实序列。设计用一个 N 点 DFT 变换计算这两个实序列的 N 点 DFT 变换算法。

3.（1）采用窗函数法设计第一类线性相位的数字高通滤波器， 要求通带边界频率为 $\omega_p = \frac{3}{4}\pi\text{rad}$，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为 $\omega_s = \frac{\pi}{4}\text{rad}$， 阻带最小衰减为 20dB 。（9 分）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

窗函数基本参数如下表：

窗函数	主瓣宽度（近似值）	过渡带宽（精确值）	旁瓣峰值衰减(dB)	阻带最小衰减(dB)
矩形	$\frac{4\pi}{N}$	$\frac{1.8\pi}{N}$	−13	−21
三角形	$\frac{8\pi}{N}$	$\frac{6.1\pi}{N}$	−25	−25
汉宁窗	$\frac{8\pi}{N}$	$\frac{6.2\pi}{N}$	−31	−44
哈明窗	$\frac{8\pi}{N}$	$\frac{6.6\pi}{N}$	−41	−53
布莱克曼窗	$\frac{12\pi}{N}$	$\frac{11\pi}{N}$	−57	−74

(2)画出所设计的高通滤波器的线性相位 FIR 滤波器网络结构。(3 分)

说明： 1.无需给出窗函数的具体表达式，用 $w(n)$ 表示即可；

2.无需给出滤波器系数的具体值，用 $h(n)$ 表示即可。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014 年参考答案

一、填空题

1. $h(n)$为因果序列 或 $h(n)=0$， $n<0$； $R_{x-}<|z|\le\infty$ 或 以R_{x-}为半径的圆外区域(包含无穷远点)

2.6

3. 2π； π； $\dfrac{\pi}{T}$

4. $1-\mathrm{j}$

评注：DFT 的实序列具有共轭性质。 $X(k)=X^*(15-k)$， $X(13)=X^*(15-13)=1-\mathrm{j}$。

5. $\dfrac{N}{2}\mathrm{lb}\,N$

6.序列的 N 点 DFT 是序列的 z 变换在单位圆上的 N 点等间隔采样，频率间隔为$\dfrac{2\pi}{N}$

7. $h(n)=h(N-1-n)$；奇数

8. $N\ge M$

9.线性；带通

10. $\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2}{5}\pi}$

评注： $H(k)=A(k)\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta(k)}$， $A(k)=A(N-k)=A(15-k)$， $\theta(k)=-\omega\dfrac{N-1}{2}\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}=-\dfrac{N-1}{N}\pi k$

$k=9$时， $H(9)=A(9)\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta(9)}=A(6)\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{14}{15}\pi\times9}=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(-\frac{14}{15}\pi\right)\times9}=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{42}{5}\pi}=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2}{5}\pi}$

11.巴特沃思

12.频谱混叠；截断效应；栅栏效应

13.递归(反馈) 评注：课本第三版 P224(第二版 P212)。

二、简答题

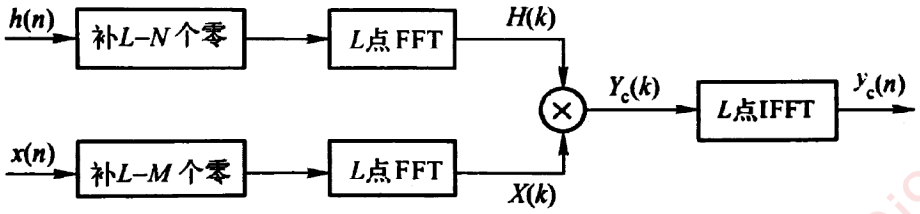
1.答：最小记录时间： $T_{\mathrm{pmin}}=\dfrac{1}{F}=\dfrac{1}{20}=0.05\mathrm{s}$

最大采样间隔： $T_{\max}=\dfrac{1}{F_{\mathrm{smin}}}=\dfrac{1}{2f_{\mathrm{c}}}=\dfrac{1}{2\times5000}=0.1\times10^{-3}\mathrm{s}$

最少的采样点数： $N_{\min}=\dfrac{T_{\mathrm{pmin}}}{T_{\max}}=\dfrac{0.05}{0.1\times10^{-3}}=500$ 或 $N_{\min}=\dfrac{F_{\mathrm{smin}}}{F}=\dfrac{2\times5000}{20}=500$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.答：



需满足的条件是：$L \geq N+M-1$

评注：实际就是循环卷积等于线性卷积的条件的考查。

3.答：设计步骤：

(1)确定数字低通滤波器的技术指标：ω_p、α_p、ω_s、α_s；

(2)进行非线性预畸变校正，将数字滤波器技术指标转换成模拟滤波器技术指标：

$\Omega_p = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2}$，$\Omega_s = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2}$，通带最大衰减和阻带最小衰减为$\alpha_p$、$\alpha_s$；

(3)设计满足指标要求的过渡模拟滤波器的系统函数：$H_a(s)$；

(4)将模拟低通滤波器$H_a(s)$从s平面转换到z平面，得到数字滤波器的系统函数$H(z)$，即：

$$H(z)=H_a(s)\Big|_{s=\frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}。$$

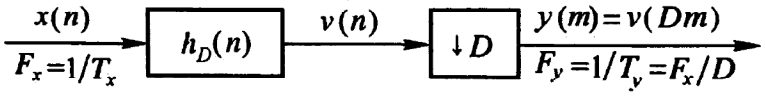
T的选取方法：由于双线性变换法无频谱混叠问题，所以T可以任意选取，一般取$T=2$。

双线性变换法的优点：双线性变换法从原理上彻底消除了频谱混叠。

双线性变换法的缺点：双线性变换法中，数字频率和模拟频率之间是非线性映射关系，会带来滤波器幅频响应和相频响应的失真，使得数字滤波器的频率响应曲线不能模仿相应的过渡模拟滤波器的频率响应曲线。

适用范围：由于双线性变换法仅仅能保持原模拟滤波器的片段常数幅频响应特性，而不能保持其相频响应特性，因此双线性变换法仅适用于要求片段常数幅频响应指标的数字滤波器的设计。

4.答：整数因子D抽取的原理方框图如下：



第一个方框为抗混叠滤波器，是一个数字低通滤波器，其作用是对采样频率为F_x的输入信号$x(n)$进行低通滤波，使信号的频带限制在$|\omega_x| \leq \frac{\pi}{D}$，以滤除$|\omega_x| > \frac{\pi}{D}$的频谱；

第二个方框表示对低通滤波后的信号$v(n)$进行抽取，即每隔$D-1$个样值抽取1个，得到按整数因子D抽取的序列$y(m)$，其采样频率为$F_y = \frac{F_x}{D}$。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、计算推导题

1.解：(1)对差分方程两端进行 z 变换，得到：

$$Y(z)=aY(z)z^{-1}+X(z)+bX(z)z^{-1}$$

则系统函数 $H(z)$ 为：$H(z)=\dfrac{Y(z)}{X(z)}=\dfrac{1+bz^{-1}}{1-az^{-1}}$，极点为 $z=a$。

由于系统是因果系统，故收敛域为：$|a|<|z|\le\infty$。

(2)法 1：根据基本变换对及 z 变换的性质求解：

$$H(z)=\frac{1+bz^{-1}}{1-az^{-1}}=\frac{1}{1-az^{-1}}+\frac{bz^{-1}}{1-az^{-1}}\quad 或\quad H(z)=\frac{1+bz^{-1}}{1-az^{-1}}=1+\frac{(a+b)z^{-1}}{1-az^{-1}}$$

由于 $a^nu(n)\Leftrightarrow\dfrac{1}{1-az^{-1}}$，收敛域为：$|a|<|z|\le\infty$

$a^{n-1}u(n-1)\Leftrightarrow\dfrac{z^{-1}}{1-az^{-1}}$，收敛域为：$|a|<|z|\le\infty$

所以，系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 为：

$$\begin{aligned}h(n)&=a^nu(n)+ba^{n-1}u(n-1)\\&=\delta(n)+(a+b)a^{n-1}u(n-1)\\&=\delta(n)+\frac{a+b}{a}a^nu(n-1)\end{aligned}$$

(任意一种表示方法都对)

法 2：通过逆 z 变换求解：

由于 $H(z)$ 的收敛域包括无穷远点，故 $h(n)$ 是一个因果序列。

令 $F(z)=H(z)z^{n-1}=\dfrac{z+b}{z+a}z^{n-1}$

当 $n\ge1$ 时，极点为 a，是围线 c 内的极点，根据留数定理，可得：

$$h(n)=\mathrm{Res}[F(z),a]=\left.\frac{z-b}{z+a}z^{n-1}\times(z-a)\right|_{z=a}=(a+b)a^{n-1}$$

当 $n=0$ 时，极点为 $z=a$、$z=0$，

$$h(n)=\mathrm{Res}[F(z),a]=\left.\frac{z+b}{z-a}z^{n-1}\times(z-a)\right|_{z=a}+\left.\frac{z+b}{z(z-a)}\times z\right|_{z=0}=1$$

当 $n<0$ 时，$h(n)=0$。

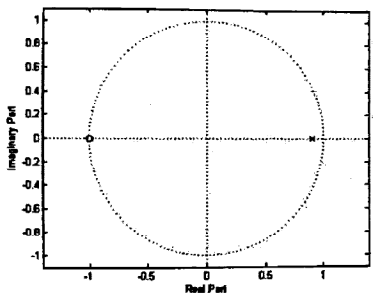
所以，$h(n)=\delta(n)+(a+b)a^{n-1}u(n-1)$。

(3)由于系统是稳定系统，收敛域一定包含单位圆，即 $|a|<1$，则傅里叶变换存在，故系统的传输函数 $H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$ 为 $H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=H(z)|_{z=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega}}=\dfrac{1+b\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}}{1-a\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}}$

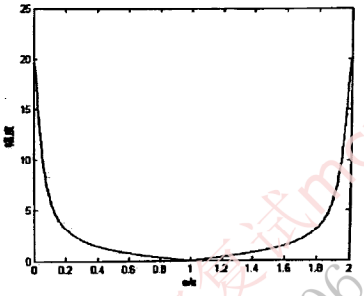
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(4)当$a=0.9$，$b=1$时，系统的零点为：$z=-b=-1$，极点为$z=a=0.9$。由于极点在$\omega=0$处，此时系统幅频特性的幅度值最大；而零点在$\omega=\pi$处，此时系统幅频特性的幅度值最小，且为0；ω在$[0,\pi]$之间时，随着ω增大，幅度值逐渐减小，故该系统是一个低通滤波器。

其幅频曲线近似如下图：



零极点分布图



幅频特性曲线

评注：请至少记住$a^n u(n)\leftrightarrow\frac{1}{1-az^{-1}}$，$1<|z|\leq\infty$或$-a^n u(-n-1)\leftrightarrow\frac{1}{1-az^{-1}}$，$0<|z|<1$；以及$R_N(n)\leftrightarrow\frac{1-z^{-n}}{1-z^{-1}}$。

2.解：构造一个长度为N的有限长序列$g(n)$，将$x(n)$和$y(n)$分别当作复序列的实部及虚部，即：$g(n)=x(n)+\mathrm{j}y(n)$。

对$g(n)$进行N点DFT运算，得到$G(k)=\mathrm{DFT}[g(n)]=G_{\mathrm{ep}}(k)+G_{\mathrm{op}}(k)$

则

$$X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)]=G_{\mathrm{ep}}(k)=\frac{1}{2}[G(k)+G^*(N-k)]$$

$$Y(k)=\mathrm{DFT}[y(n)]=-\mathrm{j}G_{\mathrm{op}}(k)=-\frac{\mathrm{j}}{2}[G(k)-G^*(N-k)]$$

其中$k=0,1,2,\ldots,N-1$。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：(1)采用窗函数法设计第一类线性相位的数字高通滤波器：

①选择窗函数，并计算窗函数长度 N 。

因为阻带最小衰减 $\alpha_s = 20\text{dB}$，由上表可知所有窗函数均满足要求，选择过渡带最窄的矩形窗。

根据指标要求，可知滤波器的过渡带 $\Delta B = \dfrac{1.8\pi}{N} \le \dfrac{\pi}{2}$，解得 $N \ge 3.6$ 。

对第一类线性相位的数字滤波器，N 只能取奇数，故取 $N = 5$ 。

②构造期望的理想高通滤波器的频率响应，即

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j\omega\tau}, \omega_c < |\omega| \le \pi \\ 0, |\omega| \le \omega_c \end{cases}$$

其中，$\tau = \dfrac{N-1}{2} = 2$，$\omega_c = \dfrac{\omega_p + \omega_s}{2} = \dfrac{\pi}{2}$

③求出期望滤波器的单位脉冲响应

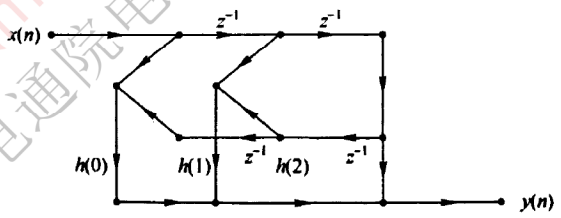
$$h_d(n) = \text{IFT}\left[H_d(e^{j\omega})\right] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} H_d(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega = \frac{1}{2\pi}\left(\int_{-\pi}^{-\omega_c} e^{-j\omega\tau} e^{j\omega n} d\omega + \int_{\omega_c}^{\pi} e^{-j\omega\tau} e^{j\omega n} d\omega\right)$$

$$= \frac{\sin\pi(n-\tau)}{\pi(n-\tau)} - \frac{\sin\omega_c(n-\tau)}{\pi(n-\tau)} = \frac{\sin\pi(n-2)}{\pi(n-2)} - \frac{\sin\frac{\pi(n-2)}{2}}{\pi(n-2)} = \delta(n-2) - \frac{\sin\frac{\pi(n-2)}{2}}{\pi(n-2)}$$

④加窗

$$h(n) = h_d(n)w(n) = \left[\delta(n-2) - \frac{\sin\frac{\pi(n-2)}{2}}{\pi(n-2)}\right] R_5(n)$$

(2)设计的高通滤波器的线性相位 FIR 滤波器网络结构如下：



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013年数字信号处理期末考试题

一、 填空题（每空 2 分，共 40 分）

1. 单位脉冲响应为 $h(n)$ 的线性时不变数字系统，其因果性充要条件是：_____，稳定性充要条件是：_____；因果稳定系统的极点分布特点是：_____，其收敛域特点：_____。

2. 在数字信号处理中，先后引入了DTFT、ZT 和 DFT，DTFT 与 DFT 之间的关系为_____；ZT 与DFT 之间的关系为_____。

3. 设连续时间信号 $x_a(t)$ 的最高信号频率 $f_c = 8k\text{Hz}$，现在采样频率 $f_s = 20k\text{Hz}$ 对 $x_a(t)$ 进行采样。如果对采样后的序列 $x(n)$ 做 $N = 1024$ 点的 DFT，确定 $X(k)$ 中 $k = 64$ 对应的 $x_a(t)$ 频谱函数的频率点为_____kHz；$k = 768$ 对应的 $x_a(t)$ 频谱函数的频率点为_____kHz。

4. 已知连续时间信号 $x_a(t)$ 的最高频率 $f_c = 1000\text{Hz}$，要求信号的频率分辨率母 $\Delta f \le 2\text{Hz}$，DFT 的点数必须为 2 的整数幂次，则根据以上要求，最大采样间隔为_____；最小的信号持续时间为_____；最少的DFT 点数为_____。

5. 对于长度为 N 的序列（其中 $N = 2^M$），利用定义计算DFT，其运算量复数乘法次数为_____，复数加法次数为_____；利用时域抽取基2-FFT（DIT-FFT）计算，其运算量复数乘法次数为_____，复数加法次数为_____。

6. IIR 数字滤波器设计中，假设采样间隔为 T，脉冲响应不变法中模拟频域 Ω 和数字频率 ω 之间的关系是_____．双线性变化法模拟频域 Ω 和数字频率 ω 之间的关系分别是_____。

7. FIR 滤波器根据单位脉冲响应的对称性和其长度的奇偶性分为了四类： 情况 I：$h(n)$ 为偶对称，N 为奇数；情况 II：$h(n)$ 为偶对称，N 为偶数；情况 III： $h(n)$ 为奇对称，N 为奇数；情况 IV：$h(n)$ 为奇对称，N 为偶数，其中不能实现高通滤波器的是哪些情况_____。

8. 所学 IIR 数字滤波器算法结构中，_____结构的运算效率最高，_____结构可以同时调整零点、极点已达到调整滤波器频率响应的目的。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、（15 分）已知：$x(n)=\{1,3,2,1;\ n=0,1,2,3\}$，$h(n)=\{1,2,1,2;\ n=0,1,2,3\}$，

试求：*（西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306）*

（1）求两序列的线性卷积 $y_L(n)$；

（2）求两序列的 7 点循环卷积 $y_c(n)$；

（3）请画出由 DFT 计算线性卷积的框图，标明其中每一步所需的点数。

三、（12 分）已知某离散时间因果系统的差分方程为

$$y(n)-3y(n-1)+2y(n-2)=x(n)+2x(n-1)$$

系统初始状态为 $y(-1)=1$，$y(-2)=2$，系统激励为 $x(n)=3^n u(n)$，试求：

（1）系统函数 $H(z)$，系统频率响应 $H(e^{j\omega})$。

（2）系统的零输入响应 $y_{zi}(n)$、零状态响应 $y_{zs}(n)$ 和全响应 $y_n(n)$。

四、（15 分）利用旋转因子指数变极性法，利用 DIT-FFT（时域抽取 FFT）运算流程实现 8 点基 2-IFFT 的蝶形运算，画出 IFFT 流程图，要求设计合理，防止运算过程中存在溢出现象。

五、（18 分）设 FIR 滤波器的系统函数为：

$$H(z)=\frac{1}{10}\left(1+0.9z^{-1}+2.1z^{-2}+0.9z^{-3}+z^{-4}\right)$$

（1）求出该滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$。

（2）试判断该滤波器是否具有线性相位特性。

（3）求出其幅频响应函数和相频响应函数。

（4）如果此滤波器具有线性相位特性，请画出其线性相位结构；如果不具有线性相位特性，请画出其直接型结构。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

数字信号处理 2013 年试题答案及评分标准

一、填空题（40 分，每空 2 分）

1、$h(n)=0, n<0$；$\sum_{n=-\infty}^{\infty}|h(n)|<\infty$；极点全部在单位圆以内；收敛域包含单位圆且收敛域内无极点。

2、序列的 DFT 是其 DTFT 在$[0,2\pi)$区间上的等间隔采样；序列的 DFT 是其 ZT 在单位圆上的等间隔采样。

3、$1.25kHz$；$-5.0kHz$。

4、$0.5\times10^{-3}s$；$0.5s$；1024 点。

5、N^2；$N(N-1)$；$M\frac{N}{2}$或$\frac{N}{2}\log_2 N$；MN或$N\log_2 N$。

6、$\Omega=\frac{\omega}{T}$；$\Omega=\frac{2}{T}\tan\left(\frac{\omega}{2}\right)$或者$\omega=2arc\tan\left(\frac{\Omega T}{2}\right)$。

7、情况 II 和情况III。

8、并联型；级联型

****

二、（15 分）

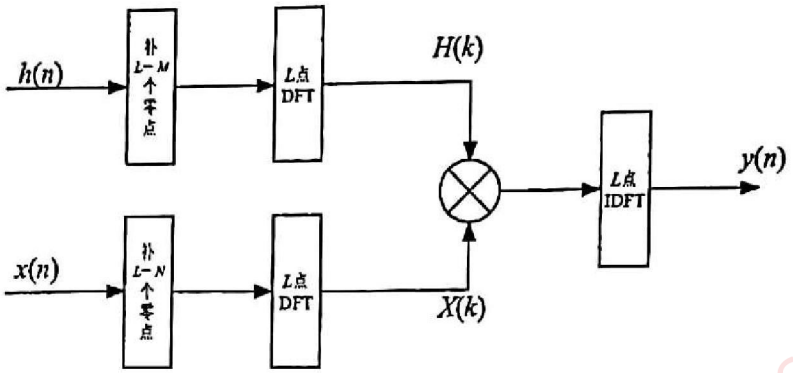
注意：本题（1）、（2）计算结果错一个数字不予给分；（3）M，N 及 L 的值可以直接标注在图上。

（1）$y_L(n)=\{1,5,9,10,10,5,2 \quad n=0,1,2,...,6\}$ **（5 分）**

（2）$y_C(n)=\{1,5,9,10,10,5,2 \quad n=0,1,2,...,5\}$ **（5 分）**

（3）（5 分）

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



$M=4$，$N=4$，$L\geq M+N-1=7$

****

三、(12 分)

评分标准：题（1）每个结果 3 分；题（2）根据学生的推导过程酌情给分，进行单边 Z 变换正确，给 4 分，在此基础上结果全对给满分。

解：（1）系统函数为 $H(z)=\dfrac{1+2z^{-1}}{1-3z^{-1}+2z^{-2}}=\dfrac{z^2+2z}{z^2-3z+2}$，$|z|>2$（3 分）

系统频率响应 $H(e^{j\omega})=H(z)\big|_{z=e^{j\omega}}=\dfrac{e^{2j\omega}+2e^{j\omega}}{e^{2j\omega}-3e^{j\omega}+2}$（3 分）

（2）

对差分方程两端同时作单边 Z 变换得：

$$Y(z)-3z^{-1}[Y(z)+y(-1)z]+2z^{-2}[Y(z)+y(-1)z+y(-2)z^2]=X(z)+2z^{-1}X(z)$$

即：

$$Y(z)=\frac{3y(-1)-2z^{-1}y(-1)-2y(-2)}{1-3z^{-1}+2z^{-2}}+\frac{(1+2z^{-1})}{1-3z^{-1}+2z^{-2}}X(z)$$

上式中，第一项为零输入响应的 Z 域表示式，第二项为零状态响应的 Z 域表示式，将初始状态及激励的 Z 变换 $X(z)=\dfrac{z}{z-3}$ 代入，得零输入响应、零状态响应的 Z 域表示式分别为：

$$Y_{zi}(z)=\frac{-1-2z^{-1}}{1-3z^{-1}+2z^{-2}}=-\frac{z^2+2z}{z^2-3z+2}$$

$$Y_{zs}(z)=\frac{1+2z^{-1}}{1-3z^{-1}+2z^{-2}}\cdot\frac{z}{z-3}=\frac{z^2+2z}{z^2-3z+2}\cdot\frac{z}{z-3}$$

将 $Y_{zi}(z)$，$Y_{zs}(z)$ 展开成部分分式之和，得

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$\frac{Y_{zi}(z)}{z}=-\frac{z+2}{z^2-3z+2}=\frac{3}{z-1}+\frac{-4}{z-2}$$

$$\frac{Y_{zs}(z)}{z}=\frac{z^2+2z}{z^2-3z+2}\cdot\frac{1}{z-3}=\frac{\frac{3}{2}}{z-1}+\frac{-8}{z-2}+\frac{\frac{15}{2}}{z-3}$$

即 $Y_{zi}(z)=\frac{3z}{z-1}+\frac{-4z}{z-2}$ $Y_{zs}(z)=\frac{\frac{3}{2}z}{z-1}+\frac{-8z}{z-2}+\frac{\frac{15}{2}z}{z-3}$

对上两式分别取 z 反变换，得零输入响应、零状态响应分别为

$$y_{zi}(n)=[3-4(2)^n]u(n)$$

$$y_{zs}(n)=[\frac{3}{2}-8(2)^n+\frac{15}{2}(3)^n]\varepsilon(n)$$

故系统全响应为

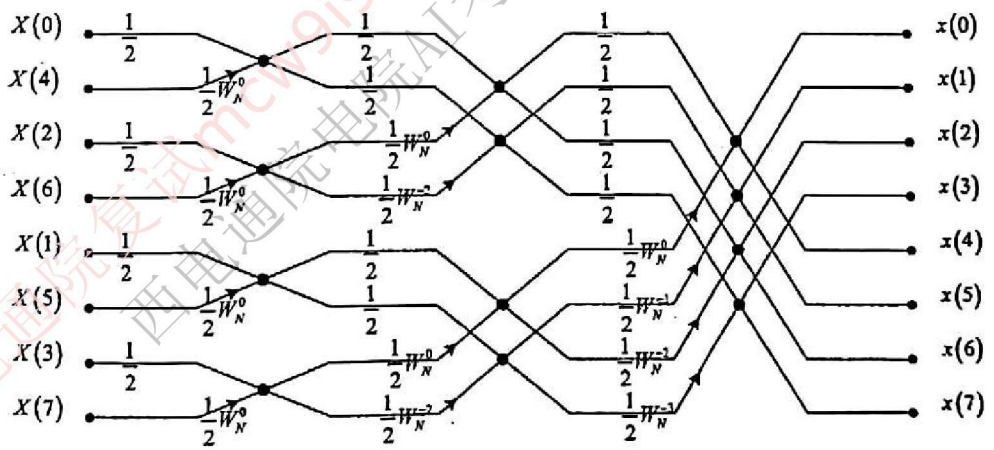
$$y(n)=y_{zi}(n)+y_{zs}(n)=[\frac{9}{2}-12(2)^n+\frac{15}{2}(3)^n]u(n)$$

****

四、（15 分）

评分标准：旋转因子标注错误给 0 分；画为 DIF-FFT 的形式（即 DIT-IFFT），给 0 分；没有标注 $\frac{1}{2}$ 或者直接在某个位置标注为 $\frac{1}{8}$ 只给 12 分。

特别注意：本题的本意是让学生画出基 2 DIF-IFFT（由 DIT-FFT 演变而来）。



****

五、（18 分）

评分标准：题（1）3 分；题（2）只答“是”，“否”给 2 分，写出原因给 4 分；题（3）每个结果 3 分，共计 6 分；题（4）画出线性相位结构给 5 分，其余不给分。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

解：（1）

$$H(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}h(n)z^{-n}$$

$$h(n)=0.1\delta(n)+0.09\delta(n-1)+0.21\delta(n-2)+0.09\delta(n-3)+0.1\delta(n-4)$$
$$=\{0.1\quad 0.09\quad 0.21\quad 0.09\quad 0.1\}\qquad 0\le n\le 4$$

（2）因为 $h(n)=h(N-1-n)$，所以该滤波器具有线性相位特点。

（3）

$$H(e^{j\omega})=H(z)\Big|_{z=e^{j\omega}}=\frac{1}{10}(1+0.9e^{-j\omega}+2.1e^{-j2\omega}+0.9e^{-j3\omega}+e^{-j4\omega})$$
$$=e^{-j2\omega}(0.2\times\frac{e^{j2\omega}+e^{-j2\omega}}{2}+0.18\times\frac{e^{j\omega}+e^{-j\omega}}{2}+0.21)$$
$$=e^{-j2\omega}(0.2\cos 2\omega+0.18\cos\omega+0.21)=H(\omega)e^{j\theta(\omega)}$$

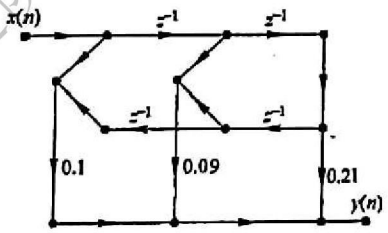
幅频响应为：

$$H(\omega)=0.2\cos 2\omega+0.18\cos\omega+0.21$$

相频响应为：

$$\theta(\omega)=-2\omega$$

（4）



****

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

补充练习题

1. 已知一连续信号为 $x_1(t)=\cos(2\pi f_1 t)+\cos(2\pi f_2 t)$，其中 $f_1=100\text{Hz}$，$f_2=100\text{Hz}$，若以抽样频率 $f_s=600\text{Hz}$ 对该信号进行抽样，由DFT进行频谱分析时，能够分辨此两个谱峰所需的最少样本点数 $N=$_____。

2. 设实连续信号 $x(t)$ 中含有频率为40Hz的余弦信号，现用 $F_s=120\text{Hz}$ 的采样频率对其进行采样，并利用 $N=1024$ 点 DFT 分析信号的频谱，计算出频谱的峰值出现在第_____条谱线。*(西电通院电院AI考研Q群：680630306)*

3. 给定模拟滤波器的设计指标，要求设计阶数较低的滤波器，应选择_____（填滤波器类型）

4. 某离散时间LTI系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 为实、因果序列，已知 $\text{Re}\left[H\left(e^{j\omega}\right)\right]=1+2\cos 2\omega$，求 $h(n)$。

5. 如采用零阶保持器将时域离散信号恢复成模拟信号，说明其与理想恢复之间的差别。

6. 叙述利用频率采样法设计数字FIR滤波器的基本思想。所设计的滤波器的频率响应与希望逼近的滤波器频率响应函数之间的误差是由哪些因素造成的？

7. 某滤波器的系统函数为：$H(z)=\dfrac{1-0.8z^{-1}+z^{-2}}{\left(1-0.25z^{-1}\right)\left(1-z^{-1}+0.25z^{-2}\right)}$，分别绘制该滤波器的级联型和并联型网络结构，并说明级联型和并联型两类网络实现结构的优缺点。

西电通院复试mcv919cet 西电通院复试mcv919cet 西电通院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

补充练习题参考答案

1.30

解答过程：$\Delta f = f_2 - f_1$，由于是求最少样本点数，选择矩形窗，$\Delta w = \frac{2\pi}{N}$。

$\frac{2\pi}{N} \le 2\pi\Delta f T = \frac{2\pi\Delta f}{f_s}$，$N \ge \frac{f_s}{\Delta f} = 30$。

2.341

解答过程：对时间连续信号进行采样，如果满足采样定理，那么连续域的角频率Ω和数字域的频率ω具有线性关系，即$\omega = \Omega T$，$T = \frac{1}{F_s}$，另外$N=1024$点的DFT(用$X(k)$表示)，在频率域采样点的频率为$\omega_k = \frac{2\pi k}{N} = \Omega_k T$，则$\Omega_k = \frac{2\pi F_s}{N}k$，或者$f_k = \frac{F_s}{N}k$。题中的信号频率为40Hz，$F_s = 120\,\text{Hz}$，令$f_k = 40\text{Hz}$，可以算出$k = 341.3$，因此频谱的峰值将出现在第341条谱线上。当然，信号并不是精确地出现在第341条谱线上，第341条谱线代表的准确频率为39.961Hz。

3.椭圆滤波器

4.解：$\text{Re}\left[H(e^{j\omega})\right] = 1 + 2\cos 2\omega = 1 + e^{j2\omega} + e^{-j2\omega}$，由于实部对应共轭对称序列，则

$$h_e(n) = \begin{cases} 1, n = 0 \\ 1, n = 2 \\ 1, n = -2 \\ 0, \text{其它} \end{cases}$$

由于是实、因果序列，故$n<0$时$h(n)=0$。

故$h(-2) = h_e(-2) + h_o(-2) = 0$，解得$h_o(-2) = -1$。

由共轭反对称性质，$h_o(2) = -h_o(-2) = 1$。故

$$h(n) = h_e(n) + h_o(n) = \begin{cases} 1, n = 0 \\ 2, n = 2 \\ 0, \text{其它} \end{cases}$$

5.答：(1)在$|\Omega| \le \frac{\pi}{T}$区域，幅度不够平坦，会造成信号失真，影响在一些高保真系统中的应用；

(2)在$|\Omega| > \frac{\pi}{T}$区域，增加了很多高频分量，表现在时域上，就是恢复出的模拟信号是台阶形的。

评注：课本第三版P108(第二版P101)。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

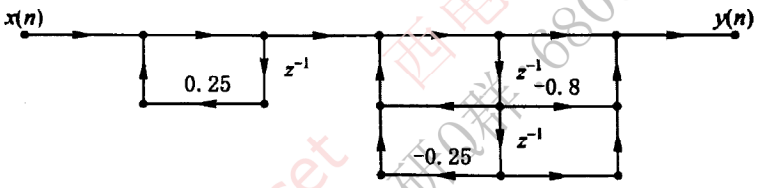
6.答：(1)频率采样法设计数字 FIR 滤波器的基本思想：

首先构造一个希望逼近的频率响应函数 $H_d(e^{j\omega})=H_{dg}(e^{j\omega})e^{j\theta_d(\omega)}$，然后对 $H_d(e^{j\omega})$ 在 $[0,2\pi]$ 上采样 N 点得到 $H(k)(H(k)=H_d(e^{j\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$，$k=0,1,2,\ldots,N-1)$，通过 IDFT 求得 $h(n)$，将 $h(n)$ 作为所设计的 FIRDF 的单位脉冲响应，其系统函数为 $H(z)=ZT[h(n)]=\sum_{n=0}^{N-1}h(n)z^{-n}$，通过 z 域内插公式可以直接由频域采样 $H(k)$ 表示系统函数 $H(z)=\frac{1-z^{-N}}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\frac{H(k)}{1-W_N^{-k}z^{-1}}$。

(2)造成误差因素：$H_{dg}(e^{j\omega})$ 的形状，N 值的大小。

7.解：$H(z)=\frac{1}{1-0.25z^{-1}}\times\frac{1-0.8z^{-1}+z^{-2}}{1-z^{-1}+0.25z^{-2}}=H_1(z)H_2(z)$

滤波器的级联型结构如下：



优点：(1)硬件实现时可以用一个二阶网络进行时分复用；

(2)每一个基本网络系数变化只影响该系数的零极点：一阶网络决定一个零点一个极点，二阶网络决定一对共轭零点和一对共轭极点。**调整相应系数，可以很方便的调整零极点的位置**；

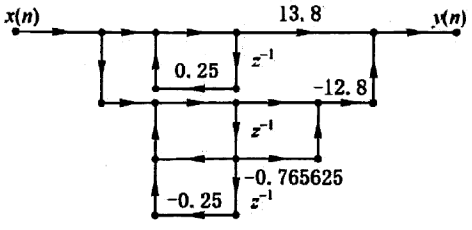
(3)对系数变化的敏感度小，受有限字长的影响比直接型低；

(4)具有最少的存储器。

缺点：二阶节点电平难控制，电平大易导致溢出，电平小则使信噪比减小。

$$H(z)=\frac{13.8}{1-0.25z^{-1}}+\frac{-12.8+9.8z^{-1}}{1-z^{-1}+0.25z^{-2}}=13.8\times\frac{1}{1-0.25z^{-1}}-12.8\times\frac{1-0.765625z^{-1}}{1-z^{-1}+0.25z^{-2}}$$

滤波器的并联型结构如下：



优点：(1)运算速度快；

(2)各基本网络误差互不影响，不会增加累计误差；

(3)可以单独调节极点位置。

缺点：**只能调节极点位置**，不可以调节零点位置。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2011 年

一、填空题(共 34 分，16 题 3 分，9、14、17 题 2 分，其余每空 1 分)

1.序列 $x(n)=\sin\omega_0 n$ 是非周期的条件是_____。

2.系统的全响应包括_____和_____。线性时不变系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 是在_____输入下的_____。

3.若序列的长度为 M，要能够有频域采样信号 $X(k)$ 恢复原序列，而不发生时域混叠现象，则频域采样点数 N 需要满足的条件为_____。

4.对于长度为 N ($N=2^L$，L 为整数)有限长序列按时间抽取的基 2FFT 算法计算，共需要_____次复数乘法和_____次复数加法。

5.在模拟信号的数字处理系统中，预滤波器和平滑滤波器均是_____。其中，预滤波器的作用是_____，平滑滤波器的作用是_____。

6.若模拟信号 $x_a(t)$ 的频率响应为 $X_a(jf)$，如果 $x(n)$ 和 $X(k)$ 分别是对 $x_a(t)$ 和 $X_a(jf)$ 的 N 点等间隔采样，则 $x(n)$ 和 $X(k)$ 的关系是_____。

7.对模拟信号用 DFT 进行谱分析时，产生误差的几个主要原因是_____、_____和_____。

8.根据零极点配置的基本原理，_____一般放在需加强的频率点附近，且在单位圆内；_____则放置在需减弱的频率点附近。

9.理想滤波器的频域主要特点是：_____。

10.设计滤波器时，除满足给定的指标性能外，还需要保证滤波器的可实现性，即满足_____和_____。

11.在利用窗函数法设计 FIR 滤波器时，一般希望窗函数能满足两项要求：

(1)_____；

(2)_____。

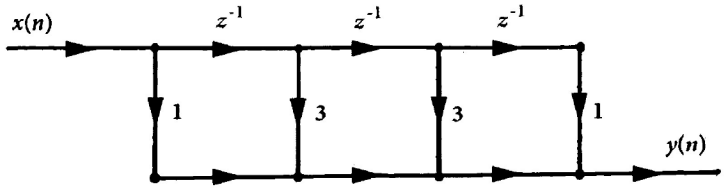
但实际上这两点不能兼得，一般总是通过增加主瓣宽度来换取对旁瓣的抑制。

12.设计 FIR 数字滤波器的关键是幅度逼近，其线性相位是通过_____来保证的。该滤波器的零点满足_____。

13.设计 IIR 数字滤波器时，只考虑了幅频特性；如果需要得到线性相位，则可以通过级联_____来进行校正。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

14.下图所示信号流图的系统函数为_____。



15.设两有限长序列的长度分别为 M 和 N，欲用循环卷积计算二者的线性卷积，则循环卷积的长度至少应取_____。

16.傅里叶变换的物理意义是_____。对于傅里叶变换，如果一个域(时域或频域)是离散的，则另一个域(频域或时域)必然是_____。

17.离散傅里叶变换的物理意义是_____。

二、选择题(10 分，每题 1 分)

1.线性时不变系统是因果稳定的充分必要条件是(　　)。

A.系统函数 $H(z)$ 的极点在单位圆里

B.系统的单位脉冲响应序列 $h(n)$ 满足 $h(n)=0$，$n<0$

C.系统函数 $H(z)$ 的收敛域为 $|z|>r(r<1)$

D.系统函数的 z 变换收敛区间为单位圆

2.已知某序列 z 变换收敛域为 $|z|>3$，则该序列为(　　)。

A.有限长序列　　B.右边序列　　C.左边序列　　D.双边序列

3.已知 $\mathrm{DFT}[x(n)]=X(k)$，下面说法中正确的是(　　)。

A.若 $x(n)$ 为实数偶对称函数，则 $X(k)$ 为虚数奇对称函数

B.若 $x(n)$ 为实数奇对称函数，则 $X(k)$ 为虚数奇对称函数

C.若 $x(n)$ 为虚数偶对称函数，则 $X(k)$ 为虚数奇对称函数

D.若 $x(n)$ 为虚数奇对称函数，则 $X(k)$ 为虚数奇对称函数

4.下列关于窗函数设计法的说法中错误的是(　　)。

A.窗函数长度增加，则主瓣宽度减小，旁瓣宽度减小

B.窗函数的旁瓣相对幅度取决于窗函数的形状，与窗函数的长度无关

C.为减小旁瓣相对幅度而改变窗函数的形状，通常主瓣的宽度会增加

D.若长度固定，只要选择合适的窗函数就可以使主瓣宽度足够窄，旁瓣幅度足够小

5.已知 z_k 为全通滤波器的零点，则下面哪一个不可能是它的极点(　　)。

A. z_k^*　　B. z_k^{-1}　　C. $\left(z_k^{-1}\right)^*$

6.下列各种滤波器的结构中，(　　)不是 IIR 滤波器的基本结构。

A.直接型　　B.级联型　　C.并联型　　D.频率抽样型

西电通院复试mcw919cet 西电通院复试mcw919cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

7.下列关于用脉冲响应不变法设计 IIR 滤波器的说法中错误的是(　　)。

A.数字频率和模拟频率之间呈线性关系

B.能将线性相位的模拟滤波器映射为线性相位的数字滤波器

C.容易产生频率混叠效应

D.可以用于设计高通和带阻滤波器

8.下列关于 FIR 滤波器的说法中正确的是(　　)。

A.FIR 滤波器容易设计成线性相位特性

B.FIR 滤波器的脉冲响应长度是无限的

C.FIR 滤波器的脉冲响应长度是确定的

D.对于相同的幅频特性要求，用 FIR 滤波器实现要比 IIR 滤波器实现阶数低

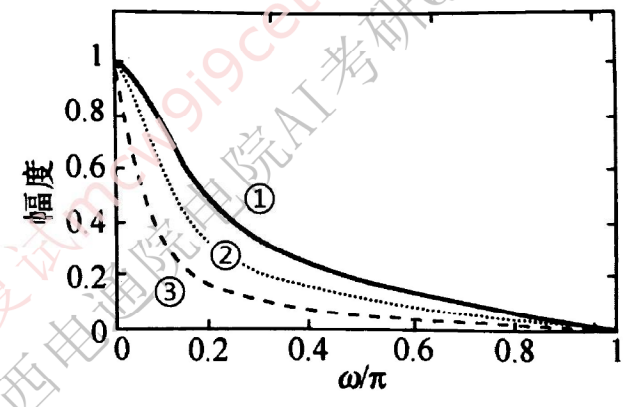
9.计算 256 点的按时间抽取基-2FFT，在每一级有(　　)个蝶形。

A.256　　B.1024　　C.128　　D.64

10.已知系统函数为 $H(z)=\frac{1-a}{2}\cdot\frac{z+1}{z-a}$，当 a 分别为 0.7、0.8、0.9 时，幅频响应曲线分别是下图中的三条曲线，则叙述正确的是(　　)。

A.①$a=0.9$，②$a=0.8$，③$a=0.7$　B.①$a=0.7$，②$a=0.9$，③$a=0.8$

C.①$a=0.7$，②$a=0.8$，③$a=0.9$　D.①$a=0.8$，②$a=0.7$，③$a=0.9$



三、问答题(20 分)

1.利用双线性变换法和脉冲响应不变法设计 IIR 数字滤波器时，都涉及到采样间隔 T。试问在实际应用中，T 应该如何选取？为什么(分别讨论)?

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.试叙述利用窗函数设计 FIR 数字滤波器的步骤。

3.设采样率转换系统输入为$x(n_1T_1)$，输出为$x(n_2T_2)$，试画出整数倍因子I内插系统的原理框图，并解释其中各功能框的作用。

4.对实信号进行谱分析，要求分辨率$F \le 20\text{Hz}$，信号最高频率$f_c = 2.5\text{kHz}$，试确定最小记录时间$T_{p\min}$、最大采样间隔$T_{\max}$、最少采样点数$N_{\min}$。如果f_c不变，要求分辨率提高一倍，最小采样点数和最小记录时间是多少？

四、计算题(56 分)

1.(12 分)假定序列$x(n)$的z变换为$X(z)=\dfrac{1-a^2}{(1-az)(1-az^{-1})}$，其中$|a|<1$，求原序列。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.(12 分)设 $x(n)$ 是长度为 $2N$ 的实序列，已知 $X(k)=\mathrm{DFT}[x(n)]_{2N}$。为了提高运算效率，试设计用一次 N 点 IFFT 实现 $x(n)$ 的计算。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.(12 分)用双线性变换法设计 IIR 数字低通滤波器，要求通带截止频率 $\omega_p = 0.5\pi$ rad，通带衰减 α_p 不大于 3dB，阻带截止频率 $\omega_s = 0.75\pi$ rad，阻带衰减 α_s 不小于 20dB。以巴特沃思模拟低通滤波器为原型，采样间隔 $T = 2$s 。

注：$\Omega_c = \dfrac{\Omega_s}{(A^2-1)^{\frac{1}{2N}}}$；从 $H_a(s)$ 转换到 $H(z)$ 只需要写出转换公式即可。

附表：巴特沃思归一化模拟系统滤波器部分参数

分母因式 / 阶数 N	$B(p)=B_1(p)B_2(p)\ldots B_5(p)$
1	$(p+1)$
2	$(p^2+1.4142p+1)$
3	$(p^2+p+1)(p+1)$
4	$(p^2+0.7654p+1)(p^2+1.8478p+1)$

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2011 年参考答案

一、填空题

1.不存在整数 M、N 满足 $\omega_0 N = 2\pi M$

2.零输入响应；零状态响应；$\delta(n)$；零状态响应

3.$N \geq M$

4.$\frac{NL}{2}$(或$\frac{N}{2}\log_2 N$)；NL(或$N\log_2 N$)

5.低通滤波器；抗频谱混叠；滤除多余的高频分量

6.$X(k) = T\sum_{n=0}^{N-1} x(n)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}kn} = T\,\mathrm{DFT}[x(n)]$

评注：课本第二版 P112。

7.采样频率不够大；实际中只能将模拟信号进行截断分析，DFT 是离散谱，两点之间频谱值未知

8.极点；零点

9.①通带幅度为常数，阻带幅度为 0；

②线性相位较好；

③单位脉冲响应非因果无限长

10.因果性；稳定性

11.窗函数主瓣**宽度**较小，减小过渡带宽；窗函数旁瓣**幅度**较小，减小 $H_g(\omega)$波动

12.$h(n) = \pm h(N-1-n)$；互为倒数的共轭对四个为一组出现

13.全通滤波器

14.$H(z) = 1 + 3z^{-1} + 3z^{-2} + z^{-3}$ 评注：该图为直接型网络结构。直接型网络又称为**卷积型**网络。

15.$M + N - 1$

16.时域到频域的互相转换，完成信号的不同角度分析；周期的

评注：周期对应离散，非周期对应连续。

17.时域离散信号频谱的等间隔采样

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、选择题

CBBDA DDACC

1.C 评注：A 中 $H(z)$ 可能是左边序列、双边序列；B 是因果系统的充要条件；D 是稳定系统的充要条件。

2.B 评注：大于的是右边序列，小于的是左边序列，又有小于又有大于的是双边序列。

3.B 评注：利用 DFT 的共轭对称性质可以解得。

此题核心为：共轭对称 $\xleftrightarrow{\text{DFT}}$ 实数，共轭反对称 $\xleftrightarrow{\text{DFT}}$ 虚数。

与之相似：周期 $\xleftrightarrow{\text{FT}}$ 离散，非周期 $\xleftrightarrow{\text{FT}}$ 连续。

4.D 评注：主瓣宽度和旁瓣幅度是一对矛盾，一个减小必定导致另一个增大。

5.A 评注：全通滤波器的零点和极点互成**倒易关系**。若 z_k 是它的零点，那么 z_k^{-1} 就是它的极点。全通滤波器的零点和极点均以**共轭对**形式出现：z_k 是零点，z_k^* 也是零点，z_k^{-1} 是极点，$(z_k^{-1})^*$ 也是极点。

7.D 评注：脉冲响应不变法最大的缺点是存在频谱混叠失真，会导致 $\omega=\pi$ 附近的频率响应偏离滤波器频响特性曲线，所以只能设计低通和带通滤波器，而不能设计高通和带阻滤波器。

8.A 评注：FIRDF(Finite Impulse Response Digital Filter)F 代表有限，B 错；凯塞窗长度可变，C 错；FIR 阶数一般比 IIR 高，结构更为复杂，D 错。

9.C 评注：$256\div 2=128$。

三、问答题

1.答：如果是单方向将给定的模拟滤波器 $H_a(s)$ 和 $H(z)$，T 的取值对转换结果会有很大影响，尤其是脉冲响应不变法，值越大会使频谱混叠失真越严重。一般要求 $\dfrac{\pi}{T}>\Omega_s$。

如果给定数字滤波器指标，则 T 可以任意选取，因为数字滤波器最高频率为 π，所以阻带截止频率 $\omega_s<\pi$。为了计算简单，对脉冲响应不变法，一般取 $T=1\text{s}$；而对双线性变换法，一般取 $T=2\text{s}$。

评注：课本第三版 P167(第二版 P166)。

2.答：(1)选择合适的窗函数类型，写出窗函数的表达式 $w(n)$；

(2)构造希望逼近的频率响应函数 $H_d(e^{j\omega})$；

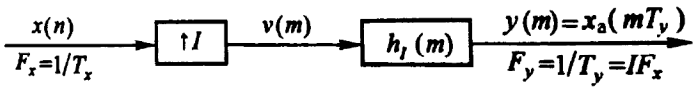
(3)通过反傅里叶变换求出 $h_d(n)$；

(4)加窗得到设计结果：$h(n)=w(n)h_d(n)$。

评注：课本第三版 P193(第二版 P191)。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.答：



第一个方框表示在序列$x(n)$的相邻样点之间补$I-1$个零，称为零值内插器；

第二个方框表示将零值内插后中间序列$v(n)$经过一个低通滤波器，滤除其镜像频谱，称为抗镜像滤波器。

4.解：$T_{\text{pmin}}=\dfrac{1}{20}=0.05\,\text{s}$，$T_{\max}=\dfrac{1}{2.5\times10^3\times2}=0.2\text{ms}$，$N_{\min}=\dfrac{5\times10^3}{20}=250$

f_c不变，要求分辨率提高一倍，则有

$T_{\text{pmin}}=\dfrac{1}{10}=0.1\,\text{s}$，$T_{\max}=\dfrac{1}{2.5\times10^3\times2}=0.2\text{ms}$，$N_{\min}=\dfrac{5\times10^3}{20}=500$

评注：课本第三版 P113(第二版 P107 例 4.5.1)改编。

四、计算题

1.解：$X(z)=\dfrac{z}{z-a}-\dfrac{z}{z-a^{-1}}$

由于题目中未给出z的收敛域，故需分三种情况讨论。

(1)$|z|\geq|a|^{-1}$，此时序列为一右边序列。

$x(n)=a^nu(n)-a^{-n}u(n)$

(2)$|z|\leq|a|$，此时序列为一左边序列。

$x(n)=a^{-n}u(-n-1)-a^nu(-n-1)$

(3)$|a|<|z|<|a|^{-1}$，此时为一双边序列。(这里为了让大家熟悉各种解法所以采用了留数法，也可以用之前的方法做)

$$X(z)=\frac{(1-a^2)z}{(1-az)(z-a)},\quad F(z)=X(z)z^{n-1}=\frac{(1-a^2)z^{n-1}}{(1-az)(1-az^{-1})}=\frac{(1-a^2)z^n}{-a(z-a)(z-a^{-1})}$$

将n分成$n\geq0$和$n<0$两部分考虑。

当$n\geq0$时，$F(z)$的极点为$z=a,a^{-1}$，但围线c内只有极点$z=a$，因此得到

$$x(n)=\text{Res}[F(z),a]=(z-a)\frac{1-a^2}{-a(z-a)(z-a^{-1})}z^n\Big|_{z=a}=a^n$$

当$n<0$时，$F(z)$的极点为$z=0,a,a^{-1}$，围线c以外的极点是$z=0,a$，其中$z=0$是一个多阶极点，为此改求围线c以外的极点的留数，围线c以外只有单阶极点$z=a^{-1}$， 因此得到：

$$x(n)=-\text{Res}[F(z),a^{-1}]=-(z-a^{-1})\frac{1-a^2}{-a(z-a)(z-a^{-1})}z^n\Big|_{z=a^{-1}}=a^{-n}$$

所以$x(n)=\begin{cases}a^n,n\geq0\\a^{-n},n<0\end{cases}=a^{|n|}$。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.解：设 $x_1(n)=x(2n)$， $n=0,1,\ldots,N-1$

$x_2(n)=x(2n+1)$， $n=0,1,\ldots,N-1$

$X_1(k)=\mathrm{DFT}[x_1(n)]$， $n=0,1,\ldots,N-1$

$X_2(k)=\mathrm{DFT}[x_2(n)]$， $n=0,1,\ldots,N-1$

则应满足关系式

$$\begin{cases}X(k)=X_1(k)+W_{2N}^{k}X_2(k)\\ X(k+N)=X_1(k)-W_{2N}^{k}X_2(k)\end{cases}，\quad k=0,1,\ldots,N-1$$

由上式可以解出

$$X_1(k)=\mathrm{DFT}[x_1(n)]=\frac{1}{2}[X(k)+X(k+N)]，\quad X_2(k)=\mathrm{DFT}[x_2(n)]=\frac{1}{2}[X(k)-X(k+N)]W_{2N}^{-k}$$

由以上分析可得出运算过程如下：

①由 $X(k)$ 计算出 $X_1(k)$、$X_2(k)$：

$$X_1(k)=\mathrm{DFT}[x_1(n)]=\frac{1}{2}[X(k)+X(k+N)]，\quad X_2(k)=\mathrm{DFT}[x_2(n)]=\frac{1}{2}[X(k)-X(k+N)]W_{2N}^{-k}$$

②由 $X_1(k)$、$X_2(k)$ 构成 N 点频域序列 $Y(k)$：

$Y(k)=X_1(k)+\mathrm{j}X_2(k)=Y_{\mathrm{ep}}(k)+Y_{\mathrm{op}}(k)$

其中，$Y_{\mathrm{ep}}(k)=X_1(k)$，$Y_{\mathrm{op}}(k)=\mathrm{j}X_2(k)$，进行 N 点 IFFT 得到

$y(n)=x_1(n)+\mathrm{j}x_2(n)$

$$\mathrm{Re}[y(n)]=\frac{1}{2}[y(n)+y^*(n)]=\mathrm{IDFT}[Y_{\mathrm{ep}}(k)]=x_1(n)$$

$$\mathrm{jIm}[y(n)]=\frac{1}{2}[y(n)-y^*(n)]=\mathrm{jIDFT}[Y_{\mathrm{op}}(k)]=\mathrm{j}x_2(n)$$

③由 $x_1(n)$ 和 $x_2(n)$ 合成 $x(n)$：

$$x(n)=\begin{cases}x_1\left(\dfrac{n}{2}\right),\text{偶数}\\ x_2\left(\dfrac{n-1}{2}\right),\text{奇数}\end{cases}\qquad 0\le n\le 2N-1$$

西电通院复试ncw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：$\omega_p = 0.5\pi\,\text{rad}$，$\omega_s = 0.75\pi\,\text{rad}$，$\alpha_p = 3\,\text{dB}$，$\alpha_s = 20\,\text{dB}$。

设采样周期$T = 2\,\text{s}$，

$$\Omega_p = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_p}{2} = \tan 0.25\pi = 1\,\text{rad}$$

$$\Omega_s = \frac{2}{T}\tan\frac{\omega_s}{2} = \tan 0.375\pi = 2.4142\,\text{rad}$$

$$\varepsilon = \sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}} - 1} = 0.9976\,,\quad A = 10^{\frac{\alpha_s}{20}} = 10$$

$$k = \frac{\Omega_p}{\Omega_s} = 0.4142\,,\quad k_1 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2 - 1}} = 0.1003\,,\quad N = \left\lceil \frac{\lg k_1}{\lg k} \right\rceil = 3$$

$$\Omega_c = \frac{\Omega_s}{\left(A^2 - 1\right)^{\frac{1}{2N}}} = \frac{2.4142}{\left(10^2 - 1\right)^{\frac{1}{6}}} = 1.1225$$

查表得$G(p) = \dfrac{1}{(p^2 + p + 1)(p + 1)}$

$$H_a(s) = G(p)\Big|_{p=\frac{s}{\Omega_c}} = \frac{\Omega_c^3}{\left(s^2 + \Omega_c s + \Omega_c^2\right)\left(s + \Omega_c\right)} = \frac{1.4144}{\left(s^2 + 1.1225s + 1.2600\right)\left(s + 1.1225\right)}$$

$$H(z) = H_a(s)\Big|_{s=\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$$

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2010 年

一、填空题(40 分，第 3 题每空 2 分，其余每空 1 分)

1. $x(n)=\cos\omega_0 n$ 为周期序列的条件是_____。

2.有限长序列 z 变换的收敛域为_____，右序列 z 变换的收敛域为_____，左序列 z 变换的收敛域为_____，双边序列 z 变换的收敛域为_____，因果序列 z 变换的收敛域为_____。

3.已知序列 $x(n)$ 的 z 变换为 $X(z)$，收敛域为 $R_{x-}<|z|<R_{x+}$，则序列 $a^n x(n)$(a 为常数)的 z 变换为_____，收敛域为_____。

4.若信号的最高频率为 f_h，则为保证不发生频率混叠所需的最低采样频率 f_s 需要满足的条件为_____。

5.用按时间抽取的基 2FFT 算法计算 N 点($N=2^L$，L 为整数)DFT，共需要_____次复数乘法，_____次复数加法。

6.最小相位系统的重要性质包括_____、_____和_____。

7.第一类线性相位的 FIR 数字滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$ 应满足_____，第二类线性相位的 FIR 数字滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$ 应满足_____。

如果需要设计高通第一类线性相位滤波器，滤波器长度 N 应满足_____。

8.系统的全响应包括_____和_____。

9.理想滤波器的三个重要特点分别是_____、_____和_____。

10.常用的模拟滤波器包括_____、_____、_____、_____和_____。

11.FIR 滤波器的网络结构有_____、_____、_____、和_____；IIR 滤波器的网络结构有_____、_____、和_____。

12.全通滤波器的特点是_____，其零点与极点之间互为_____关系。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、简答题(共 24 分。每题 6 分)

1.采用脉冲响应不变法和双线性变换法设计 IIR 滤波器的设计思路各是什么？分别有哪些优缺点？

2.简述用 DFT 对模拟信号进行谱分析会引入哪些误差，原因是什么，如何解决？

3.简述采用窗函数法设计 FIR 滤波器的具体步骤。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.画出模拟信号数字处理的原理框图，并简述各处理模块的具体作用以及设计原则。

三、计算推导题(36 分，每题 12 分)

1.某因果滤波器的系统函数为：$H(z)=\dfrac{1-0.5z^{-1}+z^{-2}}{\left(1-0.8z^{-1}\right)\left(1-0.8z^{-1}+0.15z^{-2}\right)}$，求出该系统的单位脉冲响应，并绘制该滤波器并联型网络结构。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.采用脉冲响应不变法设计一个工作于采样频率100kHz的巴特沃思数字低通滤波器，要求通带边界频率为8kHz，通带最大衰减为0.5dB，阻带边界频率为20kHz，阻带最小衰减为20dB。从$H_a(s)$转换到$H(z)$只需写出转换公式即可。

附表：巴特沃思归一化模拟系统滤波器部分参数

分母因式 / 阶数 N	$B(p)=B_1(p)B_2(p)\ldots B_5(p)$
1	$(p+1)$
2	$(p^2+1.4142p+1)$
3	$(p^2+p+1)(p+1)$
4	$(p^2+0.7654p+1)(p^2+1.8478p+1)$

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.已知音频信号$x_a(t)$的截止频率为4kHz，为了降低对模拟预滤波器的设计要求，试采用2倍抽取采样率转换的方法给出新的设计方案，画出处理框图，并画出框图中各模块输入输出信号的频谱示意图。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2010 年参考答案

一、填空题

1. $\omega=\dfrac{2\pi M}{N}$， $M,N=0,1,2,3,\ldots$

2. $0<|z|<\infty$，0 和∞点另外考虑； $R_{x-}<|z|<\infty$，0 和∞点另外考虑； $0<|z|<R_{x+}$，0 和∞点另外考虑； $R_{x-}<|z|<R_{x+}$，0 和∞点另外考虑； $R_{x-}<|z|\le\infty$

评注：课本第三版 P37(第二版 P36)。

3. $X\left(a^{-1}z\right)$； $|a|R_{x-}<|z|<|a|R_{x+}$　　评注：见表 2.3.3 z 变换的性质。

4. $f_s=2f_h$

5. $\dfrac{NL}{2}$(或 $\dfrac{N}{2}\log_2 N$)； NL(或 $N\log_2 N$)

6.任何一个因果稳定的滤波器 $H(z)$均可以用一个最小相位滤波器和一个全通滤波器 $H_{ap}(z)$级联构成，即 $H(z)=H_{min}(z)H_{ap}(z)$；最小相位系统的相位延迟最小；最小相位系统保证它的逆系统因果稳定

评注：最小相位滤波器以及全通滤波器是简单数字滤波器中最重要的几种，**请务必掌握其原理**。

7. $h(n)$关于 $n=\dfrac{N-1}{2}$ 点偶对称； $h(n)$关于 $n=\dfrac{N-1}{2}$ 点奇对称； N 为奇数

8.零输入响应；零状态响应； $\delta(n)$；零状态响应

9.在滤波器的通带内幅度为常数(非零)，在阻带中幅度为 0；具有线性相位；单位脉冲响应是非因果无限长序列

10.巴特沃思滤波器；切比雪夫 I 型滤波器；切比雪夫 II 型滤波器；椭圆滤波器；贝塞尔滤波器

11.直接型；级联型；线性相位；频率采样；直接型；级联型；并联型

12.信号通过全通滤波器后，其输出的幅度特性保持不变，仅相位发生变化；共轭倒易

评注：共轭倒易：z 与 $(z^*)^{-1}$ 对应， z^* 与 z^{-1} 对应。

二、简答题

1.答：脉冲响应不变法基本思想是波形逼近。设计思路：对 $h_a(t)$等间隔采样，得到数字滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$： $h(n)=h_a(nT)$， $H(z)=ZT[h(n)]$。这样就可以将模拟滤波器系统函数 $H_a(s)$转换成数字滤波器系统函数 $H(z)$。

优点：数字频率和模拟频率之间是线性关系。

缺点：存在频谱混叠失真，只能设计低通、带通滤波器。

双线性变换法基本思想是算法逼近，用差分近似微分。

优点：消除了频谱混叠失真。

缺点：存在非线性失真。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.答：用 DFT 对模拟信号进行谱分析的误差来源有以下几个方面：

(1)**频谱混叠**：若采样频率 F_s 不满足采样定理，会在 $0.5F_s$ 附近引起频谱混叠，造成频谱分析误差。解决方法是提高采样频率。

(2)**截断效应**：因为 DFT 是一种有限的离散傅立叶变换，因此进行谱分析时，只能对模拟信号截取一部分进行分析。比较截断前后的幅度谱主要有泄漏和谱间干扰这两种误差。解决方法是增加观测时间和选择合适的窗函数。

(3)**栅栏效应**：一般模拟信号的频谱是连续函数，但用 DFT 计算出的频谱是离散谱，两个采样点之间的频谱值是不知道的，就像被栅栏遮住一样，这种现象被称为栅栏效应。解决方法是增加 DFT 的变换点数。

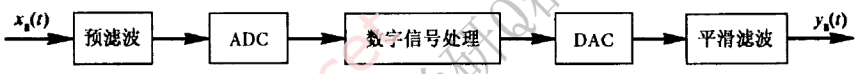
3.答：(1)选择合适的窗函数类型，写出窗函数的表达式 $w(n)$；

(2)构造希望逼近的频率响应函数 $H_d(e^{j\omega})$；

(3)通过反傅里叶变换求出 $h_d(n)$；

(4)加窗得到设计结果：$h(n)=w(n)h_d(n)$。

4.答：模拟信号数字处理原理方框图如下：



图中预滤波作用：防止频谱混叠。模数转换器(ADC)完成模拟信号到数字信号的转换。原理方框图中的核心部分是数字信号处理部分，它具体完成对信号处理的功能。数字信号处理部分的输出信号仍然是数字信号，如果要转换成模拟信号，则通过一个数模转换器(DAC)，转换成模拟信号。平滑滤波：完成对信号的平滑作用。

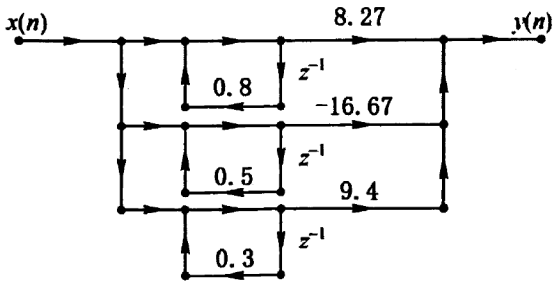
三、计算推导题

1.解：

$$H(z)=\frac{1-0.5z^{-1}+z^{-2}}{(1-0.8z^{-1})(1-0.5z^{-1})(1-0.3z^{-1})}=\frac{z^2-0.5z+1}{(z-0.8)(z-0.5)(z-0.3)}z=\frac{8.27z}{z-0.8}-\frac{16.67z}{z-0.5}+\frac{9.4z}{z-0.3}$$

$$h(n)=\mathcal{Z}^{-1}[H(z)]=8.27\times0.8^n u(n)-16.67\times0.5^n u(n)+9.4\times0.3^n u(n)$$

并联型网络如下：



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.解：题中给出的指标是模拟滤波器的指标，故此时 $T=\frac{1}{F}$，不能再取 1s。

$F=100\text{kHz}$，$T=\frac{1}{F}=10^{-5}\text{s}$，$\Omega_p=16\text{k}\pi\,\text{rad}$，$\Omega_s=40\text{k}\pi\,\text{rad}$。

则 $\omega_p=0.16\pi\,\text{rad}$，$\omega_s=0.4\pi\,\text{rad}$。我们以下按照此要求来计算。

$$\varepsilon=\sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}}-1}=0.3493,\quad A=10^{\frac{\alpha_s}{20}}=10$$

$$k=\frac{\Omega_p}{\Omega_s}=0.4,\quad k_1=\frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2-1}}=0.035,\quad N=\left\lceil\frac{\lg k_1}{\lg k}\right\rceil=4$$

$$\Omega_c=\frac{\Omega_s}{\left(A^2-1\right)^{\frac{1}{2N}}}=\frac{40\text{k}\pi}{\left(10^2-1\right)^{\frac{1}{8}}}\approx 70755$$

查表得 $G(p)=\dfrac{1}{\left(p^2+0.7654p+1\right)\left(p^2+1.8478p+1\right)}$

$$H_a(s)=G(p)\Big|_{p=\frac{s}{\Omega_c}}=\frac{\Omega_c^4}{\left(s^2+0.7654\Omega_c s+\Omega_c^2\right)\left(s^2+1.8478\Omega_c s+\Omega_c^2\right)}$$

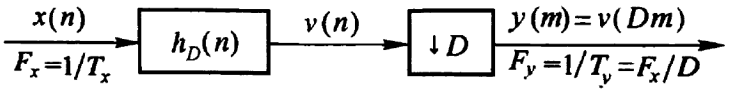
$$=\frac{2.506\times10^{19}}{\left(s^2+44719s+3.41\times10^9\right)\left(s^2+107960s+3.41\times10^9\right)}$$

$$H(z)=\sum_{k=1}^{N}\frac{A_kT}{1-\mathrm{e}^{s_kT}z^{-1}}$$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

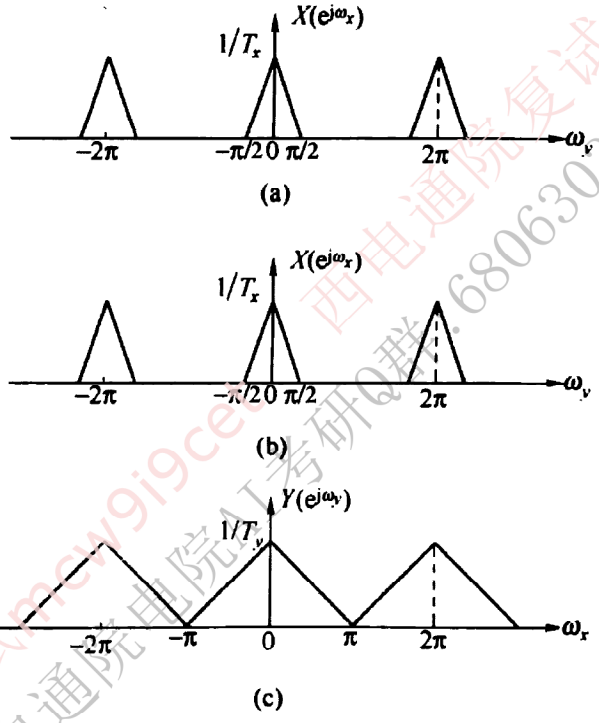
3.解：(此题答案仅供参考)原理框图如下：



其中，$D=2$。

$\Omega_s=2\pi\times4\,\text{kHz}=8\text{k}\pi\,\text{rad/s}$，$\omega_s=\dfrac{\Omega_s}{F_x}\le\dfrac{\pi}{2}$，$F_x\ge16\,\text{kHz}$。

频谱示意图如下：



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2008 年

一、填空题(共 40 分，其中第 4 题为 4 分，其余每空 2 分)

1.序列 $x(n)=\sin\frac{\pi}{5}n$ 的周期是_____。

2.线性时不变系统具有因果性的充要条件是：系统的单位脉冲响应序列 $h(n)$ 应满足_____；该序列 z 变换的收敛域为_____。

3.序列 $x(n)$ 的 N 点离散傅里叶变换(DFT) $X(k)$ 与序列傅里叶变换(FT) $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$ 之间的关系是_____。

4.叙述频域采样定理：_____

_____

_____。

5.序列 $x(n)$ 和 $h(n)$ 的长度分别为 M 和 N，$x(n)$ 和 $h(n)$ 的 L 点循环卷积等于它们的线性卷积的条件是_____。

6.模拟信号 $x_{\mathrm{a}}(t)$ 的频谱为 $X_{\mathrm{a}}(\mathrm{j}\Omega)$，对 $x_{\mathrm{a}}(t)$ 进行等间隔采样得到序列 $x(n)$，其中 $x(n)=x_{\mathrm{a}}(nT)$，T 为采样间隔，采样序列的频谱 $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$ 与模拟信号频谱之间的关系为：_____

_____，与数字频率 2π 对应的模拟频率为_____。由离散序列的频谱不失真地恢复出模拟信号的条件是：_____。

7.理想滤波器的单位脉冲响应序列的典型性质是_____。将滤波器系统函数的极点放置在单位圆内，极点靠近单位圆，对系统频率响应的影响是_____。滤波器系统函数的零极点或分布在实轴上，或共轭成对出现的目的是：_____。

8.在采用窗函数法设计数字滤波器的过程中，依据_____选择窗函数的类型；依据_____选择窗函数的长度。

9.给定模拟滤波器的设计指标，要求设计阶数较低的滤波器，应选择_____。(填滤波器类型)

10.FIR 滤波器的频率采样结构在实现中存在的问题有：(1)_____

_____；(2)_____

_____。

11.在模拟信号的数字处理系统中，预滤波器和平滑滤波器均是_____。其中，预滤波器的作用是_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、简答题(共 24 分，每题 6 分)

1.滤波器的系统函数为 $H(z)=\frac{1-z^{-N}}{1-az^{-N}}$， $a=0.75$， $N=4$，绘制该滤波器的零极点分布图及其幅频特性曲线。

2.如采用零阶保持器将时域离散信号恢复成模拟信号，说明其与理想恢复之间的差别。

3.叙述利用频率采样法设计数字 FIR 滤波器的基本思想。所设计的滤波器的频率响应与希望逼近的滤波器频率响应函数之间的误差是由哪些因素造成的？

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.某滤波器的系统函数为：$H(z)=\dfrac{1-0.8z^{-1}+z^{-2}}{(1-0.25z^{-1})(1-z^{-1}+0.25z^{-2})}$，分别绘制该滤波器的级联型和并联型网络结构，并说明级联型和并联型两类网络实现结构的优缺点。

三、计算推导题(36 分，每题 12 分)

1.设计巴特沃思模拟高通滤波器，设计指标为：通带边界频率为 5kHz，通带最大衰减为 1dB，阻带边界频率为 1kHz，阻带最小衰减为 40dB。

巴特沃思归一化低通滤波器参数如表所示：

分母多项式 $D_4'(p)=p^N+b_{N-1}p^{N-1}+b_{N-2}p^{N-2}+\ldots+b_1p+b_0$ 阶数 N	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
3	1	2	2			
4	1	2.6131	3.4142	2.613		
5	1	3.2361	5.2361	5.2361	3.2361	
6	1	3.8637	7.4641	9.1416	7.4641	3.8637

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

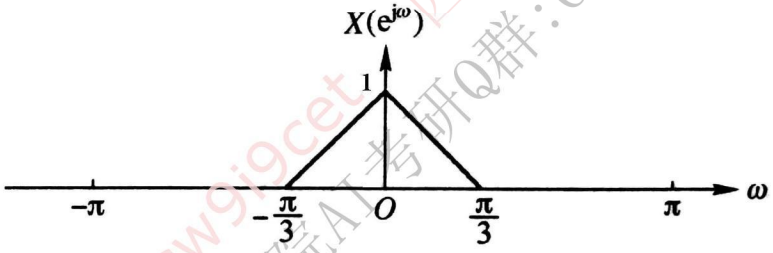
2.给定序列 $x(n)=R_N(n)$。

(1)求该序列的 z 变换及其收敛域；

(2)求该序列的傅里叶变换；

(3)求该序列的 M 点 DFT。

3.信号 $x(n)$ 的频谱 $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$ 如下图所示：



(1)按整数因子 $D=2$ 对信号 $x(n)$ 进行抽取得到 $y(m)$，绘制信号 $y(m)$ 的频谱 $Y(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$。能否由 $y(m)$ 恢复出 $x(n)$？说明原因；

(2)按整数因子 $D=4$ 对信号 $x(n)$ 进行抽取得到 $v(m)$，绘制信号 $v(m)$ 的频谱 $V(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$。能否由 $v(m)$ 恢复出 $x(n)$？说明原因。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2008 年参考答案

一、填空题

1.10

2. $h(n)=0$， $n<0$； $R_{x-}<|z|\le\infty$

3. $X(k)=X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$， $k=0,1,2,\ldots,N-1$

4.如果原序列 $x(n)$ 长度为 M，对 $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})$ 在频率区间 $[0,2\pi]$ 上等间隔采样 N 点，得到 $X_N(k)$，则仅当采样点数 $N\ge M$ 时，才能由频域采样 $X_N(k)$ 恢复 $x(n)=\mathrm{IDFT}[X_N(k)]_N$，否则将产生时域混叠失真，不能由 $X_N(k)$ 恢复到原序列 $x(n)$。

5. $L\ge M+N-1$

6. $X(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=\frac{1}{T}\sum_{k=-\infty}^{\infty}X_{\mathrm{a}}\left(\mathrm{j}\frac{\omega-2\pi k}{T}\right)$； $\frac{2\pi}{T}$；采样频率必须大于等于模拟信号最高频率的两倍以上(服从奈奎斯特采样定理)

7.非因果性

8.幅频响应的峰值越高越尖锐；保证滤波器的系数是实数，便于完成实数乘法，保证数字滤波器的可实现性

9.阻带最小衰减；过渡带宽度

10.椭圆滤波器

11.系数多为复数，增加了复数乘法和存储量；存在量化误差、零极点不能刚好抵消，会使系统不稳定

12.模拟低通滤波器；滤除信号折叠频率以上的频率分量，防止频谱混叠造成信号失真

评注：与预滤波器相近的平滑滤波器的作用是对输入信号起一个平滑的作用，滤除高频分量，保留低频分量。原理是：取输入信号最近的几个值，进行算术平均。一般来说，窗口取 5。

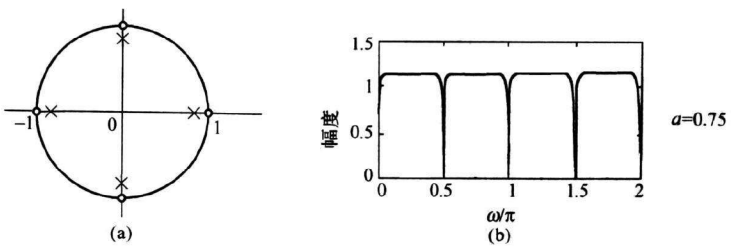
二、简答题

1.解：零点： $z_k=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{4}k}=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\pi}{2}k}$， $k=0,1,2,3$

极点： $p_k=\sqrt[4]{a}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{4}k}=0.93\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\pi}{2}k}$， $k=0,1,2,3$

峰值： $\left|H\left(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\pi}{4}}\right)\right|=\left|\frac{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi}}{1-0.75\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi}}\right|=\frac{8}{7}$

零极点分布图和幅频特性曲线如下：



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.答：(1)在$|\Omega| \le \frac{\pi}{T}$区域，幅度不够平坦，会造成信号失真，影响在一些高保真系统中的应用；

(2)在$|\Omega| > \frac{\pi}{T}$区域，增加了很多高频分量，表现在时域上，就是恢复出的模拟信号是台阶形的。

评注：课本第三版 P108(第二版 P101)。

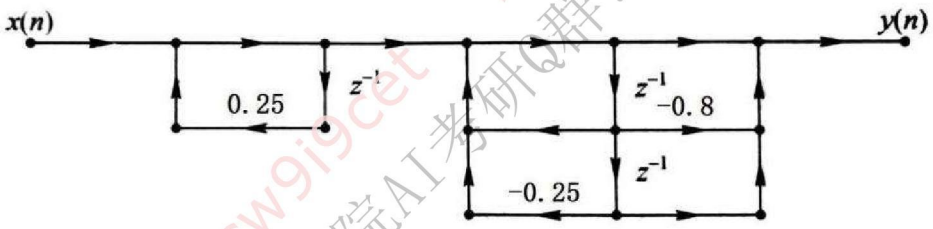
3.答：(1)频率采样法设计数字 FIR 滤波器的基本思想：

首先构造一个希望逼近的频率响应函数$H_d(e^{j\omega}) = H_{dg}(e^{j\omega})e^{j\theta_d(\omega)}$，然后对$H_d(e^{j\omega})$在$[0,2\pi]$上采样$N$点得到$H(k)$($H(k) = H_d(e^{j\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$，$k = 0,1,2,\ldots,N-1$)，通过 IDFT 求得$h(n)$，将$h(n)$作为所设计的 FIRDF 的单位脉冲响应，其系统函数为$H(z) = ZT[h(n)] = \sum_{n=0}^{N-1} h(n)z^{-n}$，通过$z$域内插公式可以直接由频域采样$H(k)$表示系统函数$H(z) = \frac{1-z^{-N}}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\frac{H(k)}{1-W_N^{-k}z^{-1}}$。

(2)造成误差因素：$H_{dg}(e^{j\omega})$的形状，N值的大小。

4.解：$H(z) = \frac{1}{1-0.25z^{-1}} \times \frac{1-0.8z^{-1}+z^{-2}}{1-z^{-1}+0.25z^{-2}} = H_1(z)H_2(z)$

滤波器的级联型结构如下：



优点：(1)硬件实现时可以用一个二阶网络进行时分复用；

(2)每一个基本网络系数变化只影响该系数的零极点：一阶网络决定一个零点一个极点，二阶网络决定一对共轭零点和一对共轭极点。**调整相应系数，可以很方便的调整零极点的位置**；

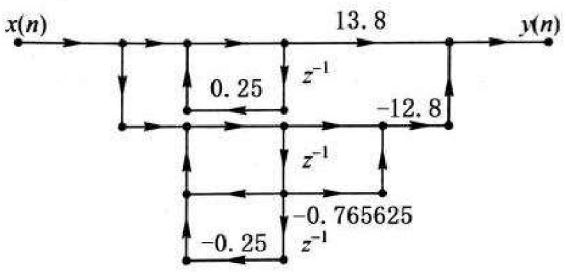
(3)对系数变化的敏感度小，受有限字长的影响比直接型低；

(4)具有最少的存储器。

缺点：二阶节点电平难控制，电平大易导致溢出，电平小则使信噪比减小。

$$H(z) = \frac{13.8}{1-0.25z^{-1}} + \frac{-12.8+9.8z^{-1}}{1-z^{-1}+0.25z^{-2}} = 13.8\times\frac{1}{1-0.25z^{-1}} - 12.8\times\frac{1-0.765625z^{-1}}{1-z^{-1}+0.25z^{-2}}$$

滤波器的并联型结构如下：



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

优点：(1)运算速度快；

(2)各基本网络误差互不影响，不会增加累计误差；

(3)可以单独调节极点位置。

缺点：**只能调节极点位置**，不可以调节零点位置。

三、计算推导题

1.解：$f_{ph}=5\,\text{kHz}$，$\alpha_p=1\,\text{dB}$，$f_{sh}=1\,\text{kHz}$，$\alpha_s=40\,\text{dB}$。

转换得低通滤波器指标为：$\lambda_p=1$，$\lambda_s=5$，$\alpha_p=1\,\text{dB}$，$\alpha_s=40\,\text{dB}$。

$$\varepsilon=\sqrt{10^{\frac{\alpha_p}{10}}-1}=0.508847\,,\quad A=10^{\frac{\alpha_s}{20}}=10^{\frac{40}{20}}=100$$

$$k=\frac{\Omega_p}{\Omega_s}=0.2\,,\quad k_1=\frac{\varepsilon}{\sqrt{A^2-1}}=\frac{0.508847}{\sqrt{9999}}=0.508875\,,\quad N=\left\lceil\frac{\lg k_1}{\lg k}\right\rceil=4$$

查表可得：$D_4'(p)=p^4+2.613p^3+3.4142p^2+2.6131p+1$

$$G(p)=\frac{1}{D_4'(p)}=\frac{1}{p^4+2.613p^3+3.4142p^2+2.6131p+1}$$

$$p=\frac{\lambda_p\Omega_{ph}}{s}=\frac{1\times2\pi\times5000}{s}=\frac{\pi\times10^4}{s}$$

$$H_{HP}(s)=G(p)\Big|_{p=\frac{\pi\times10^4}{s}}=\frac{1}{\left(\frac{\pi\times10^4}{s}\right)^4+2.613\times\left(\frac{\pi\times10^4}{s}\right)^3+3.4142\times\left(\frac{\pi\times10^4}{s}\right)^2+2.6131\times\frac{\pi\times10^4}{s}+1}$$

$$=\frac{s^4}{(\pi\times10^4)^4+2.613\times(\pi\times10^4)^3s+3.4142\times(\pi\times10^4)^2s^2+2.6131\times\pi\times10^4s^3+s^4}$$

评注：参看课本相关章节转换公式即可。注意是模拟高通。

2.解：(1) $X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x(n)z^{-n}=\sum_{n=0}^{N-1}z^{-n}=\frac{1-z^{-N}}{1-z^{-1}}$，$0<|z|\le\infty$

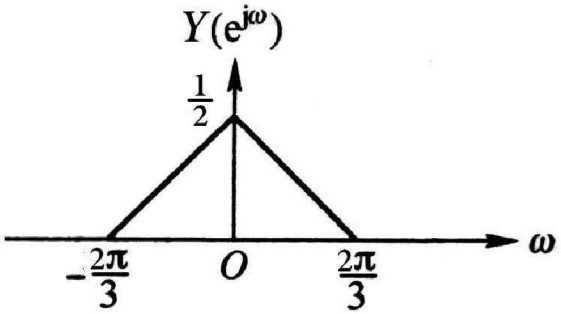
(2) $X(e^{j\omega})=X(z)\Big|_{z=e^{j\omega}}=\frac{1-e^{-j\omega N}}{1-e^{-j\omega}}$

(3) $M\ge N$，

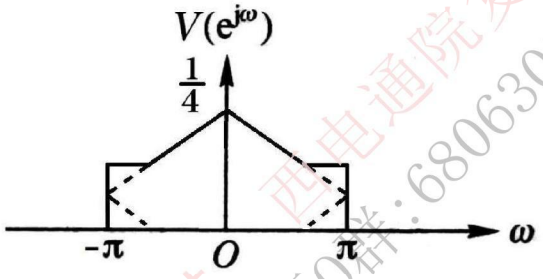
$$X(k)=\text{DFT}[x(n)]_M=X(e^{j\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi}{M}k}=\frac{1-e^{-j\frac{2\pi N}{M}k}}{1-e^{-j\frac{2\pi}{M}k}}\,,\quad k=0,1,2,\ldots,M-1\,。$$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：(1) $D=2$ 时，$Y\left(e^{j\omega}\right)$ 如下，对 $Y\left(e^{j\omega}\right)$ 进行低通滤波即可恢复。



(2) $D=4$ 时，$V\left(e^{j\omega}\right)$ 如下，由于已产生频谱混叠，不能恢复原信号。



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

免责声明

晋程考研辅导班所建的 QQ 群和钉钉群仅供讨论考研、学习相关的内容，为营造良好的学习氛围，群成员不得发布或传播反动、暴力、恐怖言论等违法信息，不得有辱骂、诽谤、言语攻击他人以及其他妨碍他人学习交流的行为。请各位成员认真遵守上述纪律，群管理员有权将违反纪律者移除相应群并无条件终止服务。

该材料为晋程考研辅导班的内部赠送电子材料，仅供个人登录晋程考研提供的账号和密码线上观看学习或打印使用，该电子材料为非卖品，禁止盗版，翻印，传播等侵权行为。

以上声明最终解释权归晋程考研所有。

西电通信复试mcw9i9cet

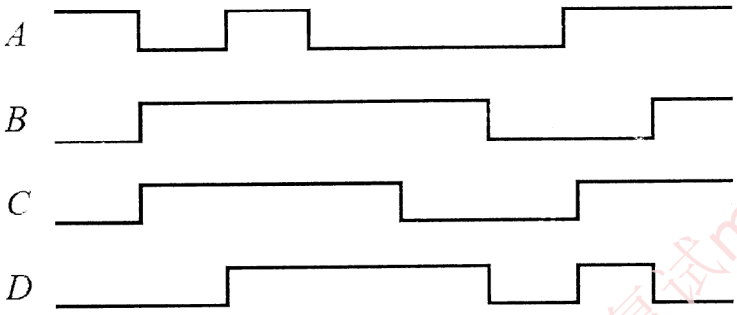
数字电路往年期末试题及答案(2006-2019年)

西电通院复试mcw9i9cet

2019 年

一、波形分析题

已知某数字逻辑电路为 3 输入 1 输出，其输入输出波形如下所示。



(1) 确定输入量和输出量，并简要给出理由；

(2) 使用 1 个 3-8 译码器和少量逻辑门实现逻辑函数。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、组合逻辑设计

1. 设计一位全加器。其中 A 、 B 和 C_{in} 为全加器输入，全加器计算结果输出为 S 、 C_{out} 。试给出真值表、逻辑门实现、Verilog 语言描述。

2. 设计一个 4 为全加器。试给出框图和 Verilog HDL 描述。提示：使用多个上述一位全加器级联构成 4 位全加器。

3. 选取上题中的 4 为全加器和移位寄存器，求四个 4 位数 X 、 Y 、 Z 和 Q 的均值，画出框图。提示：可以用移位寄存器来实现乘除运算，如 X 左移一位相当于 $X \cdot 2$ 。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、现有一个 10111 序列检测器，输入为 X，输出为 Y。当检测到输入序列为 10111 时，输出 Y 马上输出 1。具体例子如下表。

X	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

(1) Mealy 型和 Moore 型电路的主要区别是什么？本题中的电路时 Mealy 型还是 Moore 型？

(2) 设计检测器的状态转移图。提示：注意写出全部状态的完整转移图。

(3) 给出 Verilog HDL 描述。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、一个 8 为算术逻辑单元(ALU)。两个 8 位数据输入(A、B)，控制输入(S_2、S_1、S_0)，8 位输出(S)。ALU 执行操作如下表所示。实现此 ALU。

控制输入			运算操作
S_2	S_1	S_0	
0	0	0	$S=A-B$
0	0	1	$S=A+B$
0	1	0	$S=A\cdot B$
0	1	1	$S=A/B$
1	0	0	$S=A+B+1$
1	0	1	$S=A\cdot B-1$
1	1	0	$S=A$ 按位取反
1	1	1	$S=A$

提示：使用一个 8 位全加器(带有进位输入)和逻辑器件实现。计算结果不考虑溢出位。

(1) 画出框图，标明输入输出符号；

(2) 说明如何实现 ALU 运算。提示：说明加法器与 ALU 模块输入的逻辑关系。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

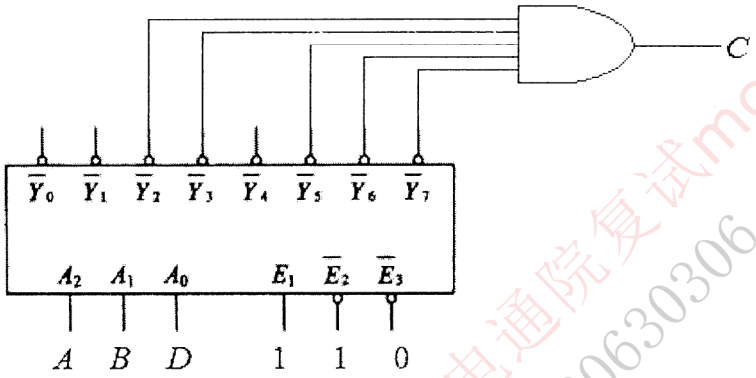
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2019 年参考答案

一、解：(1) A、B、D 为输入，C 为输出。因为当 A、B、C 或者 B、C、D 为输入时，对于同一个输入存在不同的输出。

(2) $C=\overline{A}B\overline{D}+ABD+\overline{A}BD+AB\overline{D}+A\overline{B}D$

电路图如下：



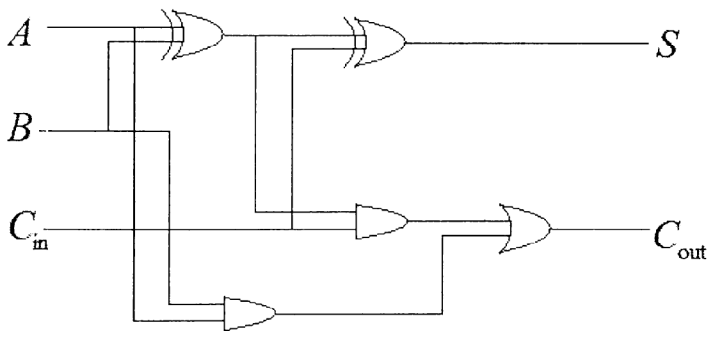
二、解：

(1) 真值表如下：

A	B	C_{in}	S	C_{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$S=A\oplus B\oplus C_{in}$，$C_{out}=(A\oplus B)\cdot C_{in}+AB$

电路图如下：



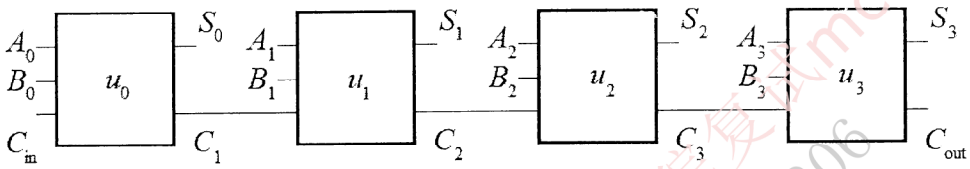
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

Verilog 语言表述如下：

```
module top(A, B, Cin, S, Cout)
input A, B, Cin;
output S, Cout;
assign S = A^B^Cin;
assign Cout = ((A^B)&Cin)|(A&B);
endmodule
```

(2) 电路图如下：



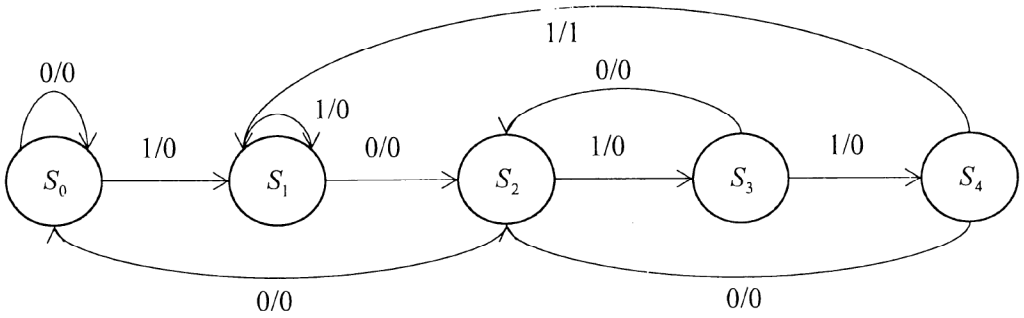
Verilog 语言表述如下：

```
module one(A, B, S, Cout, C);
input [3:0]A, B;
input C;
output [3:0]S;
output Cout;
wire C1, C2, C3;
top u0(A[0], B[0], C, S[0], C1);
top u1(A[1], B[1], C, S[1], C2);
top u2(A[2], B[2], C, S[2], C3);
top u3(A[3], B[3], C, S[3], Cout);
endmodule
```

(3) 暂缺。

三、解：(1) Mealy 型的输出与输入和状态有关；Moore 型的输出只与状态有关。本题中的电路为 Mealy 型。

(2) S_0 表示 0，S_1 表示 10，S_2 表示 101，S_3 表示 1011。则状态图如下：



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(3) Verilog 语言表述如下：

```
module detect_serial_fsm(
    input clk_i,
    input rst_i,
    input signal_i,
    output detected_o,
    output [4:0]curent_state_o,
    reg detected_o
);
parameter length = 5;
parameter [length-1:0]
one-hot code
    S_IDLE = 5'b00001,
    S_State1 = 5'b00010,
    S_State2 = 5'b00100,
    S_State3 = 5'b01000,
    S_State4 = 5'b10000;
reg [length-1 : 0] c_state;
reg [length-1 : 0] n_state;
//为观察方便，引出当前状态用以判断
assign curent_state_o = c_state;
//三段式状态机
always @(posedge clk_i or negedge rst_i)
begin
    if (!rst_i)
        c_state <= SJDLE;
    else
        c_state <= n_state; //next state logic
end
```

四、解：(1) 暂缺。

(2) 暂缺。

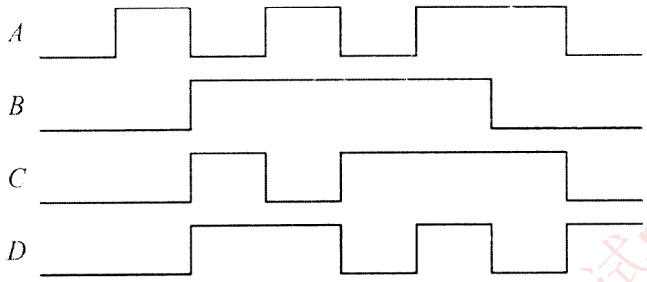
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018 年

一、波形分析设计（共 23 分）

已知某数字逻辑电路为 3 输入 1 输出，其输入和输出波形如下图所示：



1. 确定输入量和输出量，并简要给出理由。
2. 使用 8 选 1 多路选择器实现逻辑函数，使用 3 个输入量作为地址输入。
3. 给出 Verilog HDL 描述。

二、组合逻辑设计（共 27 分）

1. 写出一位数值比较器的逻辑函数。其中 $S_{A>B}$、$S_{A=B}$ 和 $S_{A<B}$ 为前位比较结果输入（前位是高位），A 和 B 为本位输入，本位比较结果输出为 $F_{A>B}$、$F_{A=B}$ 和 $F_{A<B}$。（9 分）

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 将多个一位数值比较器（高位比较结果输入）级联构成 3 位数值比较器。（9 分）

3. 选取比较器、多路选择器、加法器和减法器模块实现下列运算，并画出框图。（9 分）

if (A > B)　then X = X+Y
else X = X-Y

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、设计一流水灯控制电路，灯循环变化规律为：从右到左点亮 8 个灯，一次一个，每秒一个。（共 27 分）

1. 给出设计所用的状态转移图。（9 分）
2. 采用加法计数器和译码器模块实现电路，并画出框图。（9 分）
3. 使用 Verilog HDL 描述控制电路。（9 分）

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、设计一多功能料理机的控制电路。控制面板上有 3 个转速按键，分别为：低速档，中速档，高速档。3 个档位分别对应 3 种不同的 PWM 信号，用户每次只能按压一个档位，由相应输出的 PWM 信号控制电动机的转速，带动刀头产生不同的粉碎效果。松开挡位按钮，电动机停止转动。（共 23 分）

1. 简要说明设计思路。（6 分）

2. 请画出系统实现的框图。（6 分）

3. PWM 产生单元提供 3 种不同脉宽的 PWM 信号，脉宽分别为 0.2s、0.5s、0.6s，周期均为 2s。已知输入时钟为 1kHz，给出 PWM 产生单元的 Verilog HDL 描述，并进行必要的注释。（11 分）

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018 年参考答案

一、波形分析设计

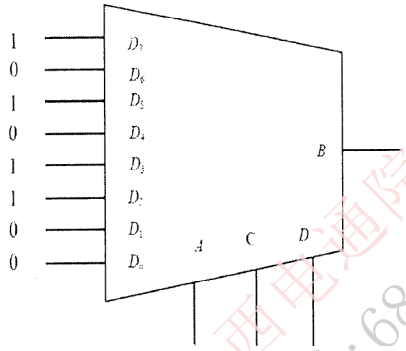
1. 由 ABCD 为 0000 和 0001 可知 D 为输入；

由 ABCD 为 0111 和 1111 可知 A 为输入；

由 ABCD 为 1101 和 1111 可知 C 为输入；

所以 A、C、D 为输入，B 为输出。

2. 如下图所示：



3.

```
module Test(A,B,C,D)
input A,C,D;
output B;
reg B;     //或  assign B = (~A&C) | (A&D)
always @(A or C or D)
    case({A,C,D})
    2,3,5,7:B<=1;
    0,1,4,6:B<=0;
    endcase
endmodule
```

二、组合逻辑设计

1. 答：

$$F_{A>B} = S_{A>B} + (S_{A=B}a\bar{b})$$

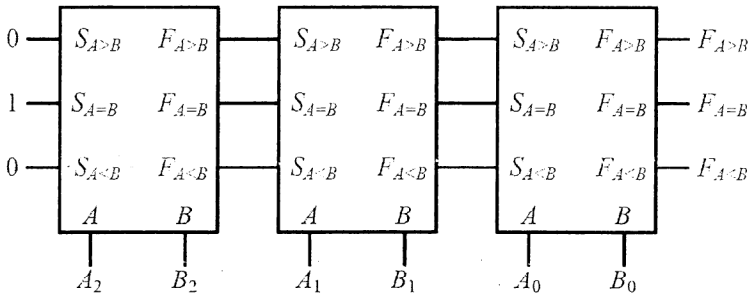
$$F_{A<B} = S_{A<B} + (S_{A=B}\bar{a}b)$$

$$F_{A=B} = S_{A=B} \cdot (a \oplus b)$$

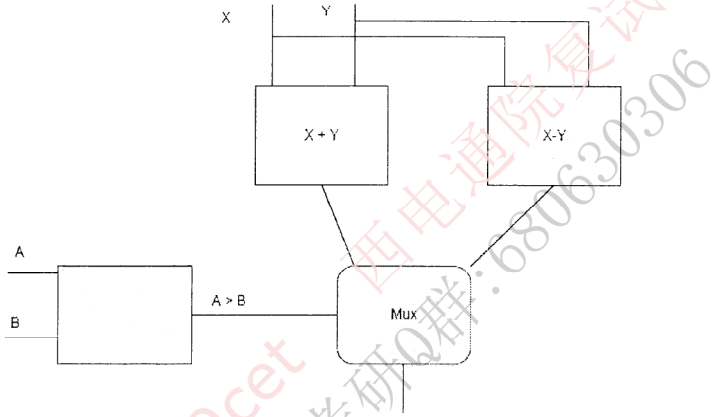
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 答：

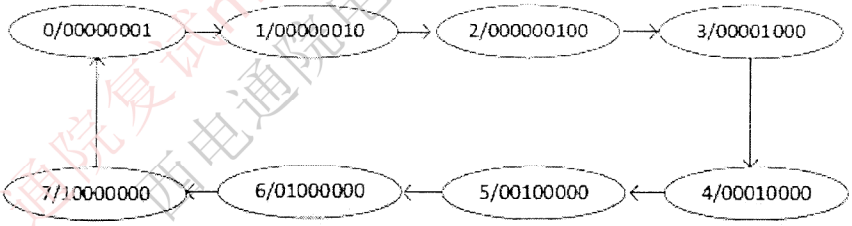


3. 答：

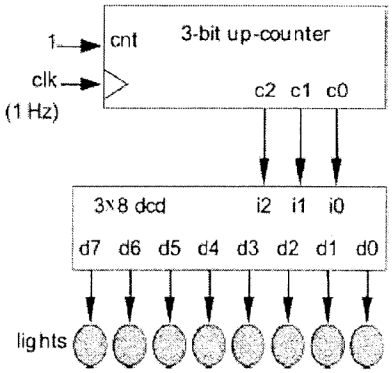


三、解：

1. 状态转移图如下：



2. 框图如下：



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 代码如下：

```
module flowing_water_light (clk, cnt, d);
input clk;
input cnt;
output [7:0] d;
reg[7:0] d;
reg[2:0] c;
always @(posedge clk or posedge cnt)
    if ( !cnt )
        c <= 3'b000;
    else
        c <=c + 3'b001; //模 8 计数器
always @(c)
    case(c) //3-8 译码器
        0: d <= 8'b00000001;
        1: d <= 8'b00000010;
        2: d <= 8'b00000100;
        3: d <= 8'b00001000;
        4: d <= 8'b00010000;
        5: d <= 8'b00100000;
        6: d <= 8'b01000000;
        7: d <= 8'b10000000
    endcase
endmodule
```

四、解：

1. 方法 1：

编码电路：三个开关分别对应三个输入（K2，K1 和 K0），输出为 F1 和 F0，作为控制量，控制着 4-1 选择器的信号输出。

4-1 选择器：4 个信号输入包括 3 种 PWM 信号（FA，FB 和 FC）和停止信号。输出信号由 F1 和 F0 选择。

PWM 产生单元：产生 3 种不同占空比的周期信号。

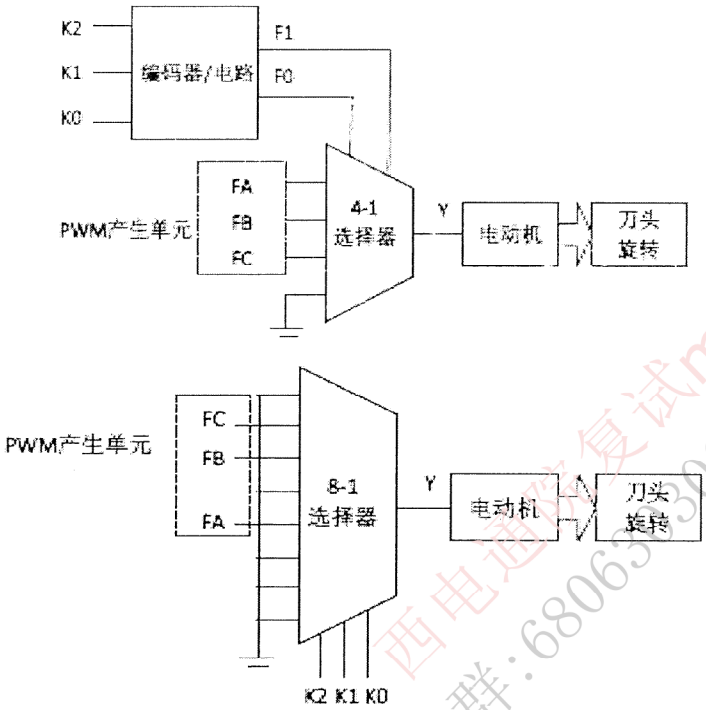
方法 2：

8-1 选择器：三个开关（K2，K1 和 K0）分别对应选择器的选择控制端，控制输出 PWM 信号（FA、FB、和 FC）和停止信号。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 框图如下：



3. 代码如下：

```
module PWM(CLK,FA,FB,FC)
input CLK;
output FA,FB,FC;
reg FA,FB,FC;
reg [10:0]cnt; //2000 需要 11 个 bits
always @(posedge CLK)
    cnt<=(cnt>=1999)? 11'd0:(cnt+1); //模 2000 计数器
always @(cnt)
    begin
        if(cnt<200)
            {FA,FB,FC}<=3'b111; //0.2/2*2000
        else if(cnt<500)
            {FA,FB,FC}<=3'b011; //0.5/2*2000
        else if(cnt<600)
            {FA,FB,FC}<=3'b001; //0.6/2*2000
        else
            {FA,FB,FC}<=3'b000;
    end
endmodule
```

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017 年数电期末考试题

Part I 填空题 (40%)

1.（4 分）两个 4 位二进制数相加，则输出结果至少要_____位表示；两个 4 位二进制数相乘，则输出结果至少要_____位表示。

2.（6 分）对于存储在计算机中的 010010010110，设前 8 位为整数部分，后 4 位为小数部分。当分别表示为以下三种数时，其十进制数的数值为多少？

（1）8421BCD: _____

（2）5421BCD: _____

（3）二进制数: _____

3.（8 分）已知逻辑函数的真值表如表 1 所示。

表 1:

A	B	C	F
0	0	0	X
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	X

（1）写出 F 的最小项和最大项表达式；

F=_____

F=_____

（2）求出 F 的最简或与式；

F=_____

（3）画出用两级或非门实现 F 最简式的电路图（允许反变量输入）。

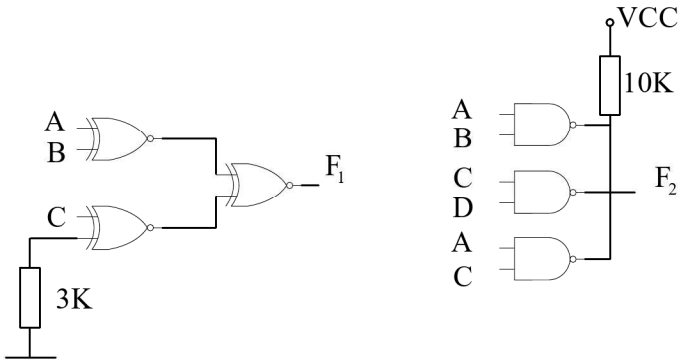
（晋程西电通院电院考研群：680630306）

4.（2 分）把输入的周期性模拟信号通过 555 构成的_____电路，可以输出规则的数字脉冲信号。

5.（3 分）用两个高电平使能的三态门和一个非门构成 2 选 1 数据选择器电路，画出电路图。

6.（6 分）TTL 逻辑门电路如图所示，分别写出各电路的逻辑表达式（形式任意）。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



7.（4 分）原始状态转移表如下所示，其中的等价状态对是_____、_____。

S \ X	S^{n+1}/Z	
	0	1
A	B/0	A/0
B	A/0	A/0
C	D/0	B/0
D	E/0	D/1
E	D/0	B/0

8.（2 分）如果只能用 2 线-4 线译码器扩展成 4 线-16 线译码器，*（晋程西电通院电院考研群：680630306）*最少要用 2 线-4 线译码器_____片才能实现。

9.（5 分）用上升沿触发 D 触发器和 SSI 门，实现上升沿触发的 JK 触发器，画出电路图及如图 1 所示 JK 触发器 Q 的输出波形（设初始状态为 0）。

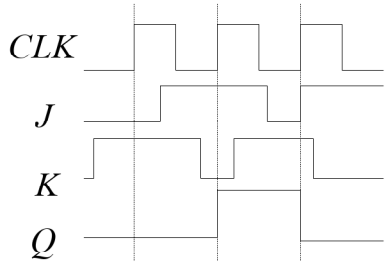


图 1

Part II 分析题 (30%)

1.（10 分）已知可编程序列码产生电路如图 2 所示。

（1）列出输出序列 Y 与 $Q_C Q_B Q_A$ 和 $D_0 - D_7$ 的真值表；

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（2）要求产生的序列为你学号的最后两位数的 8421BCD 码时，标出 D_0-D_7 的取值。

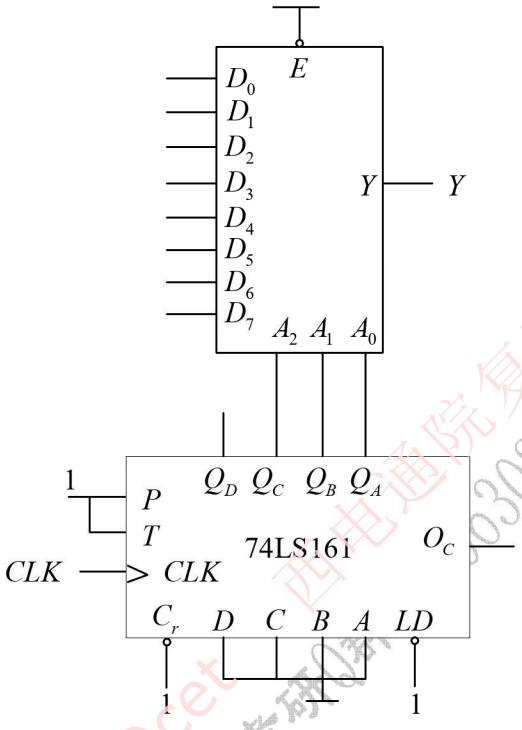


图 2

2. （10 分）分析图 3 所示同步时序电路。

（1）写出激励方程、状态方程和输出 Z 的表达式；

（2）画出该电路的状态表和状态图；

（3）指出逻辑功能。*（晋程西电通院电院考研群：680630306）*

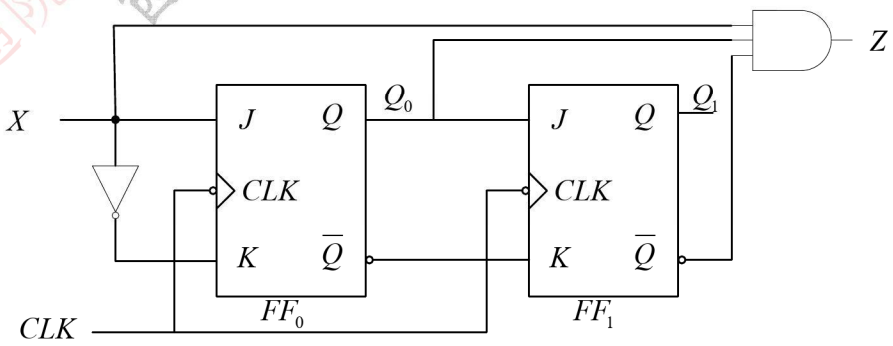


图 3

3.（10 分）由 74194 构成的计数器电路如图 4 所示，分析该电路。

（1）列出状态转移表；

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（2）指出计数器的模值 M=?

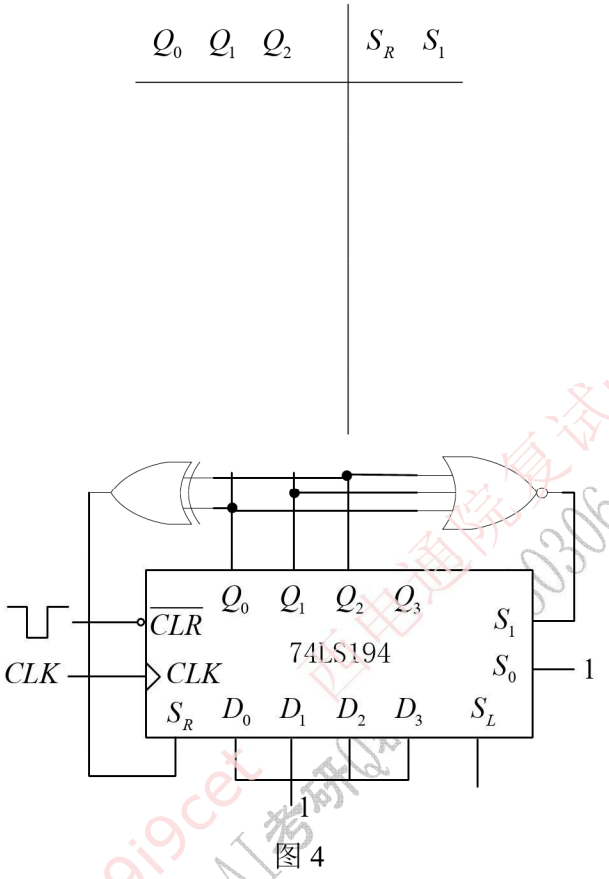


图 4

Part III 设计题 (30%)

1.（10 分）现有时钟信号频率为 1 KHz，若要获得输出频率为 40Hz 的信号，用 74160 和 SSI 器件设计该分频电路。写出设计过程，画出电路图，标出输出端。

2.（10 分）已知某电路的输入序列 X 和输出 Z 的径迹关系如下

X: 11000100101000

Z: 00010001000010

画出该电路的原始状态图。*（晋程西电通院电院考研群：680630306）*

3.（12 分）输入为两个两位二进制数 X(X_1X_0)和 Y (Y_1Y_0)

当 X=Y 时，输出 F_1=L， F_2=0， F_3=0;

当 X>Y 时，输出 F_1=0， F_2=l， F_3=0;

当 X<Y 时，输出 F_1=0， F_2=0， F_3=1。

试列出真值表，写出 F_1， F_2， F_3;最简表达式，并用 FPLA 实现该逻辑电路。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附录：　　74160:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1001）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74161:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_CQ_BQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1111）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74LS194 功能表

C_r	CP	S_1S_0	SR	SL	$D_0D_1D_2D_3$	$Q_0Q_1Q_2Q_3$
0	×	××	×	×	××××	0 0 0 0
1	0	××	×	×	××××	保持
1	↑	11	×	×	$D_0D_1D_2D_3$	$D_0D_1D_2D_3$(送数)
1	↑	01	SR	×	××××	$SRQ_0Q_1Q_2$(右移)
1	↑	10	×	SL	××××	$Q_0Q_1Q_2SL$(左移)
1	0	00	×	×	××××	保持

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017 年数电期末考试题答案

一、填空题

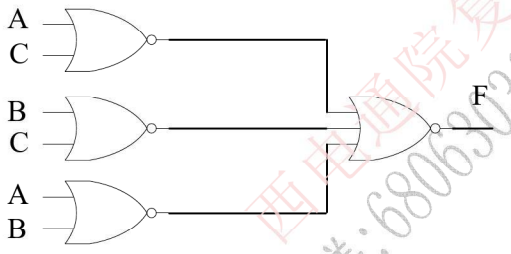
1. 5　　8

2. 49.6　46.6（或不存在）　73.375

3.（1）$F=\sum m(3,5,6)+\sum\varphi(0,7)$　$F=\prod M(1,2,4)\prod\varphi(0,7)$

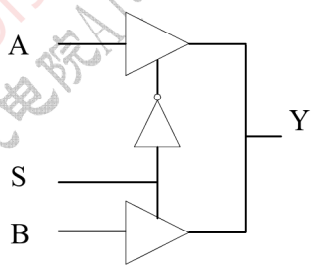
（2）$F=(A+C)(B+C)(A+B)$

（3）*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*



4.施密特（或者迟滞比较器、单稳态触发器）

5.电路图如下：

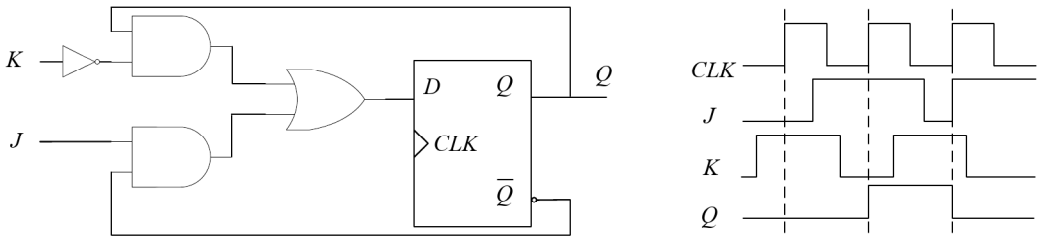


6. $F_1=(A\odot B)\odot C$　　$F_2=\overline{AB}\cdot\overline{CD}\cdot\overline{AC}$

7. AB　　CE

8. 5

9. 答：（图 3 分，波形 2 分）



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、分析题

1、答：（1）真值表（5 分）

Q_A	Q_B	Q_C	Y
0	0	0	D_0
0	0	1	D_1
0	1	0	D_2
0	1	1	D_3
1	0	0	D_4
1	0	1	D_5
1	1	0	D_6
1	1	1	D_7

（2）把学号最后两位数写成 8421BCD 码格式（5 分）

如学号 $18=(00011000)_{8421BCD}$，D_7~D_0="00011000"

2、解：（1）激励方程（2 分）

$J_0=X$　　$J_1=Q_0$ （晋程考研西电通院电院考研群：680630306）

$K_0=\overline{X}$　　$K_1=\overline{Q_0}$

状态方程（2 分）：$Q_0^{n+1}=X$　　$Q_1^{n+1}=Q_0$

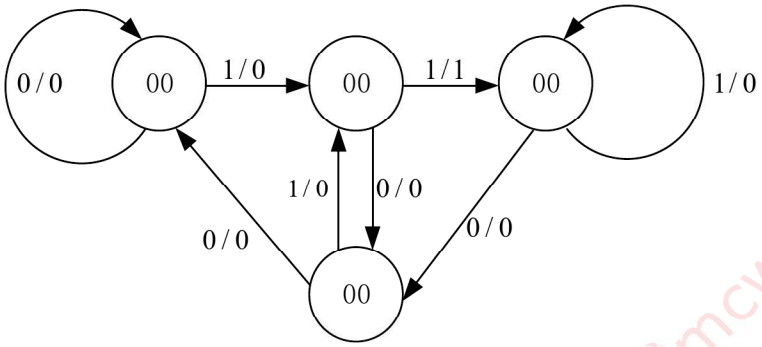
输出方程（2 分）：$Z=X\overline{Q}_1Q_0$

（2）状态表（2 分），状态图（2 分）

Q_1 Q_0	$Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}/Z$	
	X=0	X=1
0　0	00/0	01/0
0　1	10/0	11/1
1　0	00/0	01/0

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1　1	10/0	11/0



（3）逻辑功能（1 分）：“011”序列检测。

3、（1）（8 分）

Q_0	Q_1	Q_2	S_R	S_1
0	0	0	0	1
1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	0
1	0	0	1	0
1	1	0	1	0

$S_1 = \overline{Q}_0\overline{Q}_1\overline{Q}_2$　　$S_R = Q_0 \oplus Q_2$

（2）（3 分）M=7

三、设计题

1、答：设计计数器模值 M=1K/40=25 （2 分）

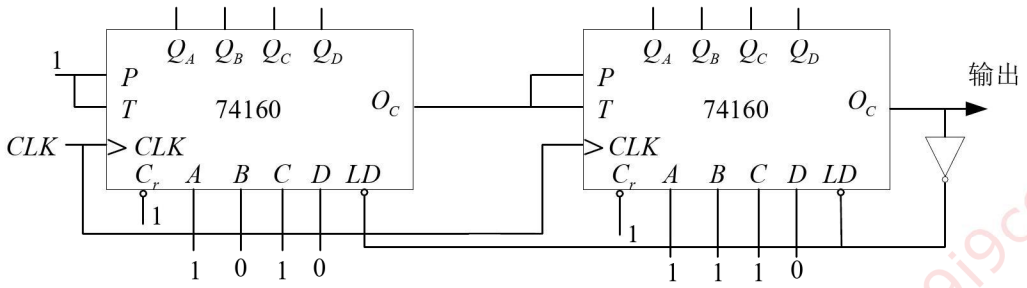
设计计数器，可以采用 Oc 置数法、置数法和异步清零法，*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*根据学生所采用方法进行判别给分，这里以 Oc 法为例给出参考答案：

Oc 法预制初值 $S_i = 100 - 25 = 75 = (01110101)_{8421BCD}$ （2 分）

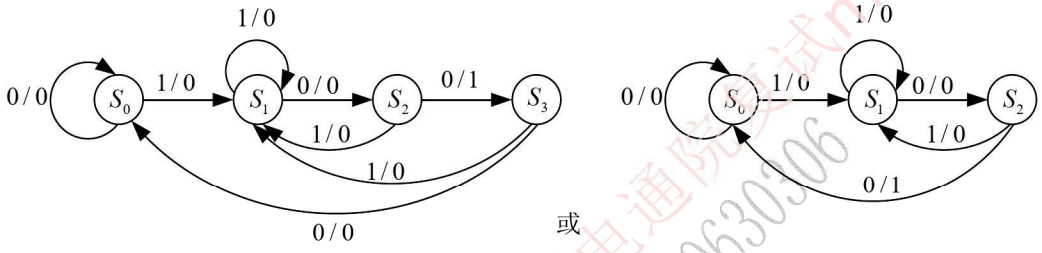
参考电路（6 分）：

西电通院复试mcw9i9cet　西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



2、答：



（说明：如果转移方向错误，每错一条扣 1 分）

3、答：真值表（4 分）；表达式（6 分，每个 2 分，如果不是最简式扣 1 分）FPLA 逻辑电路，根据学生所画酌情给分（2 分）。

$$F_1 = \sum m(0,5,10,15)$$

$$F_2 = \sum m(4,8,9,12,13,14) = X_1\overline{Y}_1 + X_1X_0\overline{Y}_0 + X_0\overline{Y}_1\overline{Y}_0$$

$$F_3 = \sum m(1,2,3,6,7,11) = \overline{X}_1Y_1 + \overline{X}_0Y_1Y_0 + \overline{X}_0\overline{X}_1Y_0$$

0 0 0 0	1 0 0
0 0 0 1	0 0 1
0 0 1 0	0 0 1
0 0 1 1	0 0 1
0 1 0 0	0 1 0
0 1 0 1	1 0 0
0 1 1 0	0 0 1
0 1 1 1	0 0 1

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1 0 0 0	0 1 0
1 0 0 1	0 1 0
1 0 1 0	1 0 0
1 0 1 1	0 0 1
1 1 0 0	0 1 0
1 1 0 1	0 1 0
1 1 1 0	0 1 0
1 1 1 1	1 0 0

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016年（A）数电期末考试题

Part I 填空题 (40%)

1.完成数制转换。*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

$(5C.A)_{16}=(\quad)_{2}=(\quad)_{16}=(\quad)_{8421BCD码}$（每空2分）

2. 2.下面所列逻辑电路， 属于时序逻辑电路的是（ ）（3分）

A.数据选择器 B.全加器 C.计数器 D.译码器

3. 已知逻辑函数的表达式：

$$\begin{cases} F=AB\overline{C}+A\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}\overline{B}C\overline{D}+A\overline{B}C\overline{D} \\ \text{变量}ABCD\text{不可能出现相同的取值} \end{cases}。$$

（1）填出该逻辑函数的卡诺图 (3分)；

CD \ AB	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

（2）化简该函数为最简的与或式(3分)

F=_____

4.逻辑函数$F=\left(\overline{AB}+\overline{A}C\right)\overline{\overline{B}+C}$，则函数F的对偶函数的表达式是。

G=_____

5.用555定时器构成单稳态触发器，其暂稳态维持时间的长短取决于外加___

_____和_____。（每空2分）

6.逻辑电路图如图2所示，写出电路的输出表达式

F=_____(3分)

西电通院复试mew9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

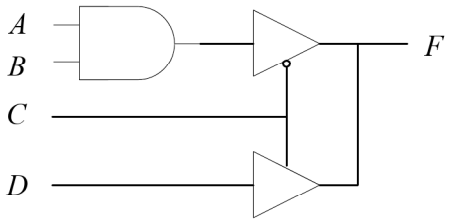


图 2

7.用模值为 M 的计数器最大可以构成_____倍分频器(2 分)。

8.串入串出电路如图 3 所示，该电路输出 Z 比输入 X 延时_____个 Clk 周期。(3 分)

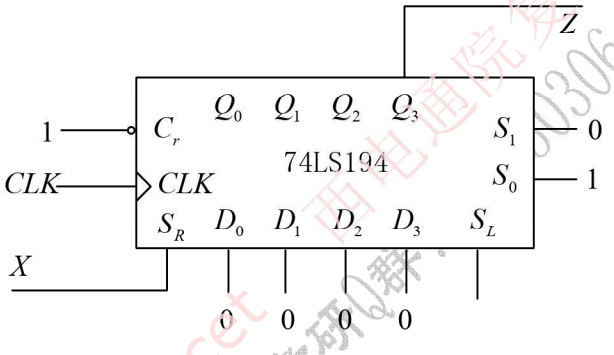


图 3

9.如图 4 所示的电路

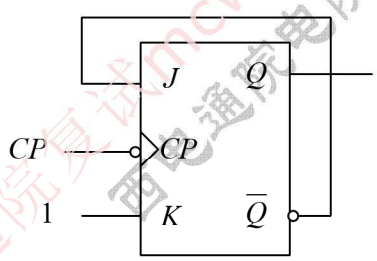


图 4

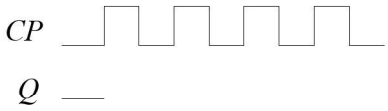
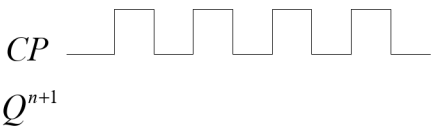


图 5

（1）试写出该触发器的 J=____；K=_____；Q^{n+1} = _____；（每空 2 分）

（2）完成图 5 所示的时序波形（设 Q 初态为 0)。（2 分）



Part II 分析题 (30%)

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1.（10 分）一个时序电路的状态图如图 6 所示，分析该状态图（设初态为S_0）。

(1) 指出电路的逻辑功能；

(2) 列出输入序列 X 和输出 Z 的径迹关系；

X:　0100100010

Z:

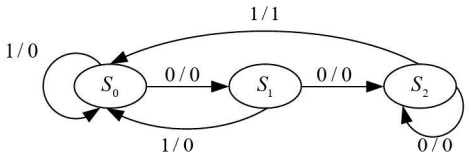


图 6

2.（10 分）由 74160 构成的分频电路如图 7 所示，CLK 输入信号频率为 l000Hz，x 为控制信号。分析该电路在 x=0 和 x=l 时的输出频率分别为多少？

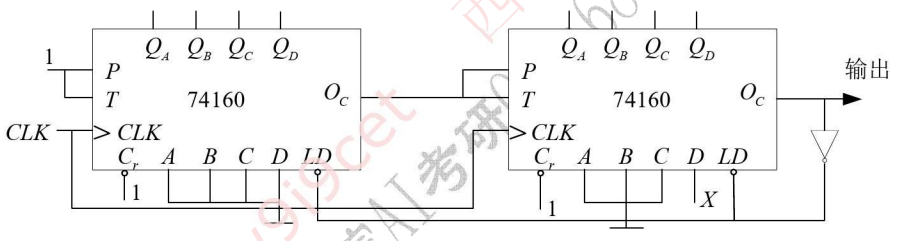


图 7

3.（10 分）分析图 8 所示 FPLA 构成的同步时序电路。

（1）写出激励方程和状态方程；（2）画出该电路的状态表和状态图；

（3）指出逻辑功能。*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

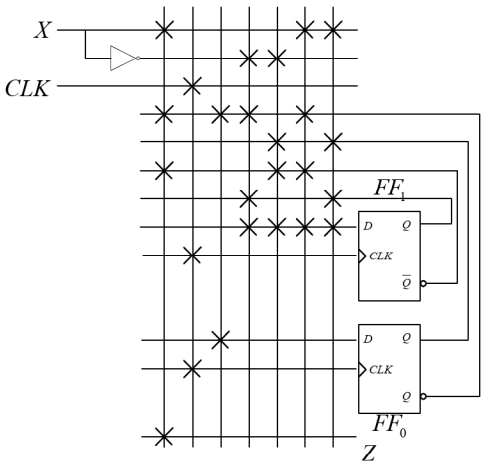


图 8

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

Part III 设计题 (30%)

1.（10 分）输入为 A、B、C 三个信号，输出为 F。当 A=l 时，B=C，则 F=l，否则 F=O；当 A=0 时，只有 B>C 时，F=l，否则 F=0。试列出真值表，并用 74138（3-8 译码器）和 SSI 门实现该逻辑电路。。

2.（10 分）已知某同步时序电路的状态转移表如表 1 所示。

（1）写出用 JK 触发器实现表 1 的Q_1^{n+1}、Q_0^{n+1}、J、K 和 Z 表达式；

（2）画出逻辑电路图。

表 1

x	Q_1	Q_0	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	z
0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0

3.（10 分）用 74161、一片 8 选 1 数据选择器和 SSI 门，试设计一周期波形发生器，其输出波形如图 9 所示。（1）写出设计过程；（2）画出电路图。

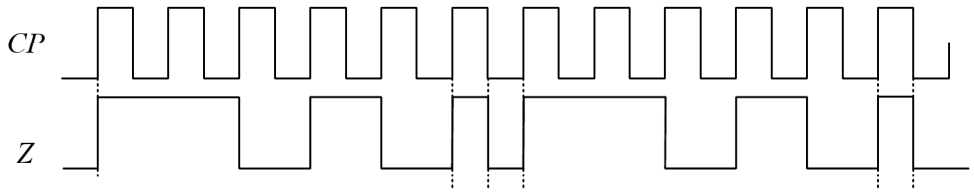


图 9

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016 年（A）数电期末考试题答案

PartI 填空题（40%）

1.01011100.1010　　92.625　　10010010.011000100101

2.C（*晋程考研西电通院电院考研群：680630306*）

3.（1）卡诺图如下：

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	1	0	0	1

（2）$F = A\overline{C} + \overline{B}C\overline{D}$

4. $G = \left(\overline{A+B}\right)\cdot\left(\overline{A}+C\right)+\overline{\overline{B}\cdot C}$

5.电阻　　电容

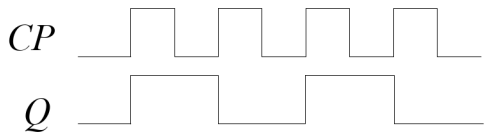
6. $F = AB\overline{C} + CD$

7.M

8.4

9.（1）$\overline{Q}$　　1　　$\overline{Q}$

（2）波形图如下：



10.2n

PartII 分析题（30%）

1.（10 分）（1）检测序列“001”

（2）Z:0000100010

2.（10 分）答：当 X=0 时

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

计数范围为 00000000——10011001 M=100，故频率为 10Hz

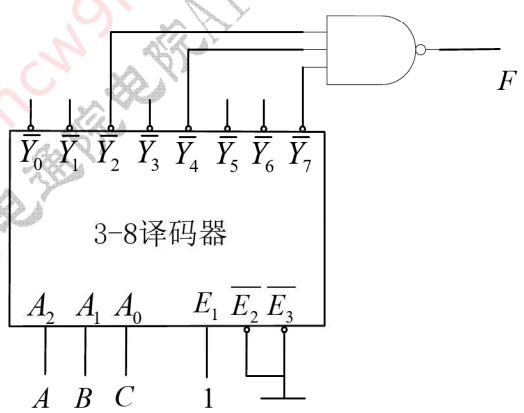
当 X=1 时，计数范围 10000000——10011001，M=10，故频率为 100Hz

3.（10 分）

PartIII 设计题（30%）

1.解：$F=\overline{A}B\overline{C}+A\overline{B}\overline{C}+ABC$

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



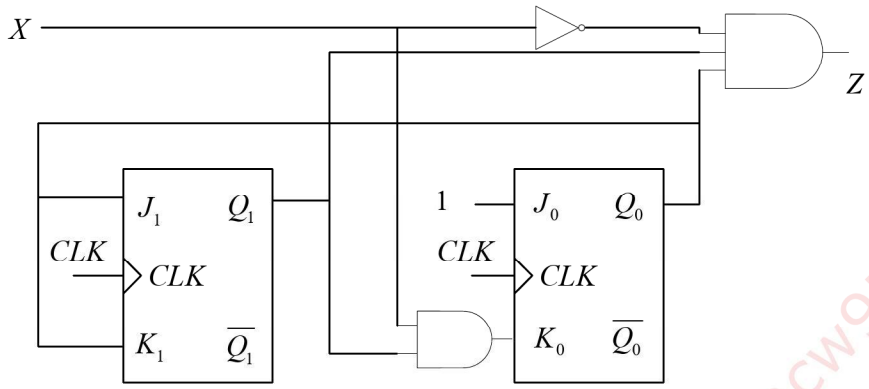
2.（10 分）（1）$Q_0^{n+1}=\overline{Q_0}+XQ_1Q_0$

$J_0=1, K_0=\overline{XQ_1}$

$Z=\overline{X}Q_1Q_0$

（2）逻辑电路图（5 分）

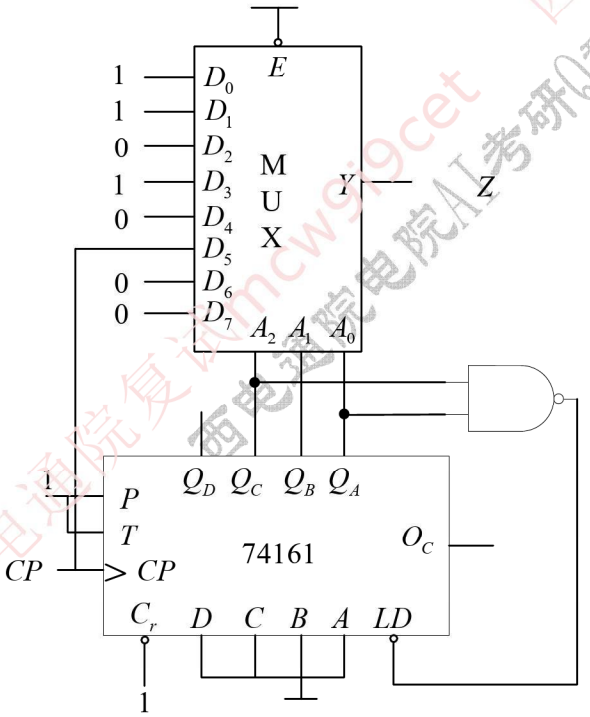
更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



3.（10 分）

答：（1）由波形图可知，Z 是一个长度为 6 的序列信号：110101，并且最后一个 1 的脉宽和 CP 相同。因此，可以设计一个模值为 6 的计数器，再通过 8 选 1 的数据选择器进行 Z 的生成。（5 分）

（2）逻辑电路图（5 分）；*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016 年（B）数电期末考试题

Part I 填空题 (40%)

1.（4 分）完成数制转换。

$(11100.011)_2=(\qquad)_{10}=(\qquad)_{16}$

$=(\qquad)_{余三码}=(\qquad)_{8421BCD码}$

2.（4 分）写出函数 $F=AB+\overline{B\overline{C}+\overline{CD}}$ 的反函数和对偶函数。

$\overline{F}=$

$F^*=$

3.（3 分）三态门输出的三种状态分别为：（　　）、（　　）和（　　）。

4.（3 分）利用公式化简函数 $F=A\overline{C}+ABC+AC\overline{D}+CD$，求出最简与或式。

（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）

5.（2 分）写出 $F(A,B,C)=A+BC$ 的最小项表达式（　　）

6.（6 分）逻辑函数 $F(A,B,C,D)=\sum m(0,2,5,7,8)+\sum d(10,11,12,13,14,15)$

其中 d 表示任意项，

（1）（2 分）填写该函数对应的卡诺图

（2）（2 分）化简该函数为最简或与式

（3）（2 分）画出用两级或非门实现的最简或与式电路图：

7.（2 分）用 n 个 D 触发器设计一个扭环形计数器，则该计数器的最大模值 M=（　　）。

8.（2 分）已知电路如图 2 所示，写出输出 F 的表达式，并根据图 1 所示输入 A、B 的波形画出输出 F 的波形

F=

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

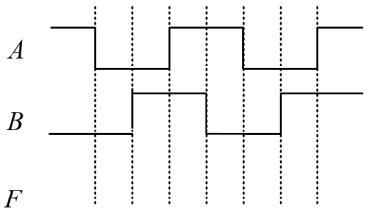


图 1

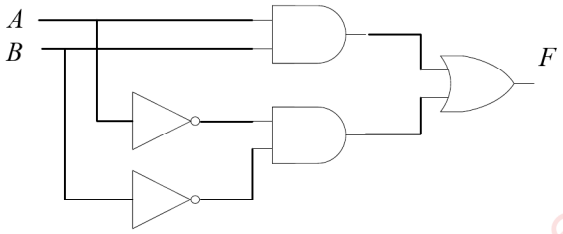


图 2

Part II（20 分）（每小题 2 分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将其填入题干后的括号内。未填、错填或多填均无分。

9.若将二输入异或门当作反相器使用，则其中一个输入端须接(　　)。

A.高电平　　B.低电平

C.A 和 B 都不对　　D.A 和 B 都对

10.当 JK = (　　)时，JK 触发器的状态将翻转。

A.00　　B.01　　C.10　　D.11

11.异步时序电路是指：(　　)。*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

A.没有稳定的状态　B.没有触发器

C.没有统—的时钟　D.没有统一的输入

12.下列电路哪一个为时序电路(　　)

A.译码器　　B.加法器

C.寄存器　　D.数据选择器

13.设计模值为 1000 的计数器至少需要 74LS161 片数为(　　)。

A.1。　　B.2。　　C.3。　　D.4。

14. T 触发器中，若 T = 0，则触发器可实现_____逻辑功能。

A.置 1　　B.置 0　　C.必翻　　D.保持

15. $F = A \oplus \overline{A} \oplus 1 \oplus A \oplus 0$，下列选择正确的是(　　)。

A.F=0　　B.F=A　　C.F=$\overline{A}$　　D.F=l

16.已知函数 F＝ABC+CD，F=0 的情况是(　　)。

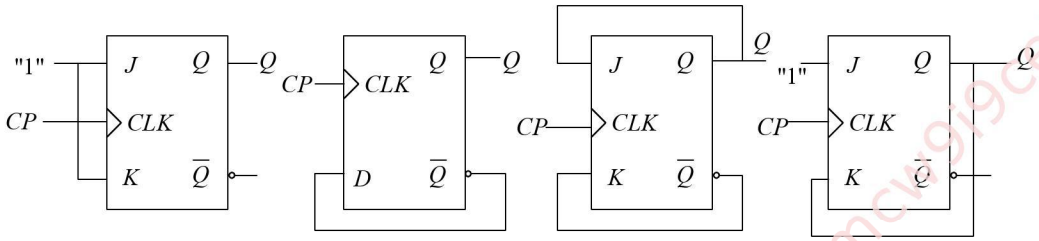
A.A=0,BC=1　　B.B=l,C=l　　C.C=0,D=l　　D.BC=l,D=1

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

17.设计一个同步 10 进制计数器，需要(　　)个触发器。

A.3　　B.4　　C.8　　D.16

18.图 3 所示 4 个电路的初始状态皆为 0，(　　)的输出 Q 恒为 0。



A　　B　　C　　D

Part III 设计题 (30 分)

19.（8 分）分析图 4 所示电路，1)写出输出 Z1、Z2 的逻辑表达式；2)真值表；3)说明电路的逻辑功能。

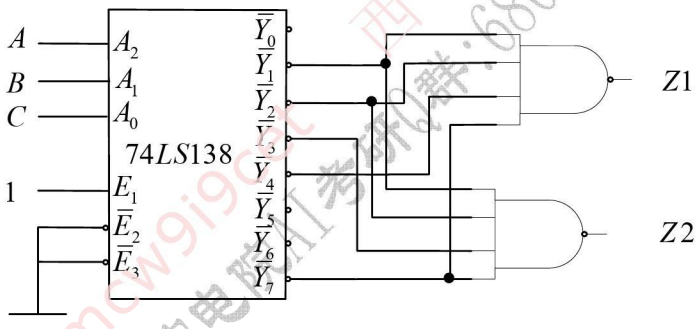


图 4

Z1=

Z2=

A	B	C	Z1	Z2

功能：

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

20.（10 分）某同步时序逻辑电路如图 5 所示。

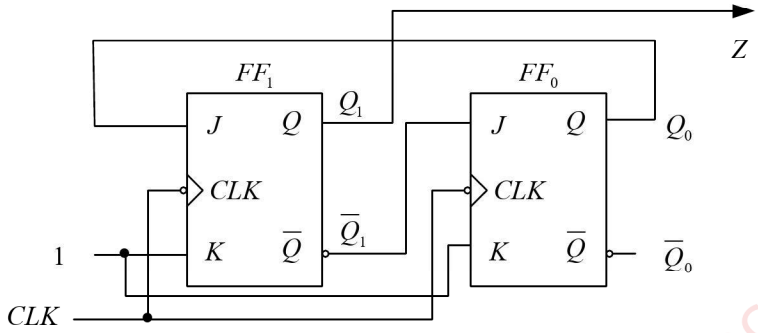


图 5

（1）写出该电路激励函数、状态方程和输出函数；

$J1=$　　$K1=$

$J0=$　　$K0=$

$Q_1^{n+1}=$　　$Q_0^{n+1}=$

$Z=$

（2）填写表所示状态转移表；

现态	次态	输出
Q_1Q_0	$Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}$	Z

（3）设各触发器的初始状态均为 0，*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*试画出图 6 中 Q_1、Q_0 和 Z 的输出波形

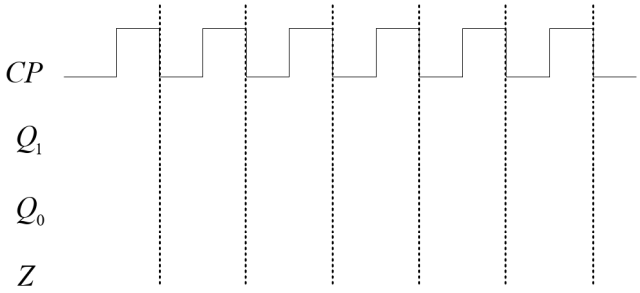


图 6

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

21.（12 分）试分析图 7 和图 8 一同步时序电路

（1）分别列出两个电路的状态转移关系（态序表，或状态表，或状态图）

（2）分别说出两个电路的功能。(74161，74LS194 的功能见表）

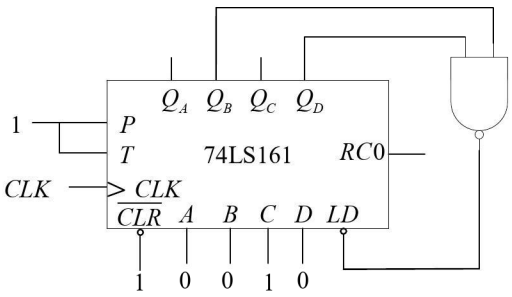


图 7

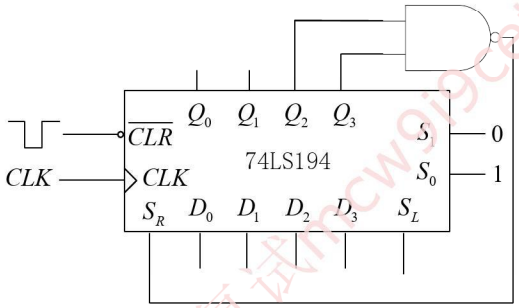


图 8

Part IV (25 分)

22.（12 分）请设计一个组合电路，要求输入端为 A、B、C，输出为 Y。其功能为：当 A=l 时，$Y=\overline{B}$， 当 A=0 时，Y=C。设计内容包括：

（1）列出真值表。

（2）写出输出 Y 的表达式并化简成最简与或式。

（3）用最少的与非门画出最简与或式电路图。

23.（8 分）试用 D 触发器设计一个模 3 减法计数器，（1）写出状态转移表。

（2）用卡诺图化简函数并写出各触发器的次态表达式和激励函数表达式。

（3）画出电路图。

24.（7 分）设计一个输出序列为 10001100 的序列信号发生器，用 74161、8 选 1 数据选择器和少量逻辑门实现电路。写出设计过程。

（1）确定计数器模值及计数范围，设计 74161 计数器；

（2）列出态序表或状态表；

（3）画出逻辑电路图

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

74LS191 功能表

Cr	CP	S_1S_0	SR	SL	$D_0D_1D_2D_3$	$Q_0Q_1Q_2Q_3$
0	×	××	×	×	××××	0 0 0 0
1	0	××	×	×	××××	保持
1	↑	11	×	×	××××	$D_0D_1D_2D_3$(送数)
1	↑	01	SR	×	$D_0D_1D_2D_3$	$SRQ_0Q_1Q_2$(右移)
1	↑	10	×	SL	××××	$Q_0Q_1Q_2SL$(左移)
1	0	00	×	×	××××	保持

74161:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_CQ_BQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

西电通院复试ncw919cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016 年（B）数电期末考试题答案

1.28.375　　1C.6　　01011011.011010101000　　00101000.001101110101

2. $\overline{F}=\left(\overline{A}+\overline{B}\right)\overline{\left(\overline{B}+C\right)\left(\overline{C}+\overline{D}\right)}=\left(\overline{A}+\overline{B}\right)\left(\overline{C}+\overline{D}\right)$

$F^*=\left(A+B\right)\overline{\left(B+\overline{C}\right)\left(\overline{C+D}\right)}$

3.逻辑 0　　逻辑 1　　高阻态（*晋程考研西电通院电院考研群：680630306*）

4. $F=A\overline{C}+AB+AC\overline{D}+CD=A\overline{C}+AB+AC+CD=A+CD$

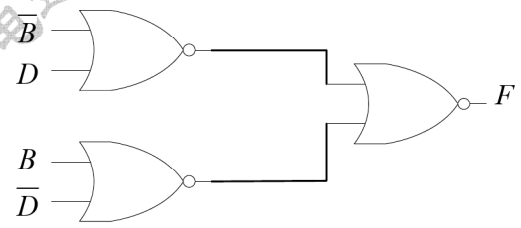
5. $\sum \mathrm{m}(3,4,5,6,7)$

6.（1）

AB / CD	00	01	11	10
00	1	0	X	1
01	0	1	X	0
11	0	1	X	X
10	1	0	X	X

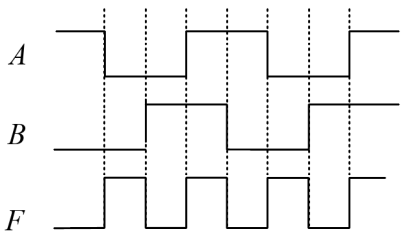
（2） $\overline{F}=B\overline{D}+\overline{B}D, F=\overline{B\overline{D}+\overline{B}D}=\overline{B\overline{D}}\cdot\overline{\overline{B}D}=\left(\overline{B}+D\right)\left(B+\overline{D}\right)$

（3） $F=\overline{\left(\overline{B}+D\right)\left(B+\overline{D}\right)}=\overline{\overline{B}+D}+\overline{B+\overline{D}}$



7.2n

8. $AB+\overline{A}\overline{B}=A\odot B$



更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

9.A　　10.D　　11.C　　12.C　　13.C

14.D　　15.B　　16.C　　17.B　　18.C

19. $Z1=\overline{Y_1Y_2Y_4Y_7}=\overline{Y_1}+\overline{Y_2}+\overline{Y_4}+\overline{Y_7}=\sum m(1,2,4,7)$

$Z2=\overline{Y_1Y_2Y_3Y_7}=\overline{Y_1}+\overline{Y_2}+\overline{Y_3}+\overline{Y_7}=\sum m(1,2,3,7)$

功能：全减器*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

A	B	C	Z1	Z2
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

20.（1）$J1=Q_0$　　$K1=1$　　$J0=\overline{Q}_1$　　$K0=1$

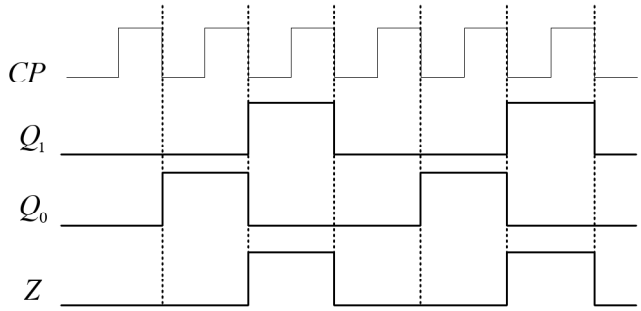
$Q_1^{n+1}=Q_0\overline{Q}_1$　　$Q_0^{n+1}=\overline{Q}_1\overline{Q}_0$　　$Z=Q_1$

（2）状态转移表如下表所示：

现态	次态	输出
Q_1Q_0	$Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}$	Z
0　0	0　1	0
0　1	1　0	0
1　0	0　0	1
1　1	0　0	1

（3）

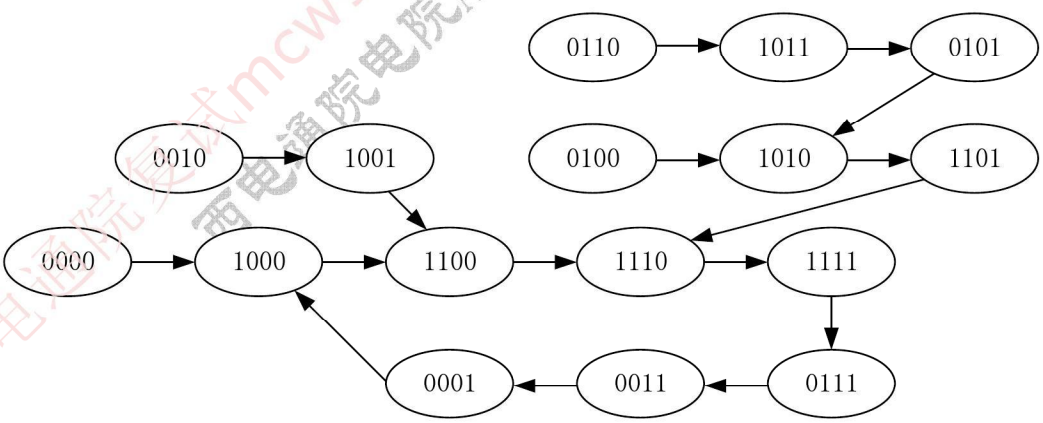
更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



21.解：

Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	0

$1010 \rightarrow 0100$（$\overline{LD}=0$）



有自启动特性得奇数分频器（*晋程考研西电通院电院考研群：680630306*）

22.（1）真值表：

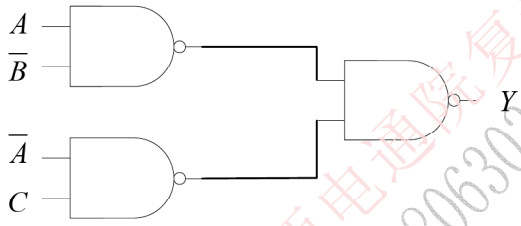
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

（2）$Y=\overline{A}\overline{B}C+\overline{A}BC+A\overline{B}\overline{C}+A\overline{B}C=\overline{A}C+A\overline{B}$

（3）$Y=\overline{\overline{\overline{A}C+A\overline{B}}}=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{A\overline{B}}}$



23. （1）状态转移表

Q_1	Q_0	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	X	X

（2）卡诺图

Q_1 / Q_0	0	1
0	1	0
1	0	X

Q_1 / Q_0	0	1
0	0	1
1	1	X

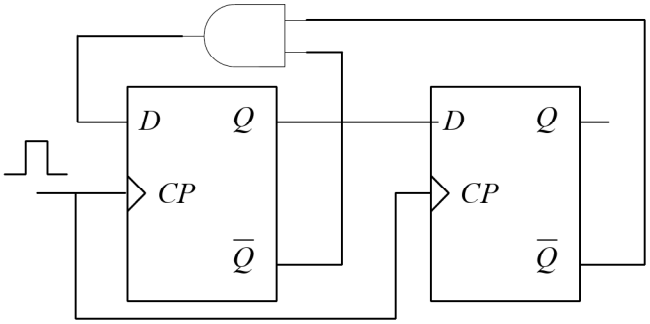
$Q_1^{n+1}=\overline{Q}_1\overline{Q}_0$　　$Q_0^{n+1}=\overline{Q}_1\overline{Q}_0$

$D_1=\overline{Q}_1\overline{Q}_0$　　$D_0=Q_1$

（3）电路图如下：*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



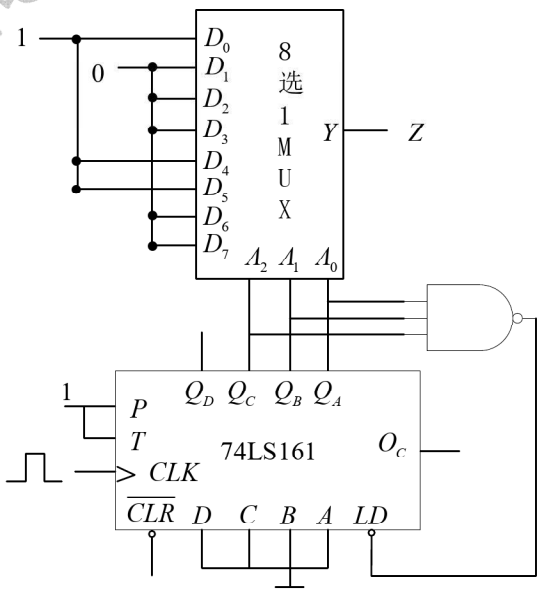
24.（1）模入计数器0000～0111

（2）状态表如下表

Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1

0111→0000

（3）电路图如下图所示：*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*



更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015 年数电期末考试题

Part I 填空题 (40%)

1.数字电路一般分为_____电路和_____电路两大类；*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*加法器属于_____类电路，计数器属于_____类电路。

2.分别写出十进制数 76.25 的 8421BCD 和二进制数表示形式。

3. 已知逻辑函数 $F(A,B,C,D)=\prod M(3,4,5,7,12,14,15)\prod d(6,10,11,13)$。

（1）写出 F 的最小项表达式：

F=_____

（2）填写 F 的卡诺图：

（3）写出 F 的最简与或表达式

F=_____

（4）画出用 FPLA 实现 F 的阵列图。

4.用图 1 所示的三态门和非门构成单路数据双向传输电路（I/O 口），画出电路图。

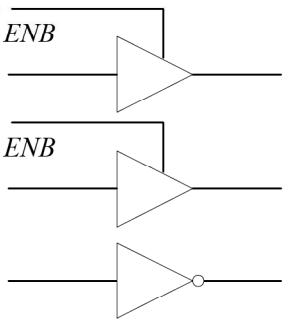


图 1

5.已知分频电路的分频系数为 100，输入时钟信号的频率为 1 KHz，则输出频率为_____。问该分频电路至少要用_____个触发器实现，是否需要检查自启动_____（是/否）

6.逻辑电路图如图 2 所示，写出次态方程 Q^{n+1}=_____；该电路等价

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

于_____触发器；画出 Q 的输出波形（设初始状态为 0)。

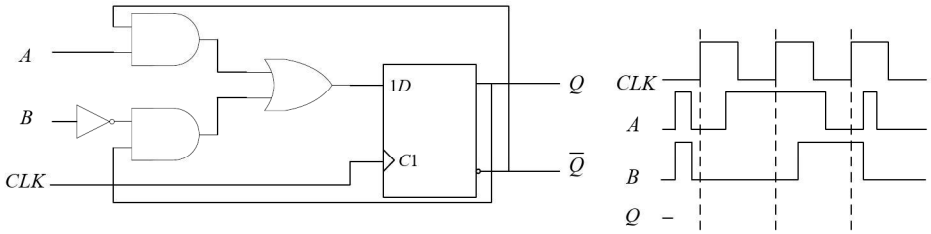


图 2

7.已知某个器件的功能表如表 1 所示，画出它的逻辑符号图，指出器件功能。

表 1

$\overline{E}$	A_1	A_0	Y
1	x	x	0
0	0	0	D_0
0	0	1	D_1
0	1	0	D_2
0	1	1	D_3

8.用 555 定时器可以构成_____和_____两种常用电路。

Part II 分析题 (30%)

1.（10 分）根据 74161 功能表（见附录）。

（1）指出图 3 计数器电路的计数范围：

（2）其模值 M =（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）

（3）如果计数器的置数值不变，要实现模值为 100，则写出 LD 的表达式：

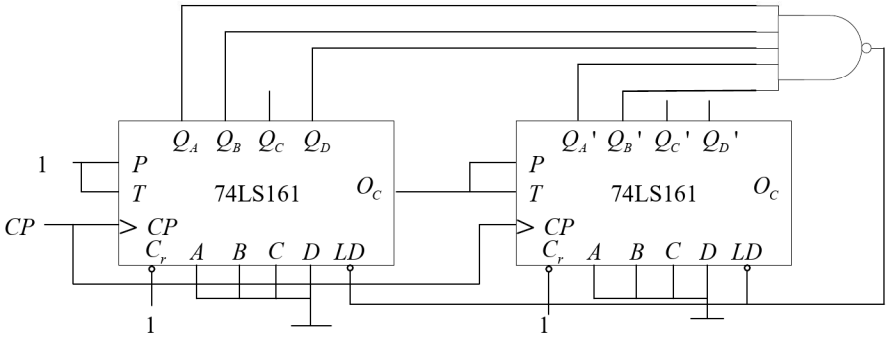


图 3

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.（10 分）已知某时序电路的状态转移表如表 2 所示。

（1）画出状态转移图；

（2）指出电路的逻辑功能。*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

表 2

x	Q_1	Q_0	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	z
0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0

3.（10 分）分析图 4 所示同步时序电路。

（1）写出激励方程和状态方程；

（2）画出该电路的状态表和状态图；

（3）指出逻辑功能。

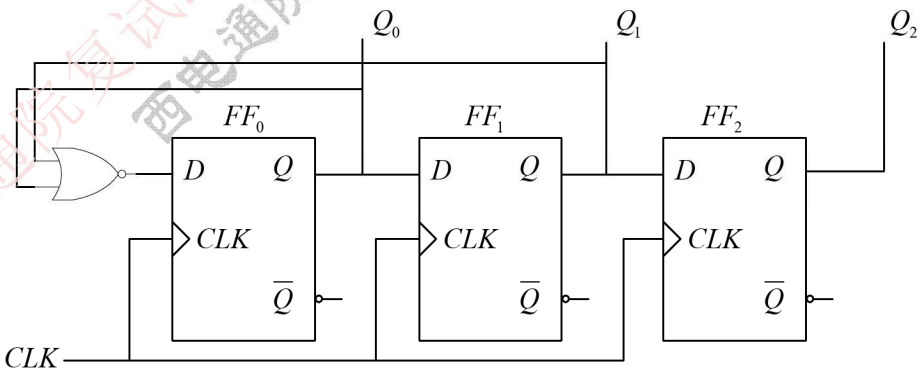


图 4

Part III 设计题 (30%)

1.（10 分）一个地下 1 层（第 0 层）地上 7 层高的大楼，其每层有一个火警报警传感器，如有火警时希望在控制中心能用数码管显示出火警的楼层数（假设不会有两层及以上同时出现火警），设楼层（输入）用 I_7、I_6、I_5、I_4、I_3、I_2、I_1、

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

I_0表示，输出用Y_2、Y_1、Y_0表示，列出真值表。

2.（10 分）事故发生时，人们通常会拨打“110”和“120”电话，试用 74160、3-8 译码器和若干 SSI 门，设计一个能同时产生“110”和“120”的双序列报警电路，要求两个序列的每位十进制数用两位二进制数表示。

（1）写出这两个序列的二进制数表示；

（2）列出产生两个序列的状态转移真值表；

（3）画出该双序列报警电路图。

3.（10 分）用 74194 移位寄存器和 SSI 门，*（晋程考研西电通院电院考研群:680630306）*设计一个 mealy 型序列码检测电路， 检测到输入序列 x 为 0011 时，检测标志 Z 为 1，否则为 0。

（1）写出检测标志 Z 的表达式；

（2）画出逻辑电路。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附录：74160:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1001）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74161:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_CQ_BQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1111）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74LS191 功能表

Cr	CP	S_1S_0	SR	SL	$D_0D_1D_2D_3$	$Q_0Q_1Q_2Q_3$
0	×	××	×	×	××××	0 0 0 0
1	0	××	×	×	××××	保持
1	↑	11	×	×	××××	$D_0D_1D_2D_3$(送数)
1	↑	01	SR	×	$D_0D_1D_2D_3$	$SRQ_0Q_1Q_2$(右移)
1	↑	10	×	SL	××××	$Q_0Q_1Q_2SL$(左移)
1	0	00	×	×	××××	保持

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015 年数电期末考试题答案

一、填空题

1.组合逻辑　时序逻辑　组合逻辑　时序逻辑

2.$(76.25)_{10}=(1110110.00100101)_{8421BCD}$

$(76.25)_{10}=(1001100.01)_{2}$

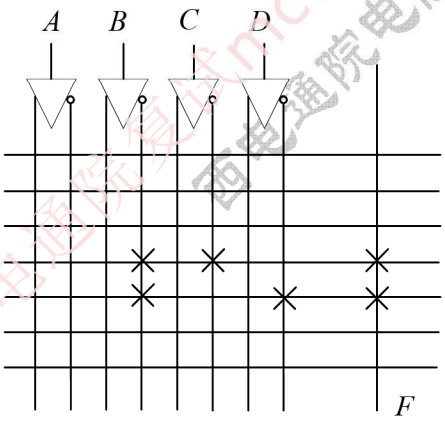
3.（1）$F=\sum m(0,1,2,8,9)+\sum d(6,10,11,13)$

（2）

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	0	1	1
11	0	0	0	X
10	1	X	0	X

（3）$F=\overline{BD}+\overline{BC}$

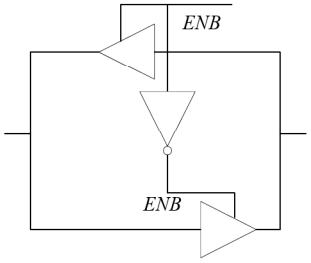
（4）FPLA 实现 F 的阵列图（*晋程考研西电通院电院考研群：680630306*）



4.

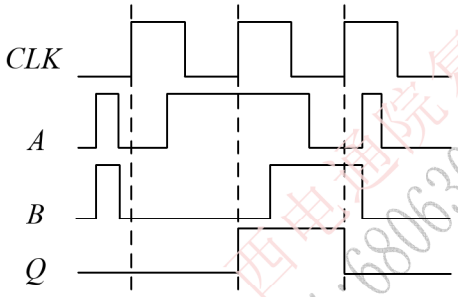
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

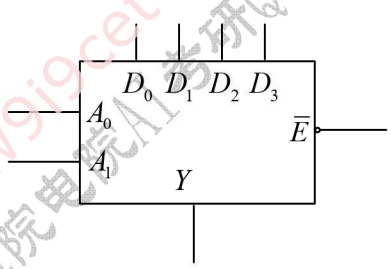


5.10Hz　　7　　是

6. $Q^{n+1}=\overline{B}Q+A\overline{Q}$　　JK



7.



四选一数据选择器

8.单稳态触发器　　多谐振荡器

（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）

二、分析题

1.（1）图 3 计数器电路中的计数范围：$(0000\ \ 0000)_2 \sim (0011\ \ 1011)_2$；（3 分）

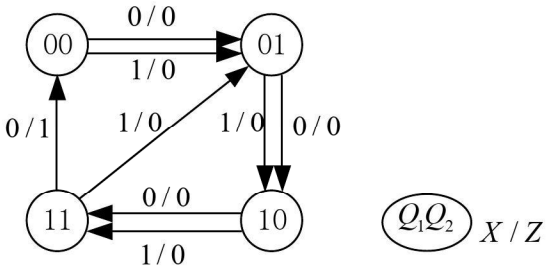
（2）其模值 M=60；（3 分）

（3）$LD=\overline{Q_C' Q_B' Q_B Q_A}$ (4 分)

2.（1）状态转移图；

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



（2）电路的逻辑功能为：$x=0$时为模 3 计数器；$x=1$时为模 4 计数器。

3.（1）激励方程：$D_0=\overline{Q_0+Q_1}$

$$D_1=Q_0$$

$$D_2=Q_1$$（2 分）

状态方程：$Q_0^{n+1}=D_0=\overline{Q_0+Q_1}$

$$Q_1^{n+1}=D_1=Q_0$$

$$Q_2^{n+1}=D_2=Q_1$$（2 分）

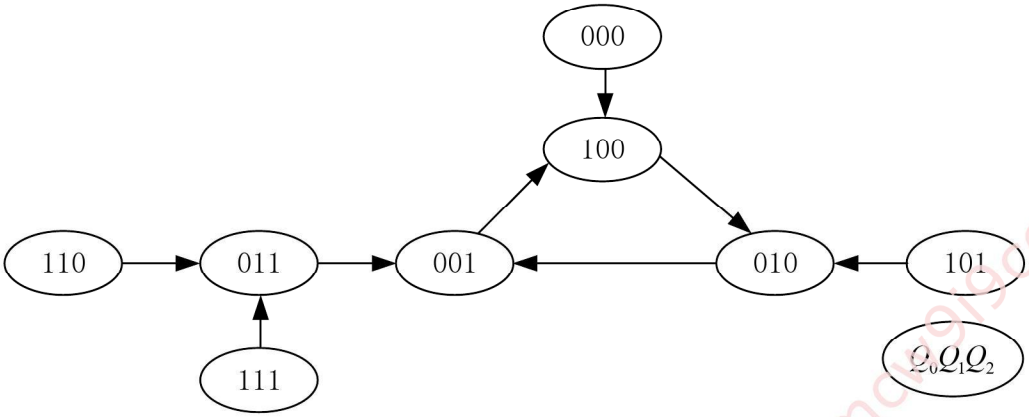
（2）状态表：*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

Q_0	Q_1	Q_2	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	Q_2^{n+1}
0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1

状态图：（2 分）

西电通院复试mcwdj9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



（3）逻辑功能为：具有自启动功能的模 3 计数器。（2 分）

三、设计题

1.答：真值表为：

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	I_0	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

2.答：（1）两个序列的二进制数表示为：

“110”：$Z_1=(010100)_2$；

“120”：$Z_2=(011000)_2$；

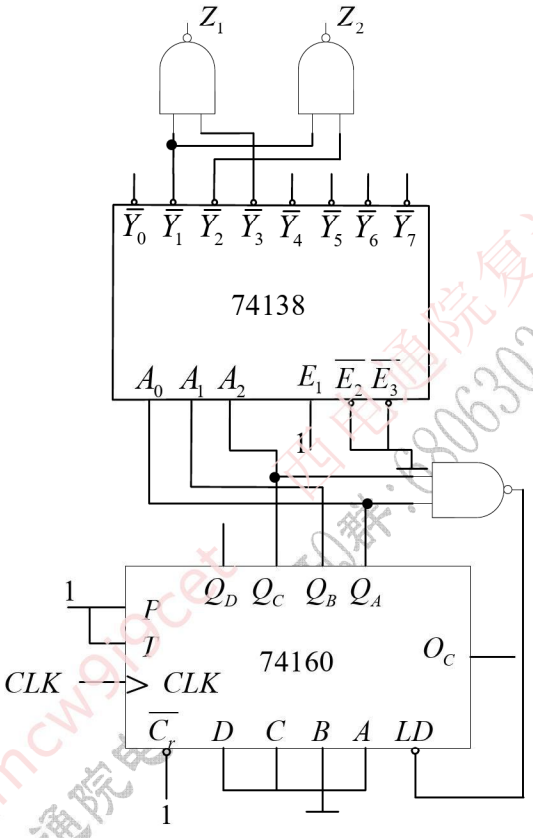
（2）两个序列的状态转移真值表：

Q_C	Q_B	Q_A	Q_C^{n+1}	Q_B^{n+1}	Q_A^{n+1}	Z_1	Z_2
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	1

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

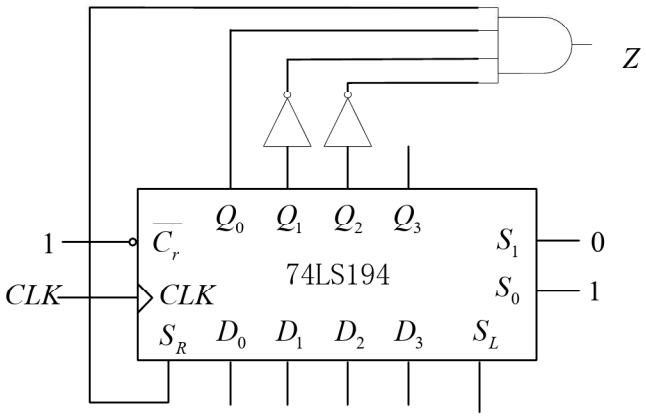
0	1	1		1	0	0	1	0	
1	0	0		1	0	1	0	0	
1	0	1		0	0	0	0	0	

（3）双序列报警电路图：*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*



3.答：（1）检测标志 Z 的表达式为：$Z = XQ_0\overline{Q_1Q_2}$

（2）逻辑电路图：



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院复试mcw9i9cet 西电通院复试mcw9i9cet 群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014 年数电期末考试题

Part I 填空题 (40%)

1. 对于存储在计算机中的数为 11001001。如果表示为 BCD 码或无符号二进制数时，其十进制数的数值为多少？

(1) 余 3 码$(11001001)_{余三码}$=

(2) 无符号二进制数$(11001001)_2$=

2.已知逻辑函数的卡诺图如图 1 所示。

(1)写出该函数的最小项表达式：

F=_____

(2) 化简该函数为最简的或与式：*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

F=_____

(3)画出用两级或非门实现最简或与式的电路图。

CD \ AB	00	01	11	10
00	1			1
01	1		X	1
11				X
10	1	X		X

3.TTL 逻辑门电路如图 2 所示，分别写出各电路的输出表达式。

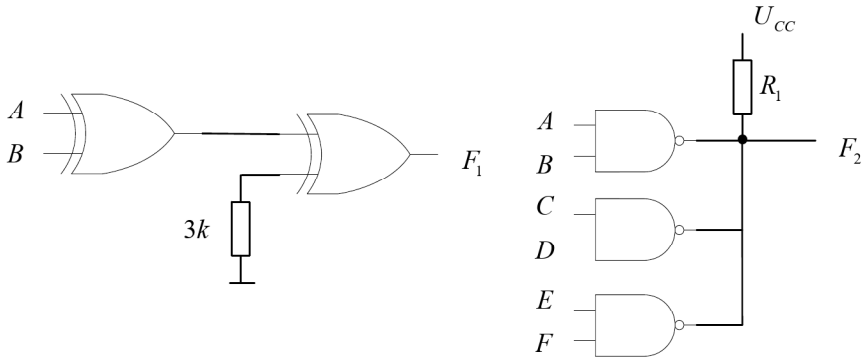


图 2

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.由三态门构成的 I/O 口电路如图 3 所示，描述其工作原理。

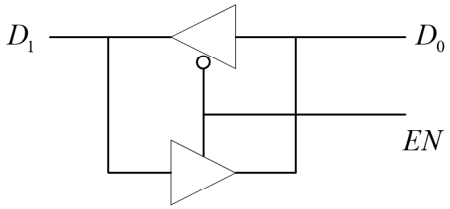


图 3

5.已知输入脉冲信号的频率为 65536Hz，要实现输出频率为 1Hz 的脉冲信号，则设计的计数器模值为_____，至少要用_____片 74161 实现。

6.如果把一个时钟下降沿 JK 触发器转换成 T 触发器（即 $Q^{n+1}=T\oplus Q$），*(晋程考研西电通院电院考研群：680630306)* T 为触发器的输入。

(l) 试写出该触发器的 J，K 表达式，J=_____；K=_____；

(2) 画出 JK 触发器实现 T 触发器的电路图；

(3) 完成图 4 所示的时序波形（设 Q 初态为 0，）。

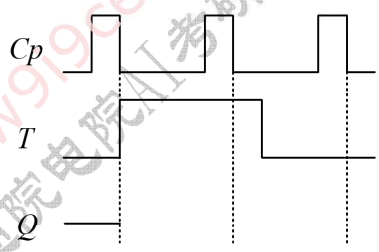


图 4

7.用 FPLA 实现的四位二进制码转换为格雷码的代码转换电路如图 5 所示，写出输入输出逻辑式

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

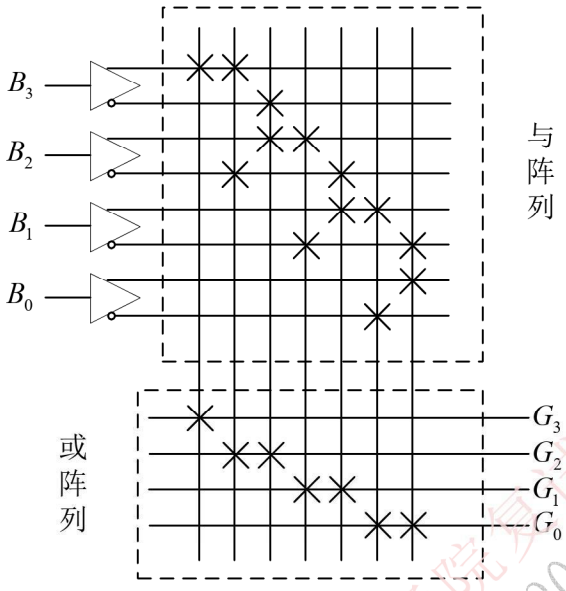


图 5

8.序列信号检测器如图 6 所示，分析电路检测的序列为什么？

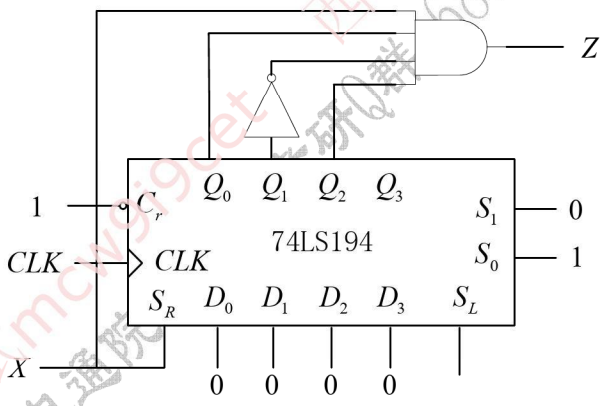
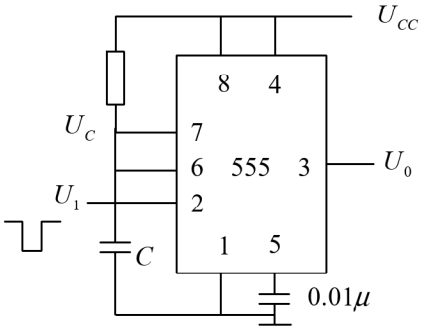
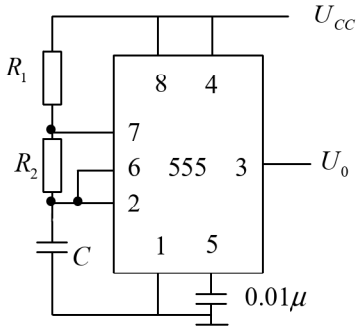


图 6

9.指出图 7 所示的 555 电路的功能。图 7(a)为_____；图 7(b)为_____。



（a）



（b）

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.（10 分）分析图 10 所示问步时序电路.

（1）写出激励方程和状态方程；

（2）画出该电路的状态表和状态图；

（3）指出逻辑功能。

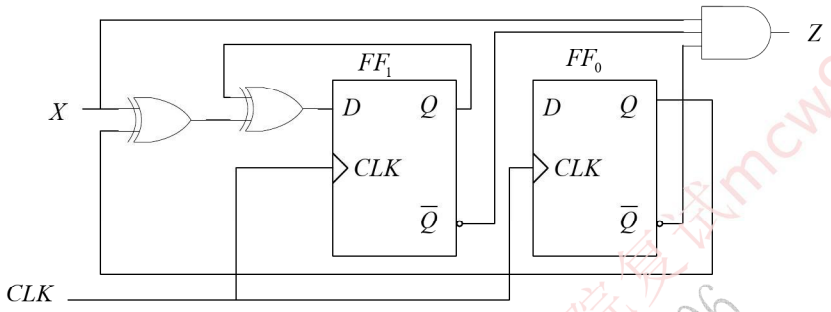


图 10

Part III 设计题 (30%)

1.（10 分）建立 Moore 型序列码检测器的原始状态图，该检测器有一串行输入 X，一个输出 Z，当检测到 100 时输出为 1。输入序列 X 和输出 Z 满足径迹关系：

X：010010001100100

Z：000010010000100

2.（10 分）若用二进制译码器的输出对应 8 个灯，*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）* 8 个灯对应的地址为 88H 到 8FH。用一片 3-8 译码器和 SSI 门设计 8 个灯的地址译码电路，画出电路图（地址输入为 $A_7A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0$ ）

3.（10 分）用 74160、一片 8 选 1 数据选择器和 SSI 门，试设计双路周期波形发生器，其输出波形如图 11 所示。

（1）写出设计过程：（2）画出电路图。

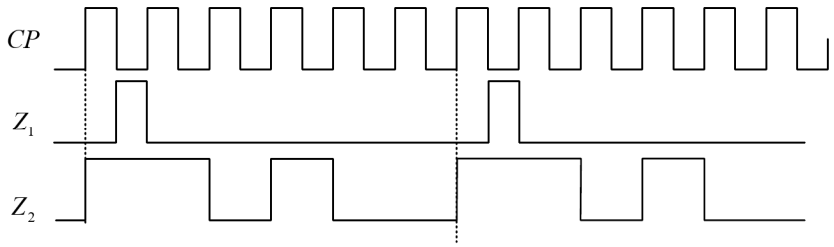


图 11

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附录：　　74160:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1001）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014 年数电期末考试题答案

一、填空题

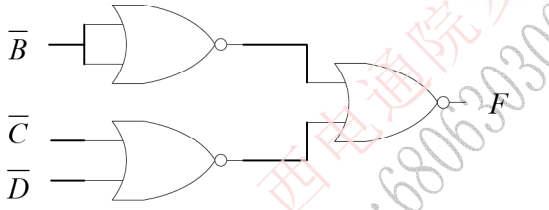
1. （1）余 3 码$(11001001)_{余三码}$=96

（2）无符号二进制数$(11001001)_2$=201

2.（1）$F=\sum m(0,1,2,8,9)+\sum d(6,10,11,13)$

（2）$F=\overline{B}(\overline{C}+\overline{D})$

（3）电路图如下图：*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*



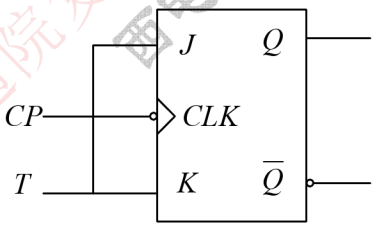
3. $F_1=A\odot B$　　$F_2=\overline{AB}\cdot\overline{CD}\cdot\overline{EF}$

4. $EN=0$　　$D_1=D_0$

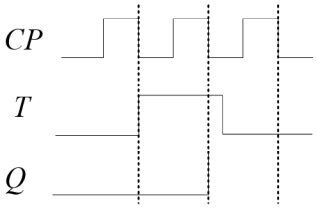
$EN=1$　　$D_0=D_1$

5. 2^{16}　　4

6.（1）T　　T



（2）



（3）

7. $G_3=B_3$　　$G_2=B_3\oplus B_2$

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$G_1 = B_2 \oplus B_1$　　$G_0 = B_1 \oplus B_0$

8.检测的序列为：1011

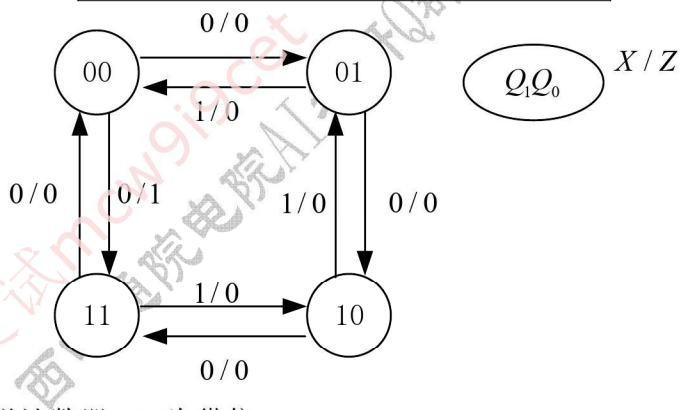
9.单稳　　多谐振荡

3.解：（1）$D_1 = X \oplus Q_1 \oplus Q_0$　　$D_0 = \overline{Q_0}$　　$Q_1^{n+1} = X \oplus Q_1 \oplus Q_0$　　$Q_0^{n+1} = \overline{Q_0}$

$Z = X\overline{Q_1}\,\overline{Q_0}$

（2）*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

Q_1Q_0 \ x	$Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}/Z$	
	0	1
0　0	01/0	11/1
0　1	10/0	00/0
1　1	00/0	10/0
1　0	11/0	01/0



（3）模 4 可逆计数器，Z 为借位

三、设计题

1.解：S_0：初始状态，表示电路还没有收到一个有效的 1

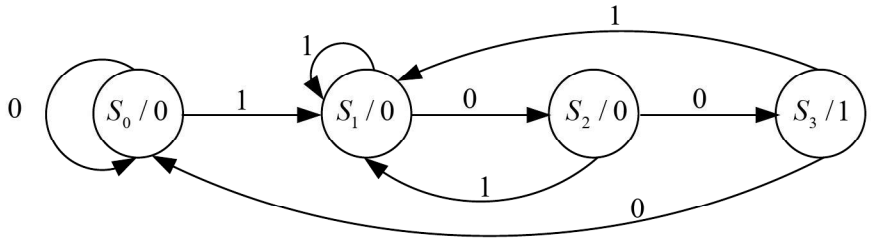
S_1：表示电路收到了一个 1 的状态。

S_2：表示电路收到了 10 的状态。

S_3：表示电路收到了 100 的状态。

Moore 型 100 序列码检测器的原始状态图

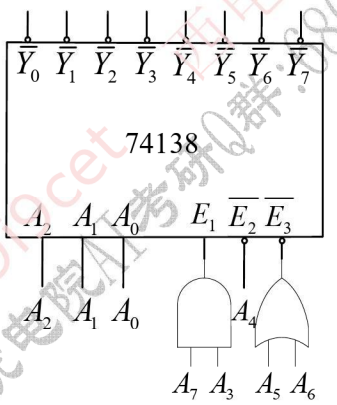
更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



2.解：88H 到 8FH

A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0
1	0	0	0	1	0	0	0
.	.	.	.	.	.	.	.
1	0	0	0	1	1	1	0

$E_1 = A_7 A_3 \qquad E_2 = A_4 \qquad E_3 = A_6 + A_5$



3.解：　*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*

（1）先产生双序列吗，序列码长为 M=6

$Z_1' = 100000 \qquad Z_2 = 110100$

设计数器的状态与序列输出的关系为

Q_C	Q_B	Q_A	Z_1'	Z_2
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0

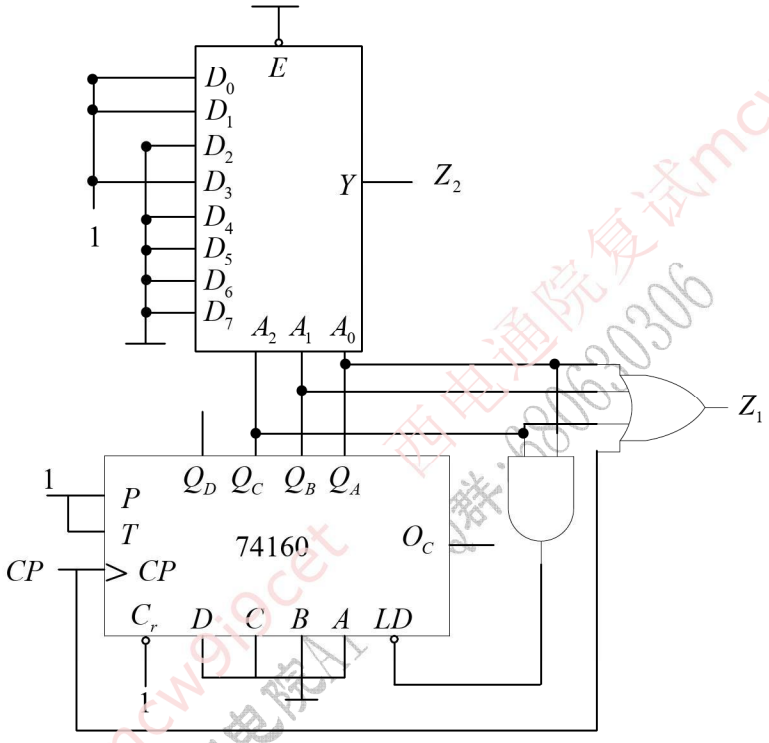
更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1	0	1	0	0

$Z_1 = \overline{Q_C + Q_B + Q_A}$　　$Z_1 = Z_1' \overline{CP} = \overline{Q_C + Q_B + Q_A + CP}$

$Z_2 = [Q_C Q_B Q_A][1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0]$

（2）电路图如下图所示



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013 年数电期末考试题

Part I 填空题 (40%)

1.若计算机内存储的无符号数是“10010110.01010111”。当它分别表示 8421BCD 码和余 3 码时，对应的十进制数和二进制数值是多少？

2.逻辑函数 $F=\left(\overline{AB}+\overline{A}C\right)\overline{\overline{B}+C}$，*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*则函数 F 的反函数的表达式是_____。

3.已知逻辑函数 $F=\sum(0,1,2,8,9)+\sum d(10,11,13)$。

(1)写出 F 的最大项式：

$F=$_____

(2)写出 F 的最简与或表达式：

$F=$_____

(3)画出用两级与非门实现的最简电路图（允许反变量输入）。

4.当两个 OC 门的输出连接在一起时，可以实现_____逻辑，而两个三态门的输出连接在一起时可以实现_____逻辑。

5.可编程逻辑 FPLA 阵列图如图 1 所示，写出函数 F_1 和 F_2 的表达式，并只用最少的异或门实现 F_1 和 F_2

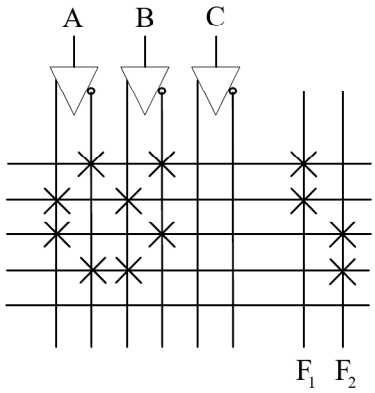


图 1

6.若用二进制 3-8 译码器的输出对应 8 个灯(0 灯灭，1 灯亮）如图 2 所示，要求 8 个灯从左到右顺序循环每一个灯灭一下，则地址输入端 $A_4A_3A_2A_1A_0$ 的输入二

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

进制代码的循环顺序是：

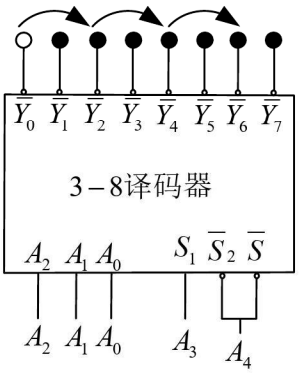


图 2

7.已知输入脉冲信号的频率为 1MHz，如果设计的计数器模值为 100, 至少要用触发器_____个，会有_____个多余状态。实现分频输出时频率为_____。

8.原始状态转移表如图 3 所示，其中的等价状态对是_____、_____。

S \ X	S^{n+1}/Z	
	0	1
A	B/0	A/0
B	A/0	A/0
C	D/0	B/0
D	E/0	D/1
E	D/0	B/0

图 3

9.CMOS 器件与 TTL 器件相比，*（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）*其优点有：_____，_____。

Part II 分析题 (30%)

1.（10 分）分析图 4 所示同步时序电路。

（1）写出激励方程和状态方程；

（2）画出该电路的状态表和状态图；

（3）指出逻辑功能。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

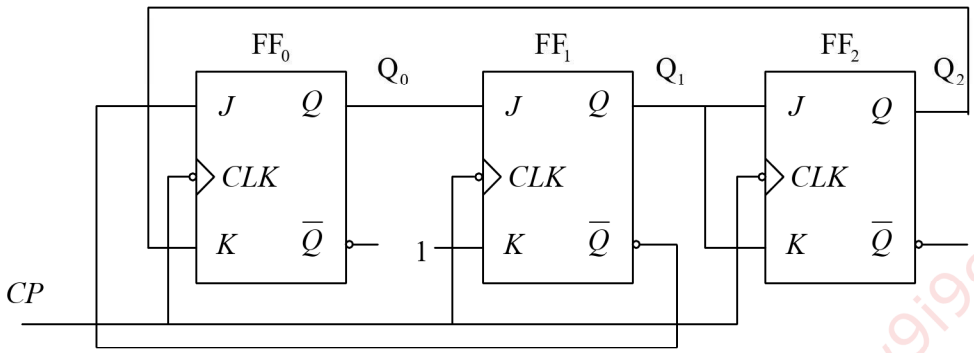


图 4

2.分析图 5 由 74161 构成的可变模值计数器，X 为控制信号。

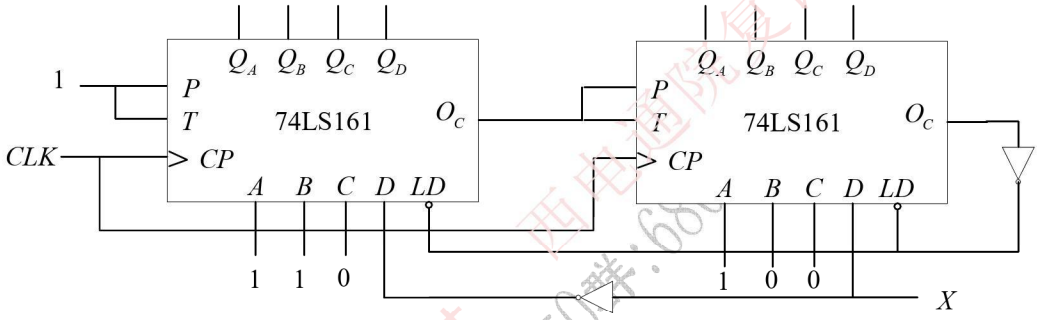


图 5

（1）当 x=0 时计数器的计数模值 M=?

（2）当 x=l 时计数器的计数模值 M=?

3. (10 分）由 74194 构成的时序电路如图 6 所示，*(晋程考研西电通院电院考研群：680630306)* 分析该电路，列出状态转移表，指出电路的逻辑功能。

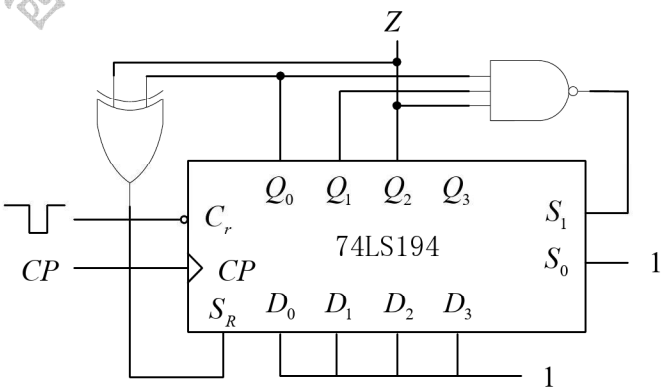


图 6

Part III 设计题 (30%)

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1.（10 分）某同学参加 4 门课程考试，规定如下：课程 A 及格获得 1 个学分；课程 B 及格获得 2 个学分：课程 C 及格获得 4 个学分；课程 D 及格获得 5 个学分；如果某门课程不及格获得 0 个学分。若总计获得 8 个学分以上（含 8 个）就可结业。要求仅用“或非门”组成的逻辑电路实现上述逻辑功能的判断。

2.（10 分）建立一个序列检测器的原始状态图，使得输入序列 X 和检测输出 Z 满足径迹关系：X: 010010100010

Z: 000010000010

3.（10 分）给定元器件 74160 计数器一个，8 选 1 数选器一个，2 选 1 数选器一个，SSI 门电路若干。利用给定元器件设计一个 X 控制的分别产生如图 7 所示输出波形的电路。当 X=0 时输出U_{01}，X=l 时输出U_{02}。写出设计过程，画出电路图。

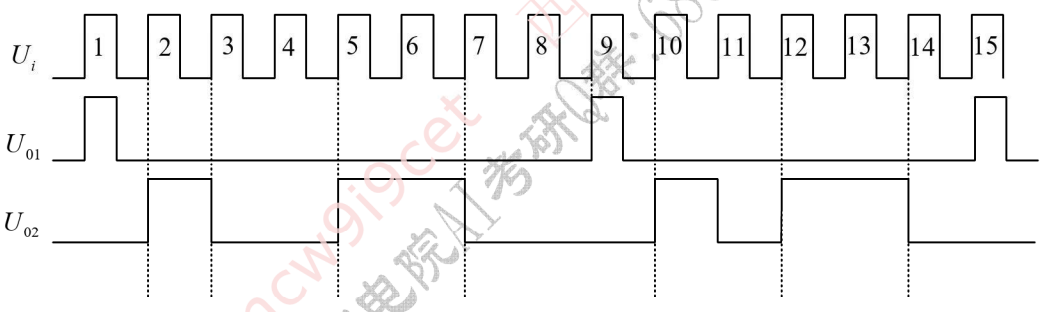


图 7

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附录：　　74160:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1001）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74161:十进制计数器功能表($O_c=Q_DQ_CQ_BQ_AT$)

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000~1111）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74LS191 功能表

Cr	CP	S_1S_0	SR	SL	$D_0D_1D_2D_3$	$Q_0Q_1Q_2Q_3$
0	×	××	×	×	××××	0 0 0 0
1	0	××	×	×	××××	保持
1	↑	11	×	×	××××	$D_0D_1D_2D_3$(送数)
1	↑	01	SR	×	$D_0D_1D_2D_3$	$SRQ_0Q_1Q_2$(右移)
1	↑	10	×	SL	××××	$Q_0Q_1Q_2SL$(左移)
1	0	00	×	×	××××	保持

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013 年数电期末考试题答案

一、填空题

1. $(10010110.01010111)_{8421BCD}=(96.57)_{10}=(1100000.1001)_2$

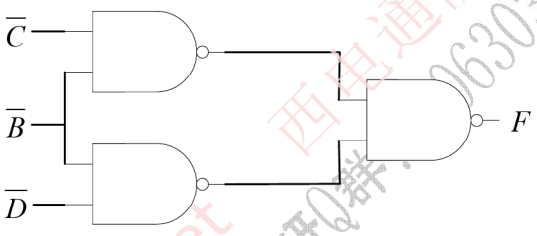
$(10010110.01010111)_{余二码}=(63.24)_{10}=(111111.0011)_2$

2. $\overline{F}=A+\overline{B}+C$

3.（1）$F=\prod M(3,4,5,6,7,12,14,15)=\prod d(10,11,13)$

（2）$F=\overline{B}\overline{C}+\overline{B}\overline{D}$

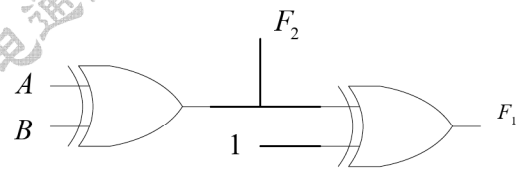
（3）电路图如下图所示

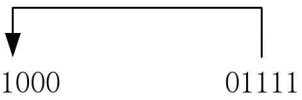


4.线与　　线或

5. $F_1=A\odot B=1\oplus(A\oplus B)$

$F_2=A\oplus B$





6.

7.7　　28　　10kHz

8.AB　　CE（*晋程考研西电通院电院考研群：680630306*）

9.抗噪性能强　　低功耗　　集成度高

二、分析题

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1.解：（1）$Q_0^{n+1}=J_0\overline{Q_0}+\overline{K_0}Q_0=\overline{Q_1}\overline{Q_0}+\overline{Q_2}Q_0$

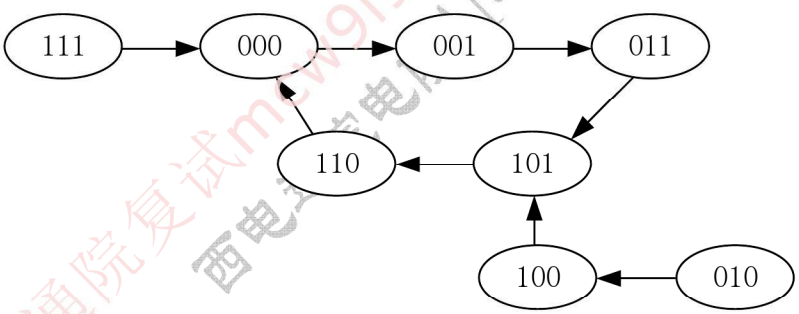
$Q_1^{n+1}=J_1\overline{Q_1}+\overline{K_1}Q_1=Q_0\overline{Q_1}$

$Q_2^{n+1}=J_2\overline{Q_2}+\overline{K_2}Q_2=Q_1\oplus Q_2$

（2）状态表如下图所示：

Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0

状态图如下图所示：



（3）具有自启动功能的模 5 计数器

2. 解：（1）00011011～11111111　M=255-27+1=229

（2）10010011～11111111　M=255-147+1=109

3.解：状态转移表如下：

Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	S_1	S_R	Z
1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0	1

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

0	1	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

1110001→0111011

功能：该电路可以产生序列码：1101001

（晋程考研西电通院电院考研群：680630306）

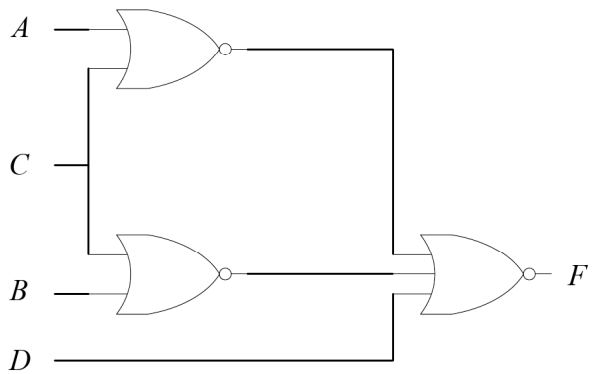
三、设计题

1.解：

D（5）	C（4）	B（2）	A（1）	F	D（5）	C（4）	B（2）	A（1）	F
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1

$$F=\overline{\overline{A+C}+\overline{B+C}+\overline{D}}$$

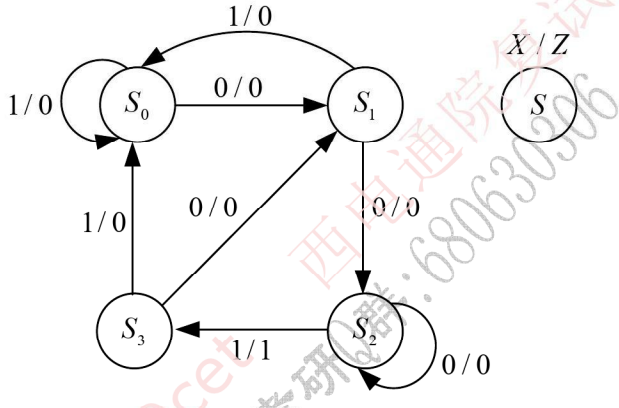
电路图如下：



2.解：

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

	S^{n+1}/Z	
	0	1
S_0	$S_1/0$	$S_0/0$
S_1	$S_2/0$	$S_0/0$
S_2	$S_2/0$	$S_3/1$
S_3	$S_1/0$	$S_0/0$



3.解：该电路状态表如下：

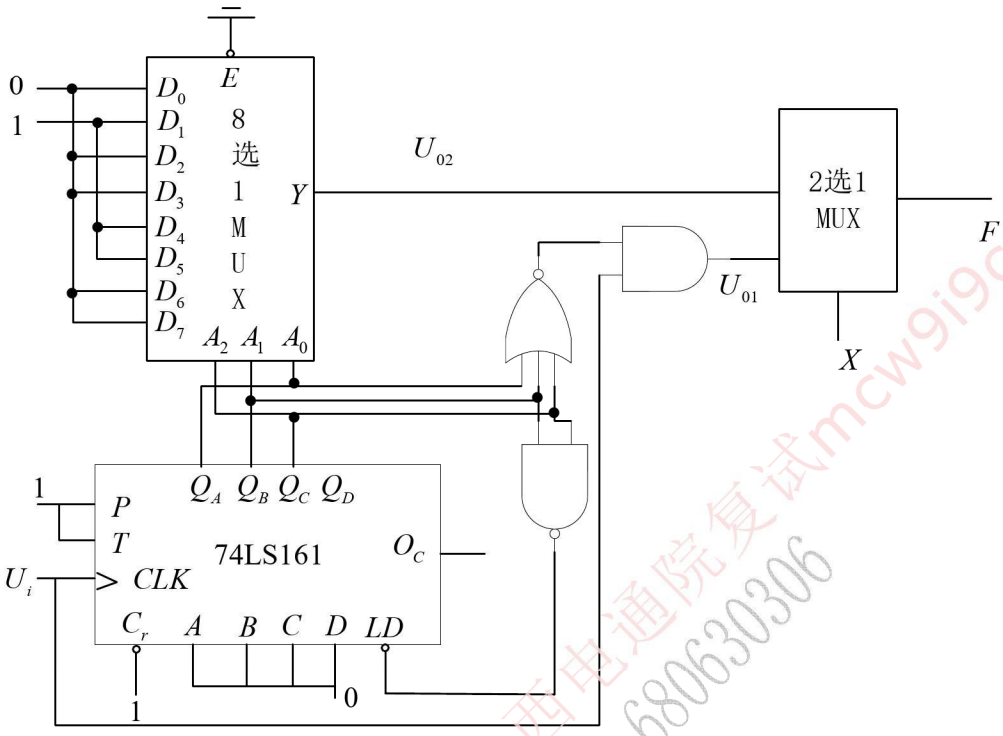
Q_C	Q_B	Q_A	U_{01}	U_{02}
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	0

$U_{01}=\overline{Q_C+Q_B+Q_A}CP$ （晋程考研西电通院电院考研群：680630306）

$U_{02}=(Q_CQ_BQ_A)_m(0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0)^T$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

考试时间 120 分钟

2012 年

试 题

总分	

班级_____学号_____姓名_____任课教师_____

注意：题目全部答在试卷上。

Part I 填空题（40%）

1．完成下列数制转换：

$(10010011.01110101)_{8421BCD}$ =(　　)$_{10}$ = (　　)$_2$

=(　　)$_8$

2．逻辑函数 F 的卡诺图如图 1 所示，

（1） 写出 F 的最大项标准式：

F =_____

（2） F 的最简或与表达式：

F =_____

CD \ AB	00	01	11	10
00	1			1
01	1		x	1
11				x
10	1			x

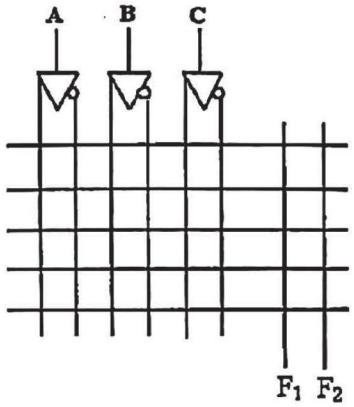
图 1

（3）画出用两级或非门实现的最简电路图（允许反变量输入）。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 在下图中画出用可编程逻辑阵列 FPLA 实现函数 $F_1 = A \oplus B$ 和 $F_2 = \overline{ABC}$ 的阵列图。



4. 某组合电路如图 2 所示，写出 F(A,B,C)的最小项表达式：

F=_____

5. 已知触发器电路如图 3 所示，写出输出方程 Z 的表达式：

Z=_____

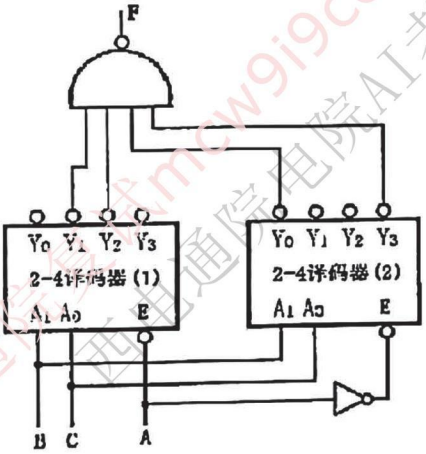


图 2

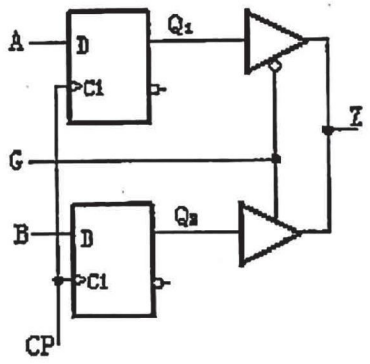


图 3

6. 若用 74161 来实现模值为 300 的计数器，则至少需要_____片 74161 计数器来级连。

7. 如果把一个时钟下降沿 JK 触发器转换成时钟上升沿 D 触发器，设 X 为 D 触发器的输入。

(1) 试写出该触发器的 J,K 表达式，J=_____；K=_____

(2) 画出 JK 触发器实现 D 触发器的电路图。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

8、一个可编程分频器电路如图 4，如果输入时钟的频率为 10MHz。当分频值 M =100 时的预置值 $I_7I_6I_5I_4I_3I_2I_1I_0$ =_____，输出频率为_____Hz。

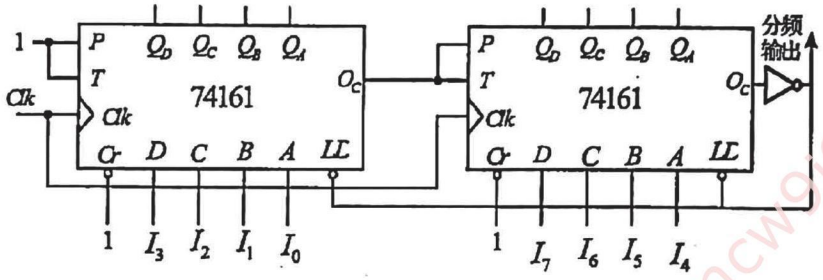


图 4

Part II 分析题（30%）

1.（10）指出图 5(a)计数器电路的状态变化范围，其模值为多少？

波形如图 5(b)所示，画出该计数器的有效时序波形。（74160 功能表见附录）。

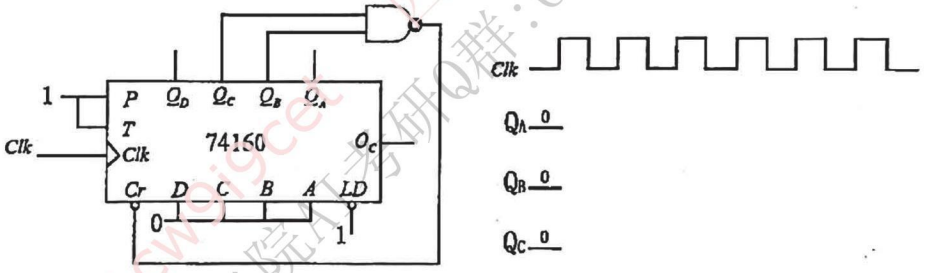


图5(a) 计数器电路图　　图5(b) 时序波形图

2.（10 分）分析如图 6 所示电路，要求：（1）列出 $Q_0Q_1Q_2Q_3$ 的状态表；（2）指出逻辑功能（74194 功能表见附录）。

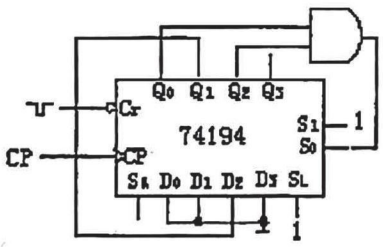


图 6

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.（10 分）分析图 7 所示同步时序电路。

（1）写出激励方程和状态方程；

（2）画出该电路的状态表和状态图；

（3）指出逻辑功能。

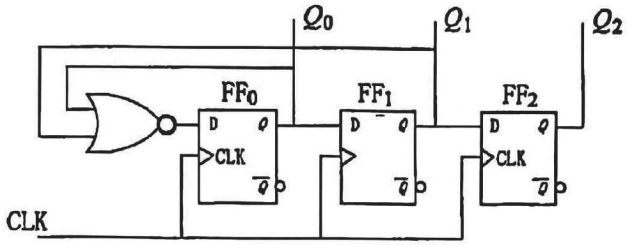


图 7

Part III 设计题（30%）

1.（10 分）建立一个序列检测器的原始状态图和状态表，使得输入序列 X 和检测输出 Z 满足径迹关系：

X: 01100010010

Z: 00001000100

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.（10 分）试用一片 3-8 译码器和少量逻辑门设计一组合电路，该电路输入 X 为三位二进制数。

当 X 为奇数时，S=1；

当 X>3 时， G=1。

要求：列出真值表，写出输出表达式，画出逻辑电路图。

3.（10 分）用一片 74161（功能表见附录）、一片 8 选 1 数据选择器和最少的 SSI 门器件，设计一个同步时序逻辑电路，要求实现如图 8 所示的输出波形 Z。

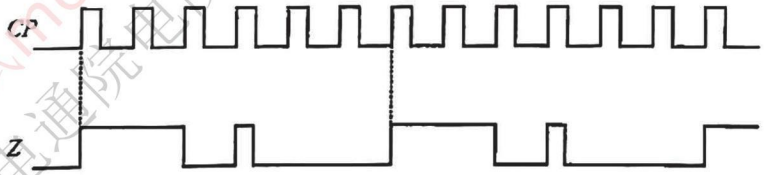


图 8

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附录：

74161：十六进制计数器功能表（$O_c=Q_DQ_CQ_BQ_AT$）

输入						输出			
CP	Cr	LD	P	T	D C B A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	× × × ×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d c b a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	× × × ×	计数 (0000~1111)			
×	1	1	0	×	× × × ×	保持			
×	1	1	×	0	× × × ×	保持(O_c=0)			

74194 功能表

Cr	CP	S_1S_0	S_R	S_L	$D_0D_1D_2D_3$	$Q_0Q_1Q_2Q_3$
0	×	××	×	×	××××	0 0 0 0
1	0	××	×	×	××××	保持
1	↑	11	×	×	$D_0D_1D_2D_3$	$D_0D_1D_2D_3$（置数）
1	↑	01	S_R	×	××××	$S_RQ_0Q_1Q_2$（右移）
1	↑	10	×	S_L	××××	$Q_0Q_1Q_2S_L$（左移）
1	0	00	×	×	××××	保持

74160：十进制计数器功能表（$O_c=Q_DQ_AT$）

输入						输出			
CP	Cr	LD	P	T	D C B A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	× × × ×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d c b a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	× × × ×	计数 (0000~1001)			
×	1	1	0	×	× × × ×	保持			
×	1	1	×	0	× × × ×				

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

数字电路与逻辑设计 2012 年考试题答案

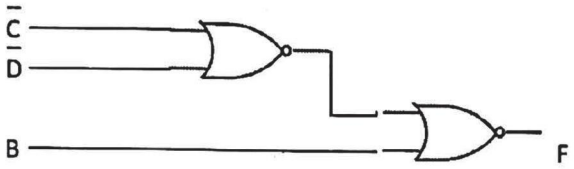
PARTI 填空题（共 40 分）

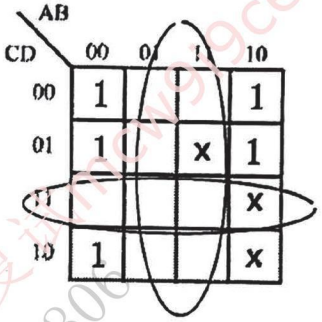
1、(6 分)　93.75　1011101.11　135.6

2、(8 分)　(1) $F=\Pi M(3,5,6,7,12,14,15)\ \Pi d(10,11,13)$

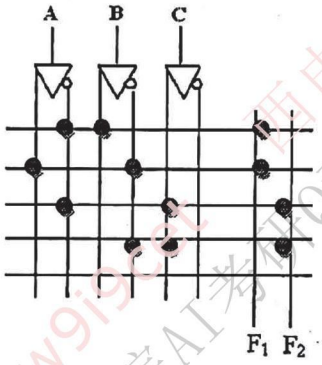
(2) $F = B(\overline{C} + \overline{D})$

(3)





3、(6 分)

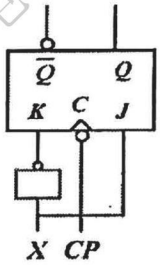


4、(3 分)　$F=\Sigma m(1,2,4,7)$

5、(3 分)　Z=BC+AG

6、(3 分)　3

7、(7 分)　X　$\overline{X}$



8、(5 分)　10011100　100000

PARTII 分析题（共 30 分）

1、(10 分)　初值 0000 终值 0101 过渡态 0110，模值 6，图略

2、(10 分)(1) 如下 (2) 功能是移位型模 8 计数器

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

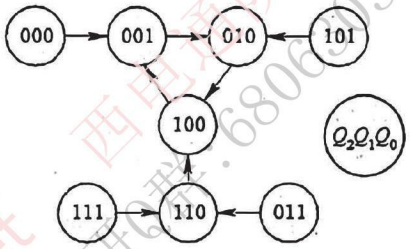
Q0 Q1 Q2 Q3
0 0 0 0
0 0 0 1
0 0 1 1
0 1 1 1
1 1 1 1
0 0 1 0
0 1 0 1
1 0 1 1

3、（10 分）（1）$D0=\overline{Q0+Q1}$　D1=Q0　D2=Q2

$Q0^{n+1}=D0=\overline{Q0+Q1}$　$Q1^{n+1}=D1=Q0$　$Q2^{n+1}=D2=Q1$

（2）如下。

Q0 Q1 Q2	$Q0^{n+1}$ $Q1^{n+1}$ $Q2^{n+1}$
0 0 0	1 0 0
0 0 1	1 0 0
0 1 0	0 0 1
0 1 1	0 0 1
1 0 0	0 1 0
1 0 1	0 1 0
1 1 0	0 1 1
1 1 1	0 1 1

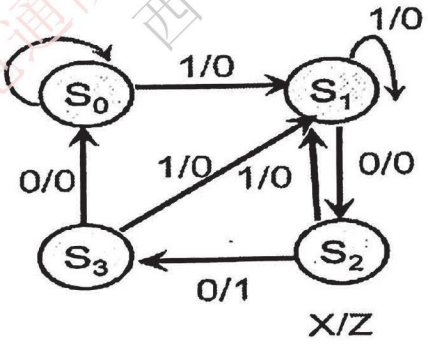


(3)可自启动的模 3 计数器

PARTIII 设计题（共 30 分）

1、（10 分）110 序列检测器。

设 S0 为原始状态，检测到 0；设 S1 为检测到 1；设 S2 为检测到 10；设 S2 为检测到 100；



S \ X	0	1
S_0	S_0 /0	S_1 /0
S_1	S_2 /0	S_1 /0
S_2	S_3 /1	S_1 /0
S_3	S_0 /0	S_1 /0

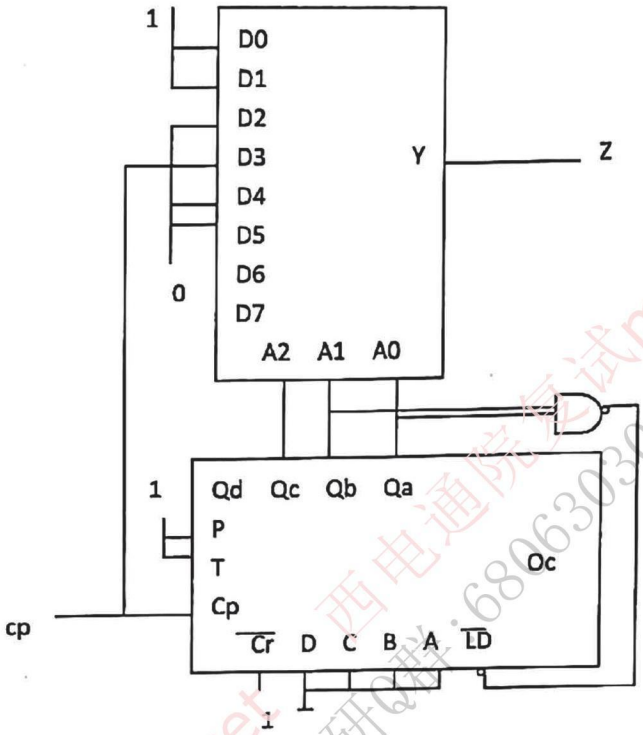
2、（10 分）图略。

$S=\Sigma m\ (1,3,5,7)=\overline{Y1\cdot Y2\cdot Y3\cdot Y4}$,

$G=\Sigma m\ (4,5,6,7)=\overline{Y4\cdot Y5\cdot Y5\cdot Y7}$,

3、

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西 安 电 子 科 技 大 学

试题

题号	一 (15)	二 (15)	三 (18)	四 (16)	五 (18)	六 (18)	总分
分数							

1.考试形式：闭卷；2.考试时间：120 分；3. 试卷共六大题，满分 100 分。

班级学号姓名任课教师

（注：第三、四、五、六题必须提供必要的分析或设计过程，只给出最终结果视为无效。）

一、简答题（15 分，每题 3 分）

1. 某逻辑关系为：*A* 不成立时 *F* 不成立，*A* 成立 *B* 不成立时 *F* 也不成立。给出必要的假设和最简逻辑表达式。

应该首先进行假设，成立为 1，不成立为 0；或者成立为 0，不成立为 1.

根据题意最简表达式为：F=AB 。

也可以认为存在无关项，结果 F=AB，或者 F=0 。

2. 逻辑函数 $f(A,B,C)=\Sigma m(0,1,2,3,4,5)$，其最大项表达式是什么？最简逻辑表达式是什么？

$F=\Pi M(6,7)$

F=A'+B'

3. 钟控触发器的触发条件有哪些？钟控触发器的优点是什么？

边沿，电平

仅在约定触发有效期间，触发器状态对输入信号敏感，否则保持状态不变。便于触发器按照一定节拍工作

优点只要合理，酌情给分。

4. 逻辑电路的输出状态有哪些？用万用表如何判定 TTL 逻辑电路的输出状态？

逻辑 0，逻辑 1，高阻

可以先用电阻表测量高阻状态

用电压表测量逻辑 0（一般小于 0.4V），逻辑 1（一般大于 2.4V）

5. 某功能模块有 14 种情况需要处理，最少用多少位的数值来表示这些情况？采用什么集成逻辑器件来实现这种转换？

4 位

编码器

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、故障分析与解决（15分）

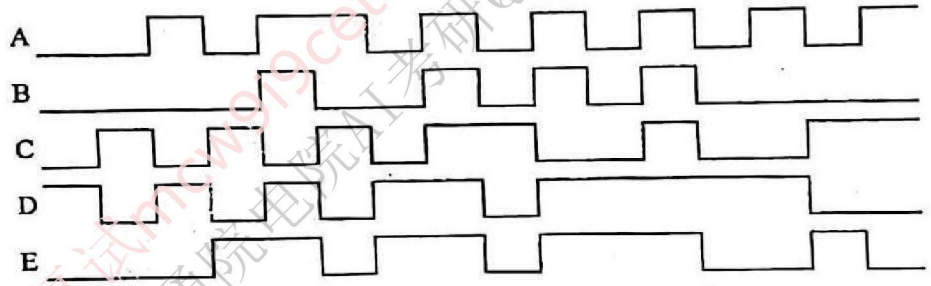
1. 某TTL逻辑电路输出的高电平只有1.4V。（5分）
原因：由于阻抗过大导致高电平未能上拉至有效电平。
解决：添加上拉电阻

2. 某时序逻辑电路加电后偶尔会出现“死机”现象，但只要按一下复位键就能正常工作。（5分）
原因：时序电路未实现自启动设计。
解决：重新修改设计，使每个状态都能进入工作循环

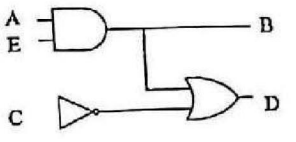
3. 某组合逻辑电路的输出作为时钟驱动后面的计数器，实际测试时经常出现计数值超出预定范围。（5分）
原因：时钟输入有毛刺，导致计数器工作不正常。
解决：加入滤波电路，或者进行卡诺图重新化简等。

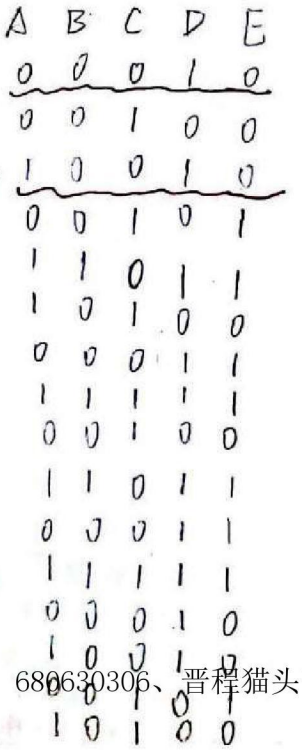
三、组合电路设计（18分）

1. 某逻辑电路有3个输入和2个输出，其工作波形如下图所示，采用与门、或门和非门来实现该电路。请给出分析过程及最终电路图。（8分）



输入：A，C，E　输出 B,D
B=AE
D=C'+AE



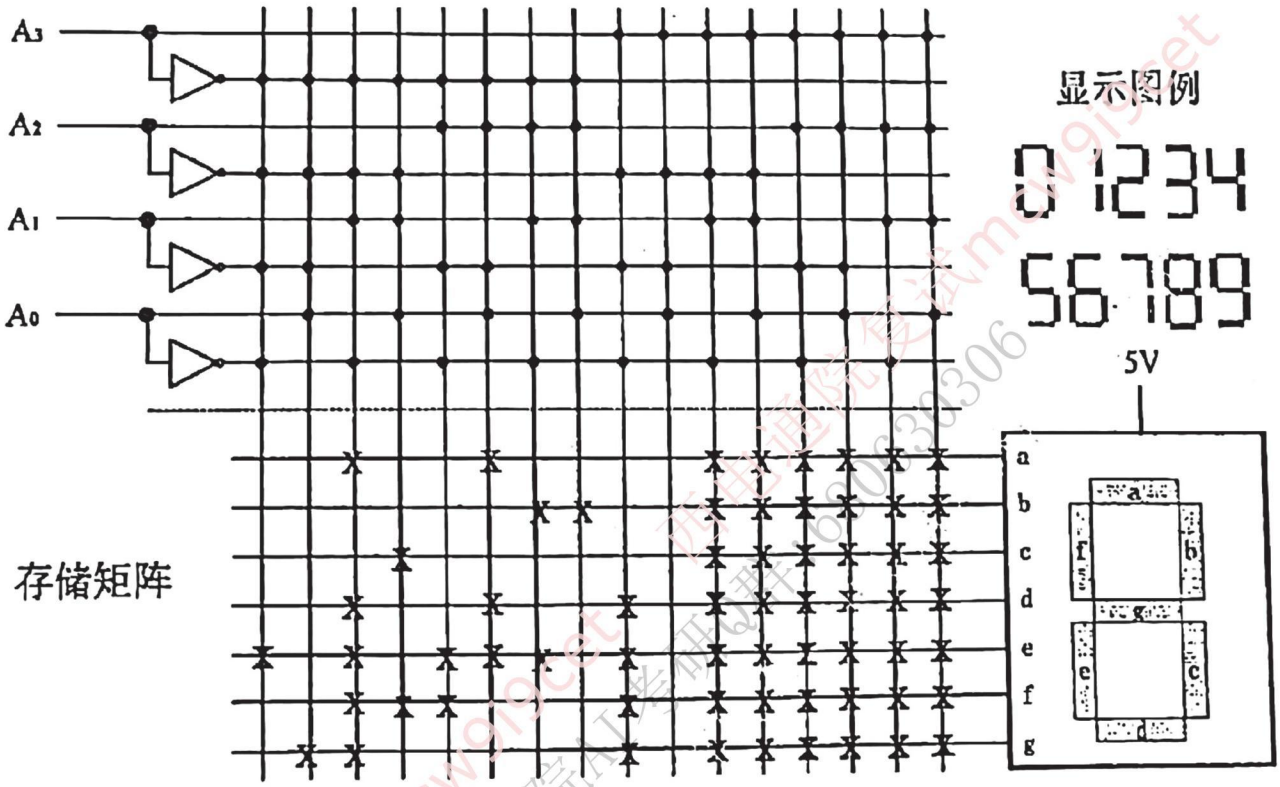


如果B A为0时，BCDE的状态与A为1时的BCDE的状态相同，则A为输入，不为输出。
⇒ B、D为输出，A、C、E为输入。
确定输入输出后，可以画卡诺图

更多考研资料，请加西电通院电院AI考研Q群：686630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 某电路输入一位0~9的十进制数，七段数码管显示该代码与一位特定数之和的个位值。信号$A_3A_2A_1A_0$为输入数值，采用如下图所示的ROM实现该逻辑电路，以学号的最后一位作为特定数。请给出分析过程并完成ROM的或阵列。（10分）

学号末位为（9）



解：假设末尾学号为9，完成学号末位与（A3A2A1A0）$_2$的和。考生按照自己的学号完成电路设计，结果是参考答案的移位结果。

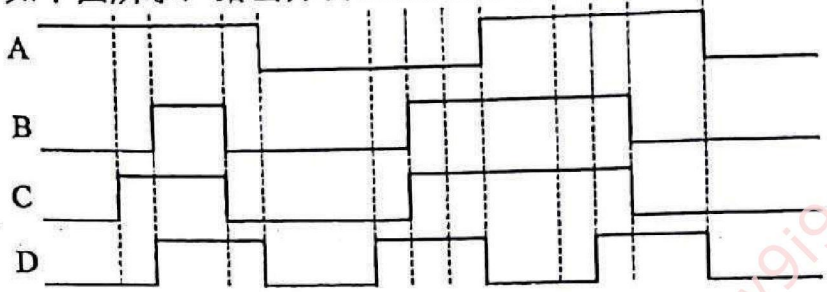
共阳极数码管，0为亮，1为灭。完成数码管译码过程，剩余项保证数码管灭或设计成无关项也可以。

9：0000100
0:0000001
1:1001111
2:0010010
3:0000110
4:1001100
5:0100100
6:0100000
7:0001111
8:0000000
灭：1111111

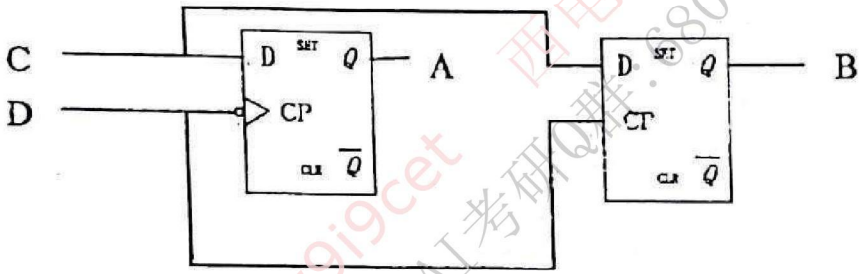
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、触发器电路（16分）

1. 电路有两个D触发器，它们的时钟端连在一起，数据输入端也连在一起，其输入输出波形如下图所示，给出分析过程及最终电路图。（8分）

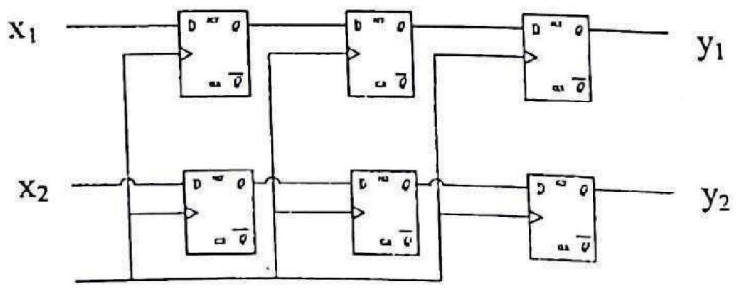


D 时钟
C 输入
A 下降沿触发输出
B 电平触发输出



2. 某电路有2位输出信号 y 和2位输入信号 x，时刻 n 的值分别记为 $y(n)$ 和 $x(n)$，$y(n)$和 $x(n)$之间的关系为：$y(n)=x(n-3)$。采用上升沿 D 触发器实现该电路。请给出分析过程及最终电路图。（8分）

D 触发器做延迟器，一位输入3个延迟



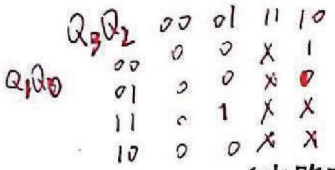
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

五、时序逻辑电路设计（18 分）

1. 采用上升沿 D 触发器、与门、或门和非门实现一位 BCD 码的加法计数器。请给出分析过程和最终电路图。（8 分）

思路 1：BCD 码加法器，状态转移表如下

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Q^{n+1}_3	Q^{n+1}_2	Q^{n+1}_1	Q^{n+1}_0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0

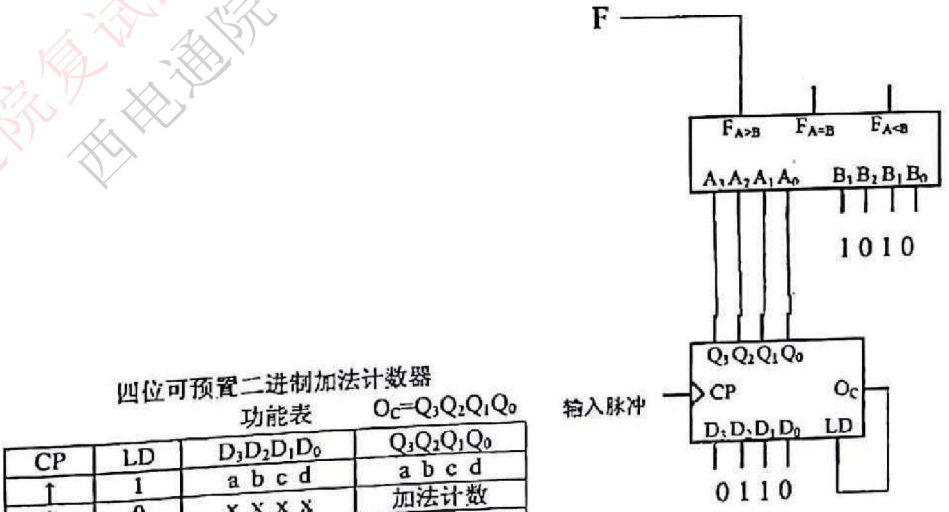


（电路略）

思路 2：寄存器+加法器

首先用 4 个 D 触发器形成 4 位寄存器，在外部做+1 逻辑。

2. 某电路输入 1MHz 的脉冲信号，输出 100KHz 且高低电平各一半的脉冲信号。只采用了 1 个四位可预置二进制加法计数器和 1 个四位数值比较器来设计该电路。请给出分析过程和最终电路图。（10 分）



四位可预置二进制加法计数器

功能表 $O_C=Q_3Q_2Q_1Q_0$

CP	LD	$D_3D_2D_1D_0$	$Q_3Q_2Q_1Q_0$
↑	1	a b c d	a b c d
↑	0	x x x x	加法计数
x	x	x x x x	保持

思路 1：加法器做 10 分频，比较器做脉宽整理。和 5 比较，小于输出。或者和 4 比较，大于输出。电路连接如图。输入脉冲连接 cp，输出 F

思路 2：直接利用比较器置数，选择状态 3-12，然后由高位直接输出脉冲。

电路连接略）

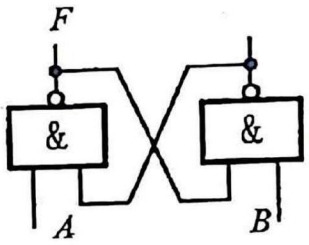
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

六、应用设计（18 分）

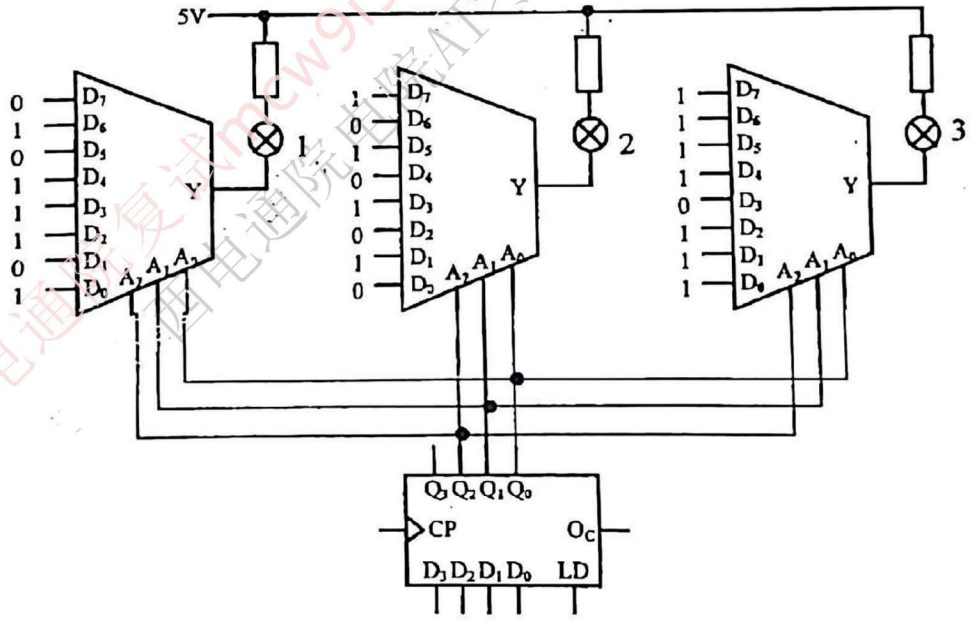
1. 某控制电路需要以下功能：当 A 为低电平时，输出 F 为 1；当 B 为低电平时，输出 F 为 0；当 A 和 B 都为高电平时，输出 F 不变。已知 A 和 B 不同时为低电平，采用基本逻辑门实现该电路。请给出分析过程和最终电路图。（8 分）

答案：1.根据题意分析出 RS 触发器，A 为 S，B 为 R，或者得到正确的状态描述。

2.电路如图：



2. 某逻辑电路控制三个灯，分别为 1#、2#、3#，每次仅有一个灯亮。其变化规则是重复：→1#亮→2#亮→1#亮→2#亮→3#亮→2#亮→1#亮→2#亮→。采用 1 个四位可预置二进制加法计数器和 3 个 8-1 数据选择器实现该电路。请给出分析过程和最终电路图。（10 分）



答案：可预置加法计数做模 8 计数，对应数据选择器分别选择 8 中不同的输出。

也可以不预置，直接采用模 16 计数，只使用后 3 位来控制数据选择器。

电路连接如图：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西 安 电 子 科 技 大 学

试　题

题号	一 (30)	二 (10)	三 (20)	四 (20)	五 (20)		总分
分数							

1.考试形式：闭卷；2.考试时间：120 分；3. 试卷共五大题，满分 100 分。

班级_____学号_____姓名_____任课教师_____

一、填空（30 分）

1. 采用（ 4 ）个 2 输入与非门才能够实现逻辑函数 F=A+B+C。

2. 某 2 输入逻辑门的一个输入为 1 时，输出是另一个输入的非；一个输入为 0 时，输出与另一个输入相等，这是（ 异或 ）门。

3. 某电路有 10 个输入，合法的输入组合共有 40 种，该电路对输入进行编码，至少产生（ 6 ）位输出。

4. 电路输入 x、a、b、c 和 d，输出 y。当 x=0 时 y=a；当 x=1 时 y=b；当 x=2 时 y=c；当 x=4 时 y=d。该电路采用至少（ 8 ）选 1 的数据选择器。

5. 有一集成电路，其输出 y0、y1 和 y2 与输入 x 和 a 的关系为：x=0 时 y0=a；x=1 时 y1=a；x=2 时 y2=a。该集成电路通常称为（数据分配 ）器。

6. RS 触发器的 R 端和 S 端同时为低又同时变高，触发器输出（不确定 ）。

7. 采用 74LS161 构建模为 7 的加法计数器，利用 OC 置数法时，需要一个（ 非 ）门，计数器值范围从（ 1001 ）到（ 1111 ）。

8. 某序列发生器含有 3 个触发器且仅有一个时钟输入，其输出的周期最大为（ 8 ），该电路为（ 摩尔 ）型时序逻辑电路。

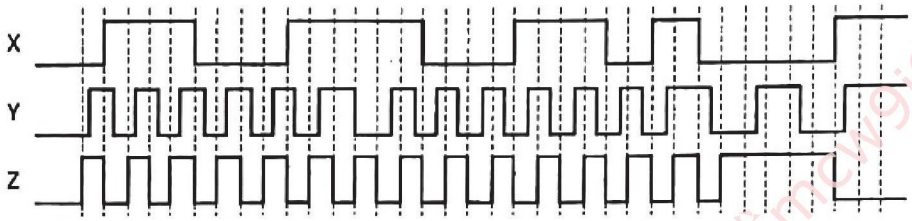
9. 采用 ROM 实现逻辑电路，实质是将该逻辑电路的（ 真值表 ）存储在 ROM 中，将逻辑电路的输入作为 ROM 的（ 地址输入端 ）。

10. 有三个器件的输出连接在一起，这三个器件的输出管脚一定是（ 三态的），每次最多有（ 1 ）个器件允许输出。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、波形分析与设计（10 分）

1. 某电路有两个输入和一个输出，其功能波形图如下图所示。



回答以下问题：

（1）该电路是组合逻辑电路还是时序逻辑电路？ 时序逻辑电路，这是因为：相同的输入对应不同的输出。

（2）输入信号为 Y 和 Z，输出信号为 X，这是因为：时序电路输出与时钟信号同步，且输入变化输出可以不变化，输出变化输入一定变化。

三、采用与非门实现两位无符号数 X 和 Y 的算术乘法运算 Z=XY（20 分）。

（1）列出真值表。

X		Y		Z			
X1	X2	Y1	Y2	Z1	Z2	Z3	Z4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1

（2）给出逻辑表达式及相应电路图

$Z1=X1\ X2\ Y1\ Y2$

$Z2=X1\ \overline{X2}\ Y1+X1\ X2\ \overline{Y2}$

$Z3=X1\ \overline{X2}\ Y1+X1\ Y1\ \overline{Y2}$
$+\overline{X1}\ X2\ Y1+X2\ Y1\ Y2$

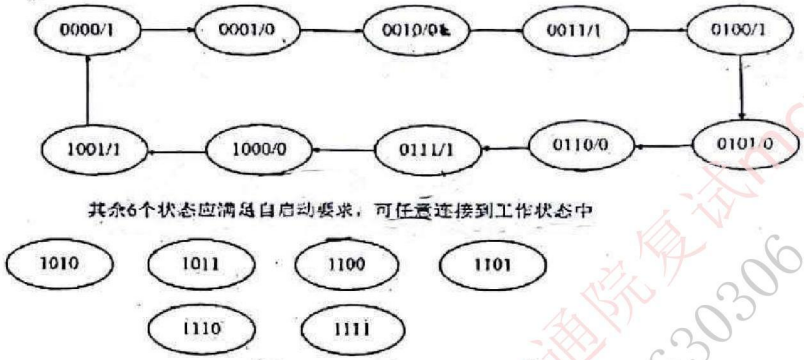
$Z4=X2\ Y2$

电路图略

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、设计一电路产生序列 1001100101，采用 1 个上升沿触发的 4 位寄存器和 1 个 16×5ROM，系统时钟标识为 CLK，输出标识为 Z。（20 分）

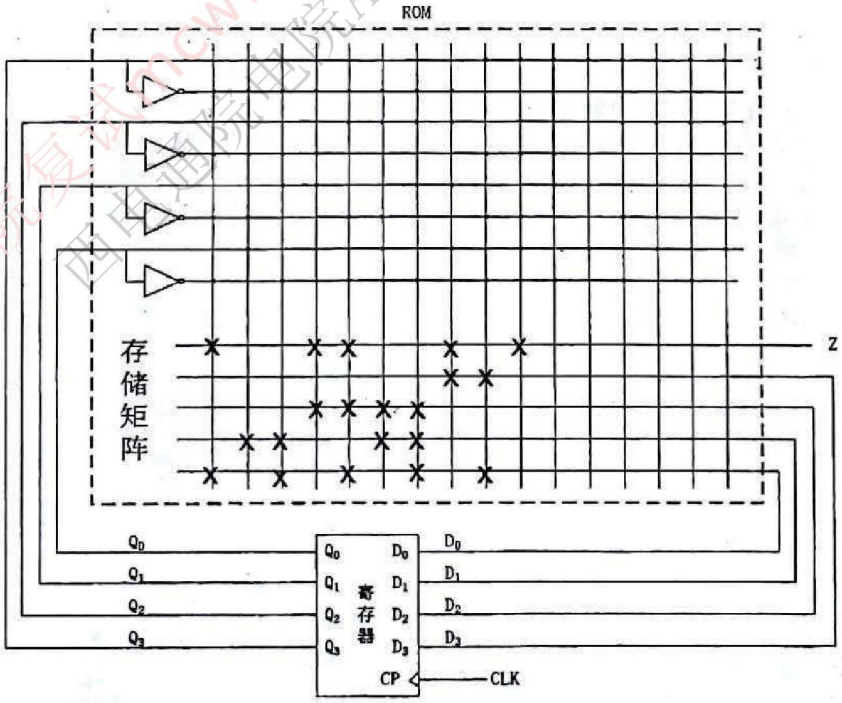
（1）画出该电路的完整状态转移图。



（2）写出该电路的输出方程和激励方程。

$$Q_3^{n+1} = \sum m(7,8)$$
$$Q_2^{n+1} = \sum m(3,4,5,6)$$
$$Q_1^{n+1} = \sum m(1,2,5,6)$$
$$Q_0^{n+1} = \sum m(0,2,4,6,8)$$
$$Z = \sum m(0,3,4,7,9)$$

（3）完成电路图中的 ROM 连接图。



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

五、综合设计（20 分）

现有 1 个红绿双色显示模块，4 个 2 选 1 数据选择器，1 片 74LS161，1 片上升沿触发的 D 触发器，9 个非门，8 个开关 K0~K7（闭合为 0，断开为 1）。

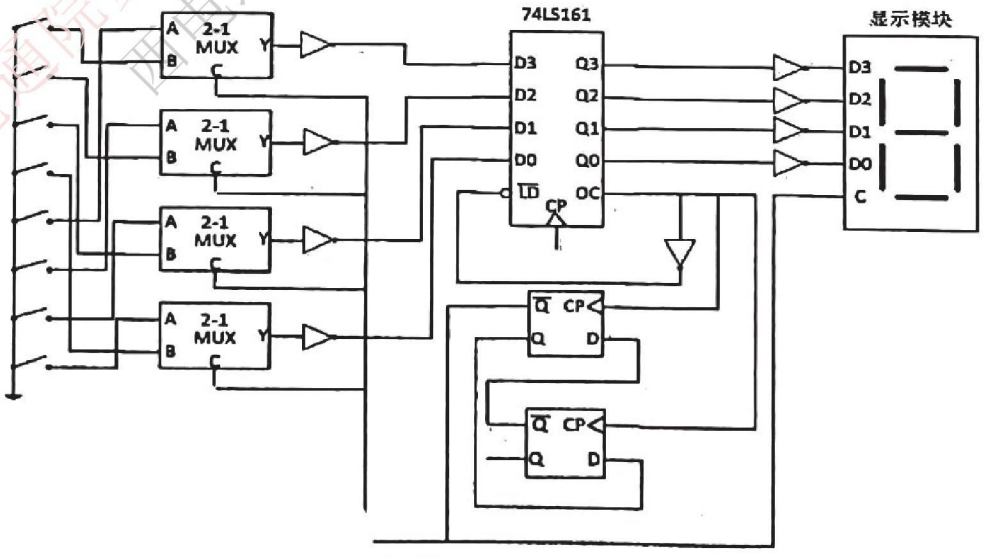
采用这些器件实现如下功能：显示模块采用红绿两种颜色交替倒计数显示；红色显示倒计数初始值为二进制数K3K2K1K0，绿色显示倒计数初始值为二进制数K7K6K5K4。每种颜色显示值为 0 时下一时刻改变显示颜色并进行相应颜色的倒计数。

显示模块的四位数值输入为 D3D2D1D0，显示内容为该数值，颜色控制输入为 C（0 为红色，1 为绿色）。2-1 选择器的控制输入为 C，数据输入 A 和 B，输出为 Y；当 C=0 时 Y=A，否则 Y=B。74LS161 的 D3D2D1D0 为置数数据输入，Q3Q2Q1Q0 为计数输出，OC 为进位输出，LD 为置数输入，CP 为计数时钟。

（1）设计思路

C控制颜色
2选1置计数初始值
非门将加法计数器的结果变换为减法计数器
D触发器与锁存器联合实现计数器功能

（2）完成下面逻辑电路图，实现规定的功能。



第 4 页共 4 页

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西安电子科技大学

10数电试题

考试时间 120 分钟

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 任课老师：_____

Part I (40%)

1. 完成下列数制转换

$(10010110.01110101)_{8421BCD}$ = (　　)余3码 = (　　)10

= (　　)2

2. 写出函数F(A, B, C, D) = $A + \overline{B + C + D + E}$的反函数.

3 写出函数F(A, B, C, D) = $\prod M(0,2,7,9,11) \cdot \prod d(1,6,8,12)$的最小项式.

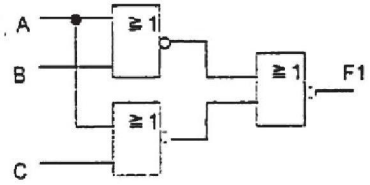
4. 证明逻辑函数式相等$BC + D + \bar{D}(\bar{B} + \bar{C})(AD + B) = B + D$

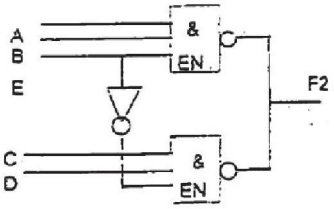
5. 已知逻辑函数F(A, B, C, D) = $\sum m(4,5,8,10,12) + \sum d(0,1,2)$

（1） 化简该函数为最简与或式：

（2） 画出用与非门实现的最简与或式电路图：

6. 分别写出下图各电路的输出函数式（任意形式）



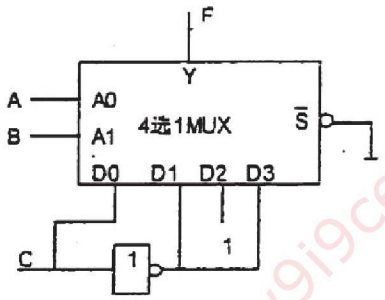


F1=　　F2=

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

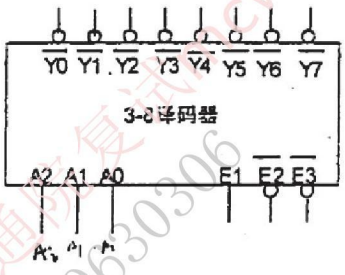
7. 电路如右图所示 当地址变量A B分别为_____、

_____组合时，F 的输出为$\bar{C}$。



8．用 n 个 D 触发器设计一个扭环计数器，则该计数器的最大模值 M=_____

9.在右图中画出用 3-8 译码器和门电路组成的译码电路。要求译码器 8 个输出端分别被译中时，输出地址线状态分别为 6A8H、6A9H、…6AFH。



Part Ⅱ（40%）

1. 时序电路状态表如下（初态为S_0）

a．列出化简后的状态表和状态图；

b．对于下列输入 X 序列，完成输出 Z 的序列

X　0010101110101110110

Z

S \ X	S^{n+1}/Z	
	0	1
S0	S0/0	S1/0
S1	S2/0	S1/0
S2	S0/0	S3/0
S3	S2/0	S4/1
S4	S2/0	S1/0

2. 时序电路如图 4，写出该电路的各函数式，画出时序波形，初始状态 00

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

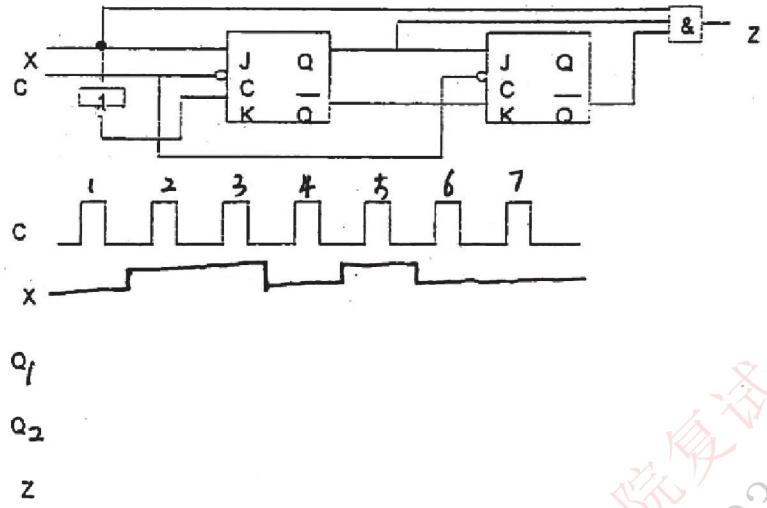
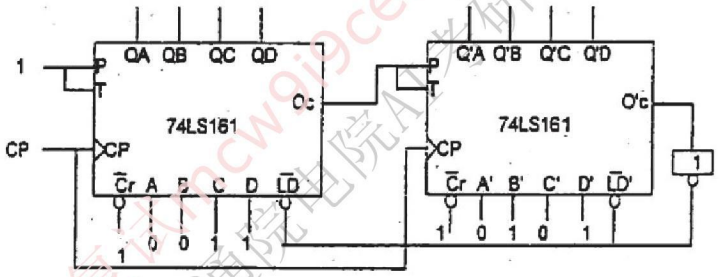


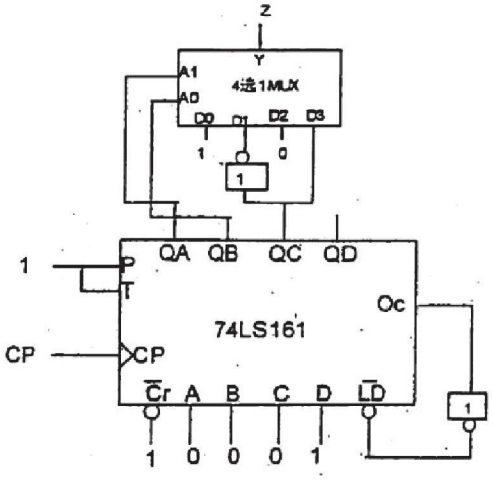
图 4

3. 指出下图计数器电路的状态变化范围和其模值。

电路不变，若要得到该电路的模值 M=120，则予置输入$D'C'B'A'DCBA$为多少？



4. 试分析图 6 所示同步时序电路，列出 74161 的态序表及输出函数表真值表，指出电路的逻辑功能。



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

Part Ⅲ（20%）

1. 用JK触发器设计一个五进制同步计数器，具有图8所示的状态转移规律，写出设计过程，画出逻辑电路图。

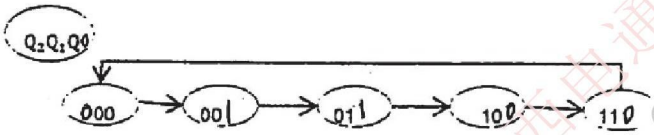


图8

2. 试用74194、3—8译码器和门电路，设计一个受X信号控制的双序列产生电路。

X=1时无序列输出；X=0时输出两个序列：$Z_1=100101$，$Z_2=001101$，要求

（1）列出移位寄存器状态与、的真值表

（2）画出逻辑电路图。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

参考答案部分

10数电参考答案

Part I（40%）

1. （ 11001001.10101000 ）$_{余3码}$(96.75)$_{10}$ = (1100000.11)$_2$

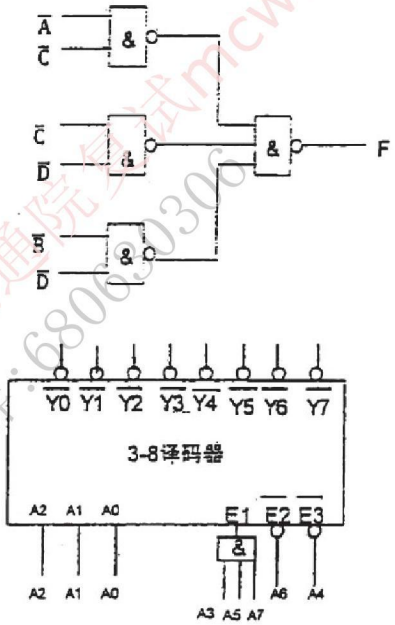
2. $\bar{F} = \bar{A} \cdot \overline{\bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \overline{\bar{D} \cdot \bar{E}}} = \bar{A}(B + C + \bar{D}\bar{E})$

3. $F = \sum m(3,4,5,10,13,14,15) + \sum d(1,6,8,12)$

4. 证明：左= $BC + D + \overline{DC}B = BC + D + \bar{C}B$ = 右

5. （1）$F = \bar{A}\bar{C} + \bar{C}\bar{D} + \bar{B}\bar{D}$

（2）如右图所示



6. $F_1 = \overline{\bar{A} + \bar{B}} = (A + B)(A + C) = A + BC$

$F_2 = \bar{E} \cdot \overline{CD} + E \cdot \overline{AB}$ （EN是使能端）

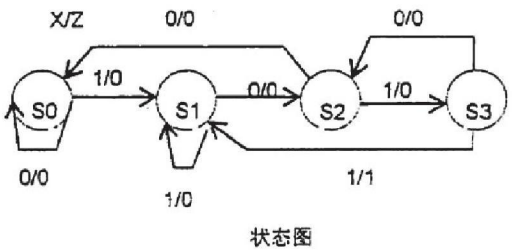
7. 01（10）、11 8. M=2n 9. 如右图所示

Part II（40%）

1. 等价对为$[S_1, S_4]$ 最大等价类为$\{S_0\}$ $\{S_1, S_4\}$ $\{S_2\}$ $\{S_3\}$

最简状态表——左，状态图——右。

S	S^{n+1} /Z	
X	0	1
S0	S0/0	S1/0
S1	S2/0	S1/0
S2	S0/0	S3/0
S3	S2/0	S1/1



状态图

X 0010101101011110110

Z 0000000100001000010

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 解：

（1）$J_1 = X \quad K_1 = X'$

$Q_1^{n+1} = XQ'_1 + XQ_1$

$J_2 = Q_1 \quad K_2 = Q_1$

$Q_2^{n+1} = Q_1Q'_2 + Q_1Q_2$

$Z = XQ_1Q'_2$

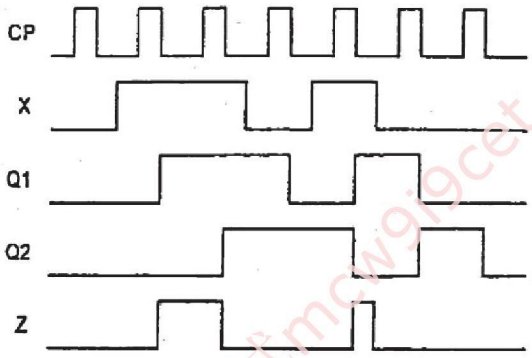


图4

（2） 时序波形图如右：

3. 解：

（1）10101100~11111111　　M=84

（2）预置值=10001000

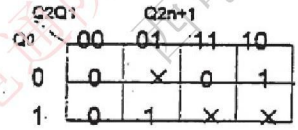
QD	DC	QB	QA	Z
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

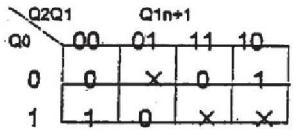
4. （1）真值表如右图

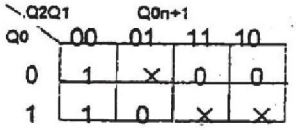
（2）该电路为序列信号发生器，序列

11001001

Part Ⅲ（20%）







1.解　$Q_2^{n+1} = Q_1\overline{Q_2} + \overline{Q_1}Q_2 \quad J_2 = Q_1$

$K_2 = Q_1$

$Q_1^{n+1} = Q_2\overline{Q_1} + Q_0\overline{Q_1} \quad J_1 = Q_2 + Q_0$

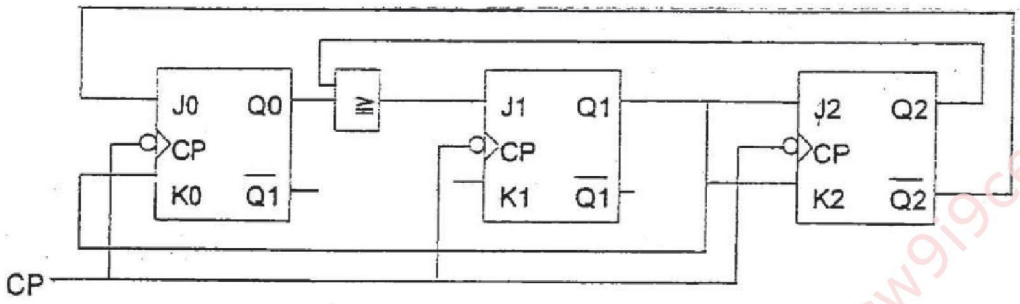
$K_1 = 1$

$Q_0^{n+1} = \overline{Q_2}\ \overline{Q_0} + \overline{Q_1}Q_0 \quad J_0 = \overline{Q_2}$

$K_0 = Q_1$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



2.解：

多种答案

Q_2	Q_1	Q_0
1	1	0

$Z_1 = m_0 + m_4 + m_7$

$Z_2 = m_3 + m_4 + m_7$

从任一状态开始，按电路可以得到 M=6 的计数器。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西安电子科技大学

09 数电试题

考试时间 120 分钟

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 任课老师：_____

Part I

1. 已知计算机内存储的无符号二进制数是"01010010"，写出它对应的

（1）8421BCD 码_____，（2）余 3 码_____。

2. 逻辑函数 $F=(A\oplus B)\overline{B+C}$，$G=A+\overline{B}+C$ 则函数 F 与函数 G 的关系是_____。

3. 逻辑函数如图 1 所示，写出 F 的最小项式和最简与或式。

CD \ AB	00	01	11	10
00	1			1
01	×	1	×	1
11				
10	1			×

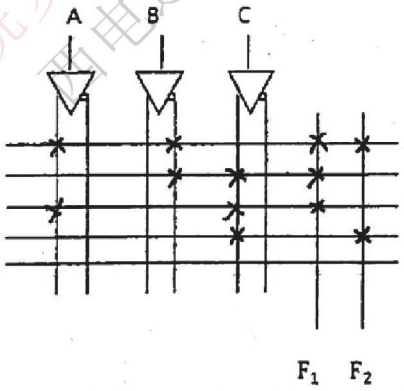
（1）最小项式：

F=_____。

（2）最简与或式表达式：

F=_____。

4. 可编程逻辑阵列 PLA 主要有_____阵列和_____阵列构成。试完成函数 $F_1=A\overline{B}+\overline{B}C+AC$ 和 $F_2=A\overline{B}+C$ 的 PLA 阵列图.



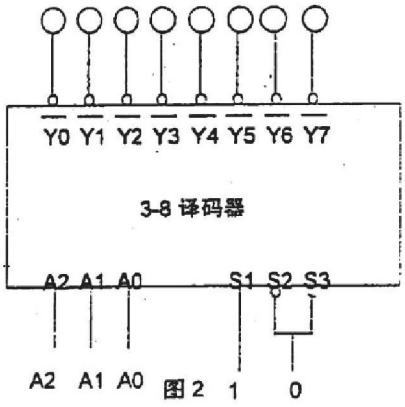


图 2

5. 若用二进制 3-8 译码器的输出对应 8 个灯（0 灯灭，1 灯亮）如图 2 所示，要求 8 个灯从左到右每隔一个灯灭，则地址输入端 $A_2A_1A_0$ 的输入二进制代码的顺序是：_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6. 时钟晶体的振荡频率为 32768Hz，若用计数器分频获得 1Hz 的脉冲信号，则该计数器至少需要_____个触发器来实现。

7. 图 3 是由 74160（参见附录 74160 功能表）构成的可编程计数器，试计算该计数器的计数模值 M=_____；若把图中的 74160 换成 74161，该计数器模值 M=_____。

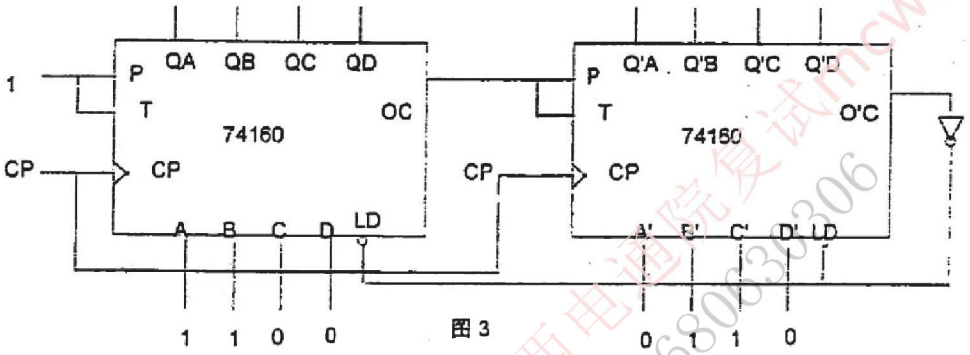


图 3

8. 原始状态转移表如图 4 所示，画出最简状态转移表。

S \ X	S^{n+1} /Z	
	0	1
A	B/0	A/0
B	A/0	A/0
C	D/0	B/0
D	S/0	D/1
E	D/0	B/1

图 4

9. 一个时钟下降沿 JK 触发器的 J= $X\overline{Q}$，K=1。试写出该触发器的次态方程，画出电路图，完成图 5 所示的时序波形（设 Q 初态为 0）。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

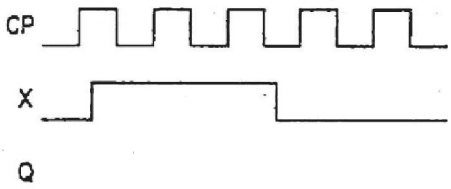


图5

Part Ⅱ　分析题

1. 已知某序列信号检测器的状态图如图 6 所示，

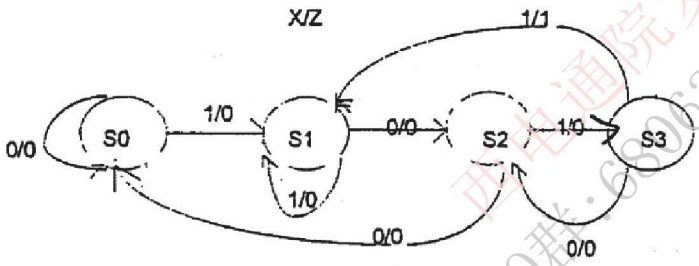


图 6 状态图

(1) 分析该状态图，列出状态表，并完成下面输入变量 X 和输出变量 Z 之间的径迹表：

X　　0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1

Y　　0

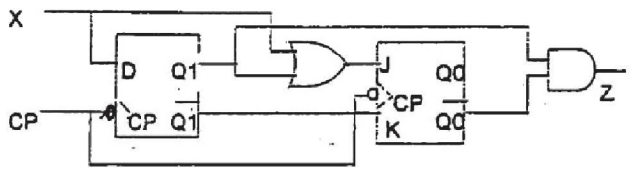
(2) 说明输入 X 为 _____ 序列时输出 Z 才为 1.

2. 已知时序电路和输入波形如图 7 所示（设Q_1Q_0初始状态为 00）；

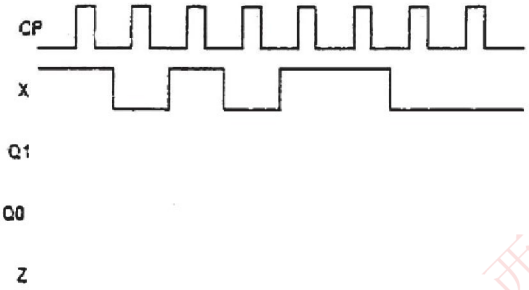
（1） 求出激励方程，状态方程和输出方程；

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（2）列出状态表；　（3）画出该电路的状态图及时序波形图。



（a）时序逻辑电路



（b）时序波形图

3.某组合电路如图 8 所示，

（1）试分别写出 $F_1(A,B,C)$ 和 $F_2(A,B,C)$ 的最小项表达式、

（2）列出 $F_1(A,B,C)$与$F_2(A,B,C)$的真值表，指出该电路的逻辑功能。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

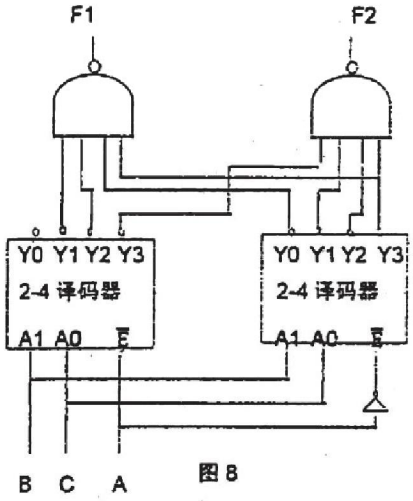


图 8

Part Ⅲ 设计题

1. 试用 最少的“与非门”设计一个多输出组合电路，输入为 8421BCD 码（A,B,C,D），输出为 2 个检测信号 F_1 和 F_2 ，根据下面的要求，写出设计过程，并画出逻辑电路。

（1） 当检测到输入数字大于 5 时，$F_1=1$;

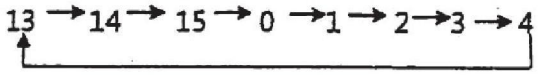
(2) 当检测到输入数字小于 6 时，$F_2=1$。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 设计一个同步时序逻辑电路，要求：

（1） 用一片 74161（功能表见附录）设计一个模 8 计数器，计数器的状态变化为（注意计数器的初始状态为“1100”）：



（2） 用一片 8 选 1 数据选择器，结合上述模 8 计数器完成 Z=11010000 的序列产生电路。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

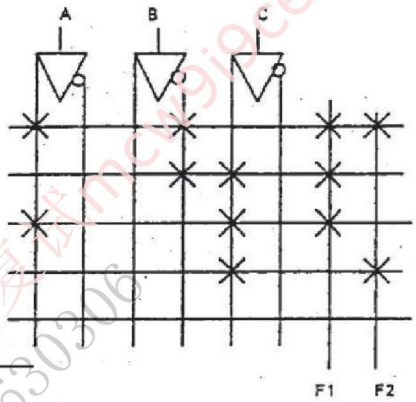
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

09 数电参考答案

1.（1）（0000 0100 0110）$_{8421BCD}$　　(2) (0100 0111 1001)$_{余3码}$

2. $F=\overline{G}$　　3.(1) $F=\sum m(0,2,5,8,9)$　　(2)$F=\overline{B}\overline{D}+\overline{C}D$

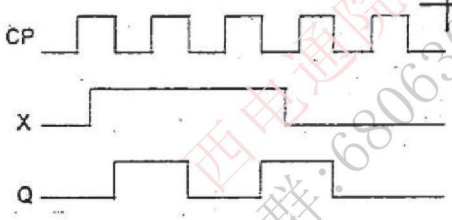
4. 与　或　　阵列图见右



5.　001 011 101 111　　6.　12

7. 55　　157　　9. $Q^{n+1}=J\overline{Q}+\overline{K}Q=X\overline{Q}$　（电路图，略）

S \ X	S^{n+1}/Z 0	1
A	A/0	A/0
C	D/0	A/0
D	E/0	D/1
E	D/0	A/1



第 8 题图　　第 9 题图

PART II

1.　(1)见右图

X　00101101011011001

Y　00000100001001000

（2）1011

Q1Q0 \ X	$Q_1^{n+1}Q_2^{n+1}$/Z 0	1
00	00/0	01/0
01	10/0	01/0
10	00/0	11/0
11	10/0	01/1

2.　（1）激励方程：$D_1=X$　　$J_0=X+Q_1, K_0=\overline{Q}_1$

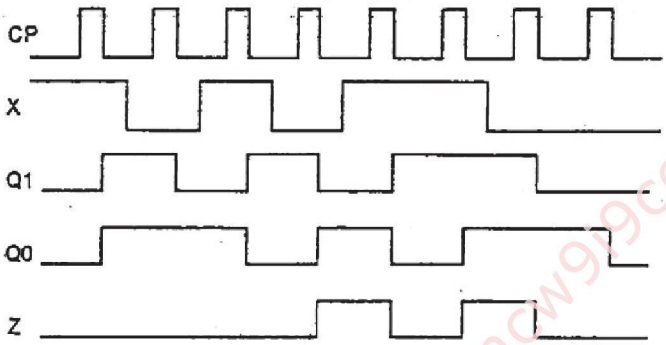
状态方程：$Q_1^{n+1}=D1=X$

$$Q_0^{n+1}=J_0\overline{Q}_0+\overline{K}_0Q_0=X\overline{Q}_0+Q_1$$

输出方程：$Z=Q_1\overline{Q}_0$

(2)

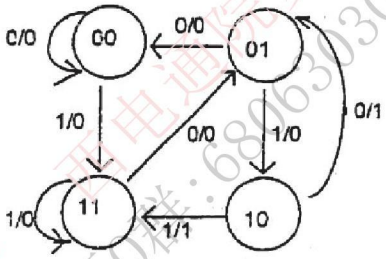
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



(b) 时序波形图

(3)

Q1Q0 \ X	$Q1^{n+1}Q2^{n+1}/Z$	
	0	1
00	00/0	11/0
01	00/0	10/0
10	01/0	11/1
11	01/0	11/0



3. (1) $F_1=\overline{A}BC+A\overline{B}C+AB\overline{C}+ABC$

$F_2=BC+AC+AB\overline{C}+ABC$

(2)

BC \ A	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	1
10	1	0

F1

BC \ A	0	1
00	0	0
01	0	1
11	1	1
10	0	1

F2

西电通院复试mcw919cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

真值表

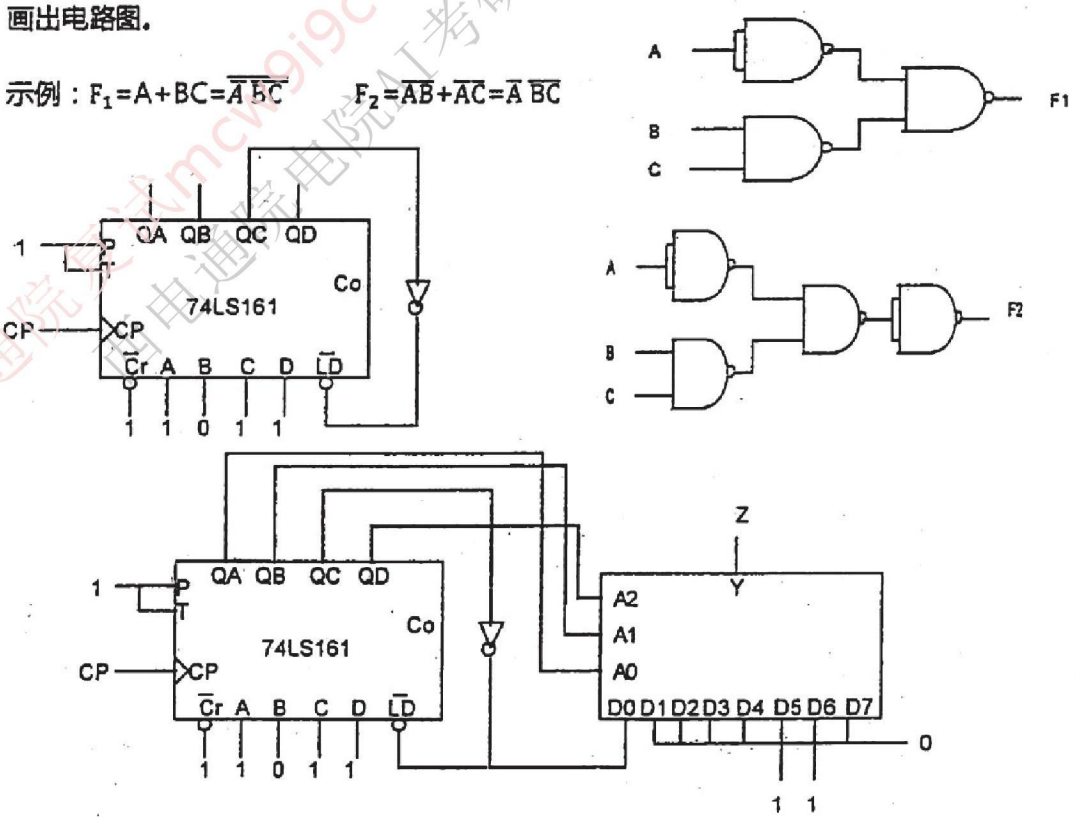
A	B	C		F1		F2
0	0	0		0		0
0	0	1		1		0
0	1	0		1		0
0	1	1		0		1
1	0	0		1		0
1	0	1		0		1
1	1	0		0		1
1	1	1		1		1

逻辑功能:加法器,实现 A、B、C 三个一位二进制加法运算。F_1本位和， F_2本位向高位的进位。

PART Ⅲ　(设计题，自己开动脑筋，发挥创新思维……)答案仅供参考

1. 基本步骤：1.根据条件列出真值表；2.画出卡诺图；3.写出表达式并按要求化简；4.画出电路图。

示例：$F_1=A+BC=\overline{\overline{A}\,\overline{BC}}$　　$F_2=\overline{AB}+\overline{AC}=\overline{\overline{A}\,\overline{BC}}$



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西 安 电 子 科 技 大 学

08 数电试题

考试时间 120 分钟

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 任课老师：_____

Part I 填空题

1. 完成下列数制转换

(110111.110)$_2$ = (　　)$_{16}$ = (　　)$_{10}$ = (　　)$_{8421BCD}$

2. 写出函数 $F=(A\oplus D)\overline{B}+C$ 的反函数 F 和对偶函数 G

$\overline{F}$=_____；$\overline{G}$=_____。

3. 已知逻辑函数 $F=(A,B,C,D)=A\overline{B}CD+ABD+A\overline{C}D+\overline{A}B\overline{C}+\overline{A}BD$，其最小项式：

F=_____。

其最简与或表达式：F=_____。

CD \ AB	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

4. 将下面的逻辑函数填入卡诺图，并化简为最简与或式。

$$\begin{cases} F=\overline{A}B\overline{C}\overline{D}+\overline{A}C\overline{D}+A\overline{B}C \\ \overline{A}\overline{B}C+AB\overline{C}D=0 \end{cases}$$

F=_____。

5. 若用二进制译码器的输出对应 48 个灯，至少需要译码器的输入为_____线，输出为_____线。

6. 已知输入脉冲信号的频率为 4MHz，要实现输出频率为 40KHz 的脉冲信号，则设计的计数器模值为 _____，至少要用_____ 个触发器。

7. 图 1 是 由 74160（参见附录 74160 功能表）构成的可编程计数器，试计算该计数器的计数模值 M= _____；若要使该计数器模值为 60，则预置数应改为 _____。

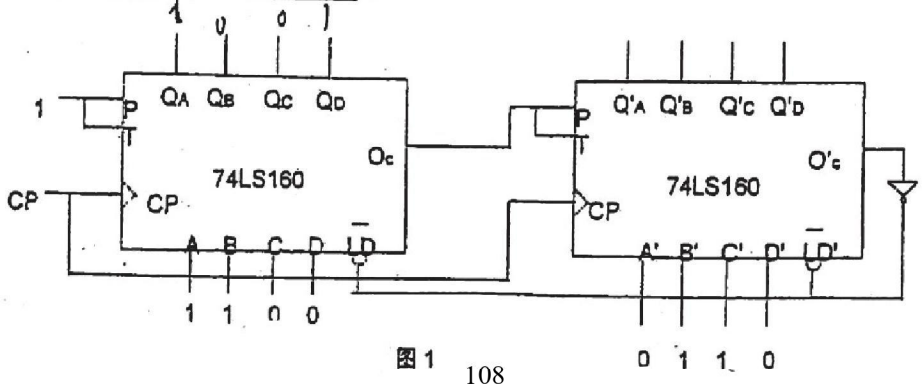


图 1

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

8.已知输入变量 A,B 和输出变量 F 的波形如图 2 所示，则输出函数表达式 F= _____。

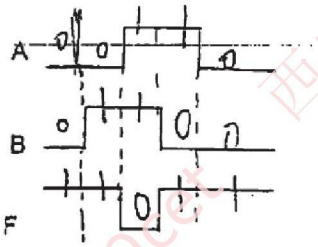


图 2

9. 原始状态转移表如图 3 所示，其中的等价状态是_____，_____。

S	X=0	X=1
A	B/0	A/0
B	A/0	A/0
C	D/0	B/0
D	E/0	D/1
E	D/0	B/0

图 3

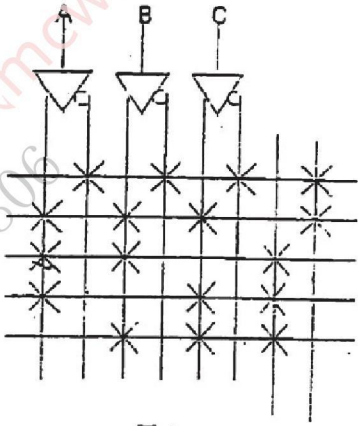


图 4

10.写出图 4 中所示的输出函数表达式：

F_1 =_____. F_2 =_____.

F1 F2

Part Ⅱ 分析题

1. 电路如图 5 所示（设触发器的起始状态为 0），试分析得到：

（1） 写出该时序电路的激励方程、状态方程和输出方程；

（2） 根据状态方程和输出方程，列出该电路的状态转移表和状态图；

（3） 完成图 6 的时序波形。

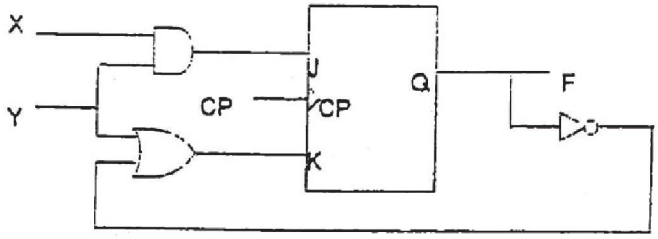


图 5

西电通院复试mcw9i9ce 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

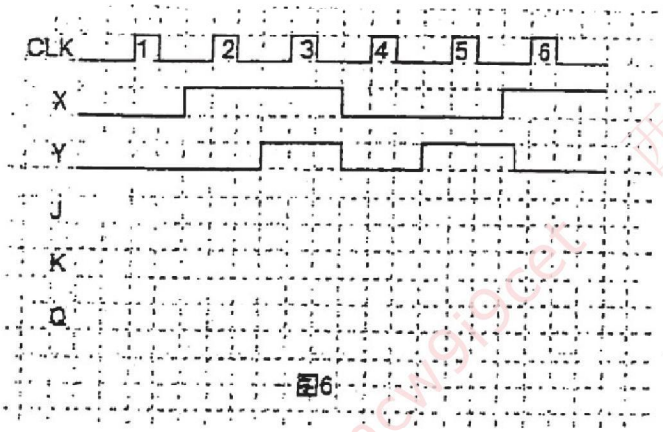


图6

2. 由 74194 构成的时序电路如图 7 所示，分析该电路，列出状态迁移表，指出电路的逻辑功能。

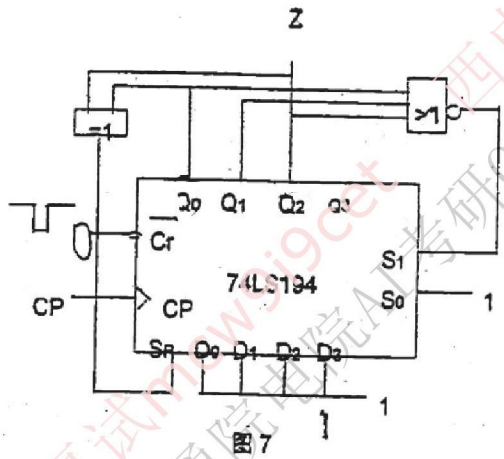


图 7

3. 已知 某序列检测器的状态图如图 8 所示，要求：

（1）根据该状态图及给定的 X 输入序列，列出输出 Z 的序列

X 0111010101101101

Z

(2) 指出该电路的功能。

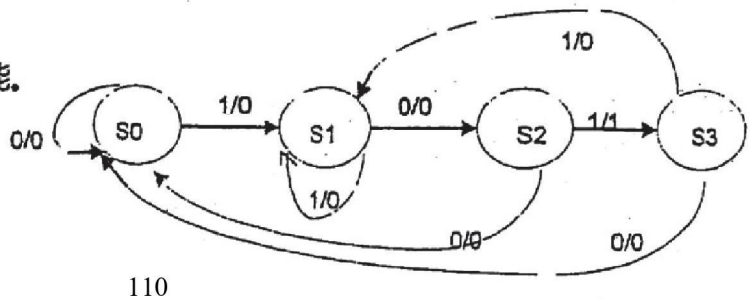


图 8

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4. 由 74161 构成的时序电路如图 9 所示，假设电路初始状态$Q_DQ_CQ_BQ_A$ =0000 试分析该电路逻辑功能，并根据图 10 画出该电路 的时序波形.

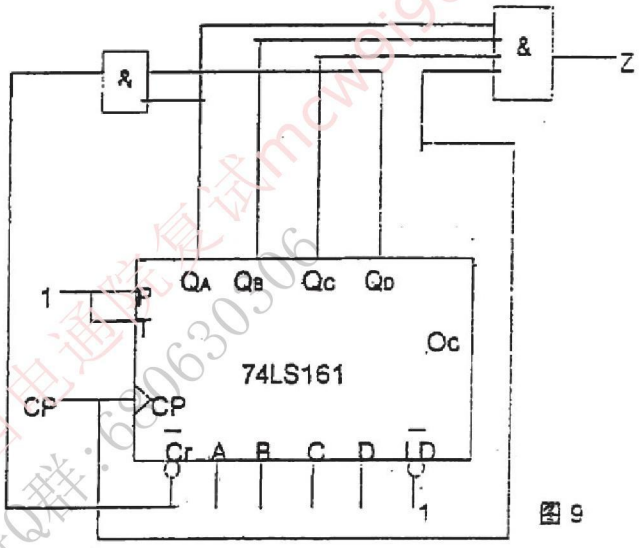


图 9

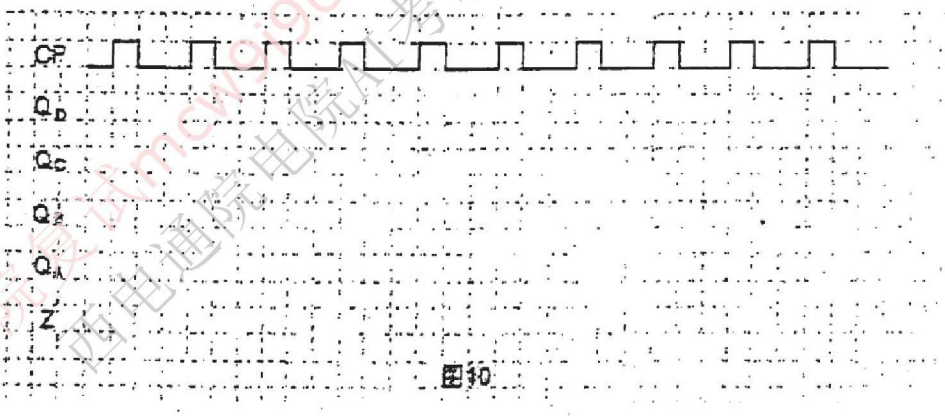


图10

Part Ⅲ 设计题

1. 试用 3-8 译码器（74138）和少量逻辑门设计一组合电路，该电路输入 X 和输出 Y 均为三位二进制数，二者之间的关系为：

   2 ≤ X ≤ 5时，Y=X+2;　　X<2 时，　Y=1；　　X>5 时，　Y=0.

   要求：列出真值表，写出输出表达式，画出逻辑电路图。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 给定一片 74161 数据选择器，译码器和少量逻辑门，选择适当器件，设计一个可控单序列信号产生电路，当控制信号 X=0 时，输出序列 Z=11001010；当 X=1 时，输出序列 Z=10011011，要求：

（1） 流出控制信号 X，计数器状态与输出 Z 的真值表：

（2） 画出逻辑电路图.

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

08数电参考答案

Part I

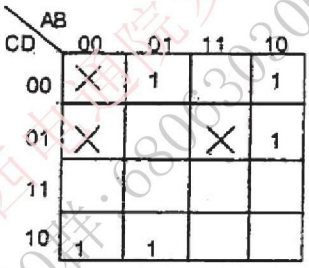
1. 37.C　55.75　01010101.01110101

2. $\bar{F}=A\odot D+\overline{B\bar{C}}$　$G=A\odot D+\overline{B\bar{C}}$

3. $F=A\bar{B}CD+ABCD+AB\bar{C}D+A\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}B\bar{C}\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$

   $F=AD+\bar{B}D+\bar{A}B\bar{C}$

4. $F=\overline{A\bar{D}}+\overline{B\bar{C}}$　卡诺图见右图



5. 6　48　　6. 100　7　　7.　37

   DCBA=00010100

8. $F=\bar{A}+\bar{B}$　　9. C 、 E　　10.

   $F_1=AB+AC+BC$　$F_2=\overline{ABC}+ABC$

Part II

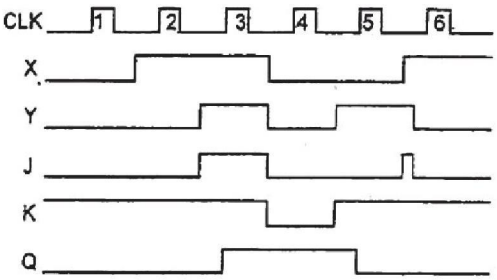
1. (1)激励方程：$J=XY$, $K=Y+\bar{Q}$

   状态方程：$Q^{n+1}=J\bar{Q}+\bar{K}Q=XY\bar{Q}+\bar{Y}Q$

   输出方程：$F=Q^{n+1}$

（2）

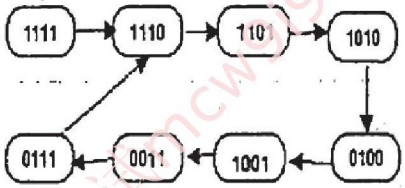
X	Y	Q		Q^{n+1}	J	K
0	0	0		0	0	1
0	0	1		1	0	0
0	1	0		0	0	1
0	1	1		0	0	1
1	0	0		0	0	1
1	0	1		1	0	0
1	1	0		1	1	1
1	1	1		0	1	1



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 解：状态转移图如下

Q3	Q2	Q1	Q0	$Q3^{n+1}$	$Q2^{n+1}$	$Q1^{n+1}$	$Q0^{n+1}$
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0



由转移转态图可知该电路是具有自启动功能的序列 1010011 发生器.

3. (1)X 0111010101101101

Z 0000010101001001

(2)101 序列码检测器

4.

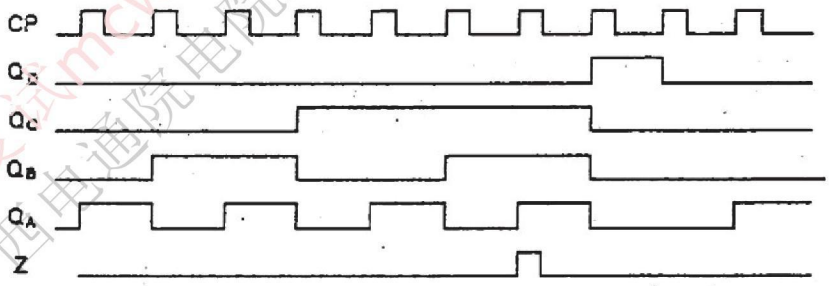
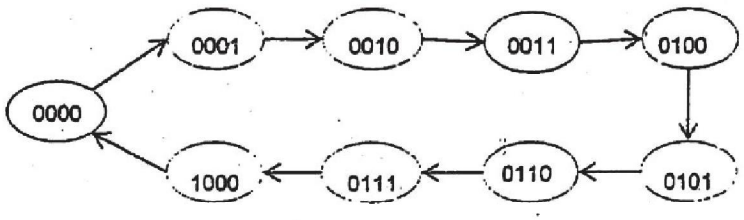


图10



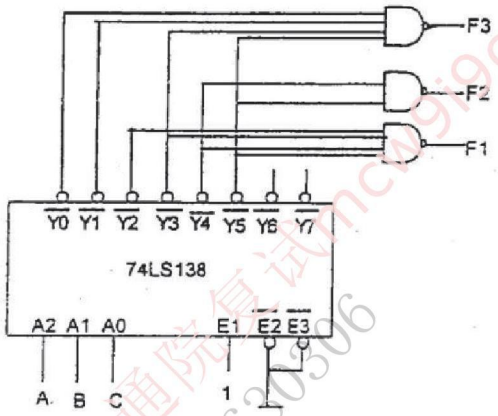
Part Ⅱ

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1. X=ABC　真值表如下：

$F_1 = \sum m(2,3,4,5)$　　$F_2 = \sum m(4,5)$　　$F_3 = \sum m(0,1,3,5)$

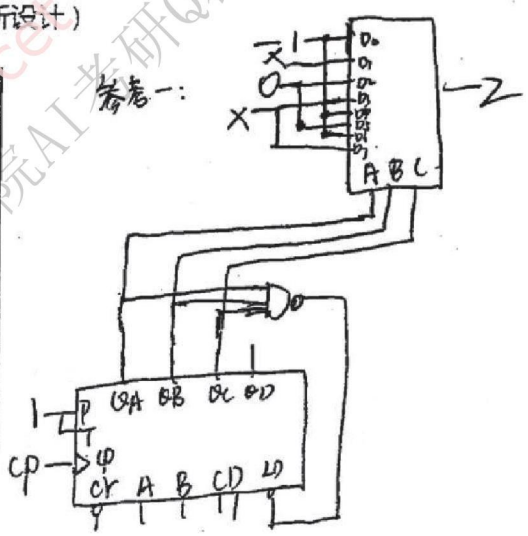
A	B	C		F1	F2	F3
0	0	0		0	0	1
0	0	1		0	0	1
0	1	0		1	0	0
0	1	1		1	0	1
1	0	0		1	1	0
1	0	1		1	1	1
1	1	0		0	0	0
1	1	1		0	0	0



2. $Z_1=\overline{D}\overline{C}\overline{B}+\overline{D}B\overline{A}$　$Z_2=\overline{D}CB\overline{A}+\overline{D}\overline{B}\overline{A}+\overline{D}BA$

真值表如下，电路图略。（创新设计）

QD	QC	QB	QA	Z1	Z2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1



西电通院复试ncwgjcet　西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西安电子科技大学

07数电试题

考试时间120分钟

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 任课老师:_____

PART I

1. 完成下列数值转换

$(78)_{10}=(\quad)_2$　$(1011011)_2=(\quad)_{10}$　$(95)_{10}=(\quad)_{16}$

$(AC)_{16}=(\quad)_2$　$(78)_{10}=(\quad)_{8421BCD}$

2. 知逻辑函数F(ABCD)=$A\bar{D}+A\bar{C}$,其最小项表达式

F=_____.

3. 化简逻辑函数F=AB+$\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}C$+BCD

F=_____.

4 已知逻辑函数F(ABCD)=$\sum m(1,3,4,6,9,11)+\sum d(5,7,8,10)$,其最简与非式

F =_____.

5. 四变量的逻辑函数最多包含_____个最小项.

6. 描述时序电路逻辑功能的方法有_____.

7. 某地址译码电路如图1所示,当输入地址变量A_7-A_0的状态分别为_____,

_____时，Y_1,Y_6才分别低电平（有效状态）

8. 已知某电路如图2所示，F的最小项表达式为

F=_____.

9. 实现M个状态的同步时序电路最少需要用n个触发器，M和n的关系为_____

10. 移位寄存器构成扭环计数器，其进位模值为_____

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院复试mcw9i9cet 西电通信电院AI考研Q群:680630306 西电通

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

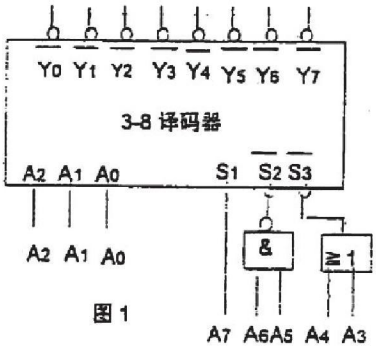


图 1

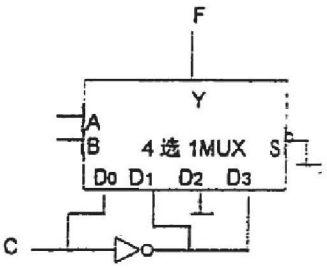


图 2

PART Ⅱ

1. 触发器电路就输入信号的波形如图 3 所示 试分别画出 D 触发器的 Q、Q1 的波形，JK 触发器的 Q2 波形。

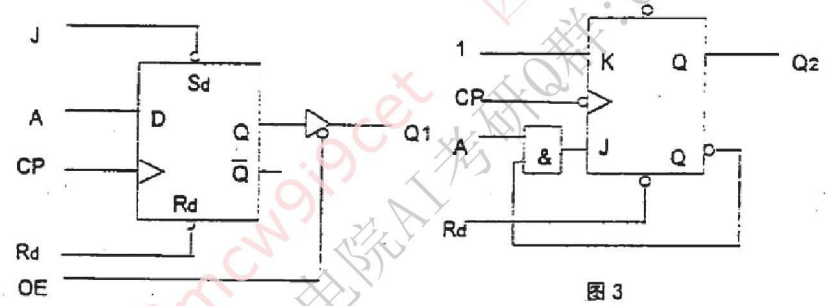
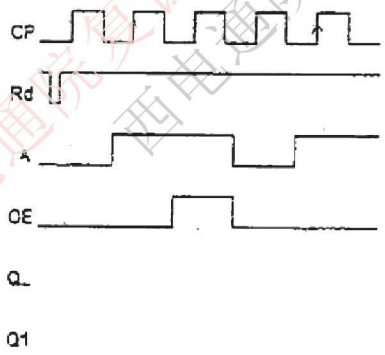
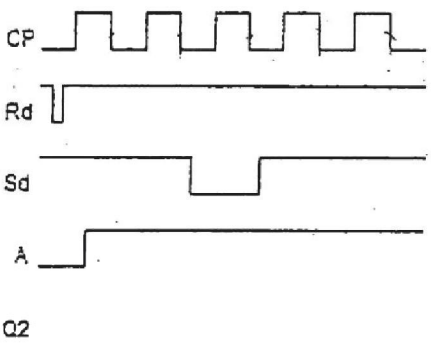


图 3

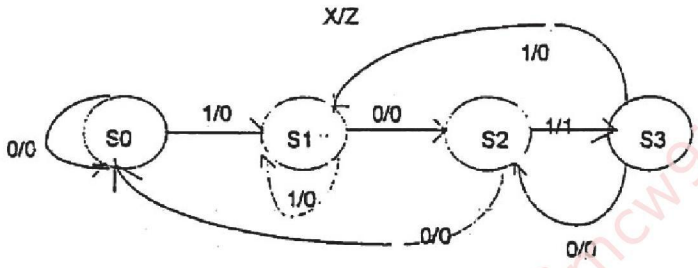




西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 已知某序列信号检测请到状态图如图。



（1）该电路的输入 X 为何总序列时，输出 Z 才为 1？

（2）试分析该电路是否为最简状态,画出最简状态图。

3. 分析图 5 所示时序逻辑电路。

1.写出 激励方程、状态方程；

2. 列出该电路的状态表、画出该电路的状态图；

3. 验证该电路能否自启动？指出该电路的逻辑功能。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

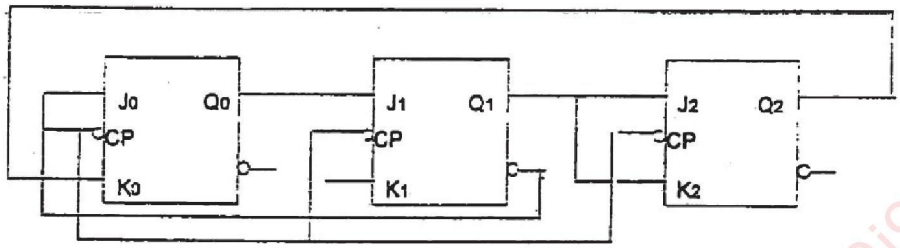
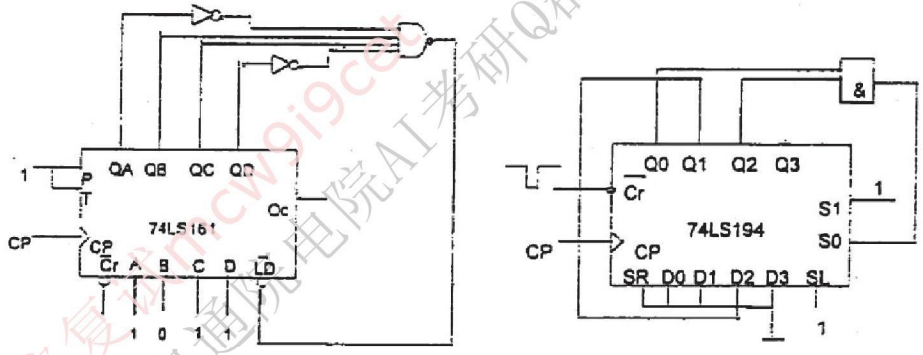
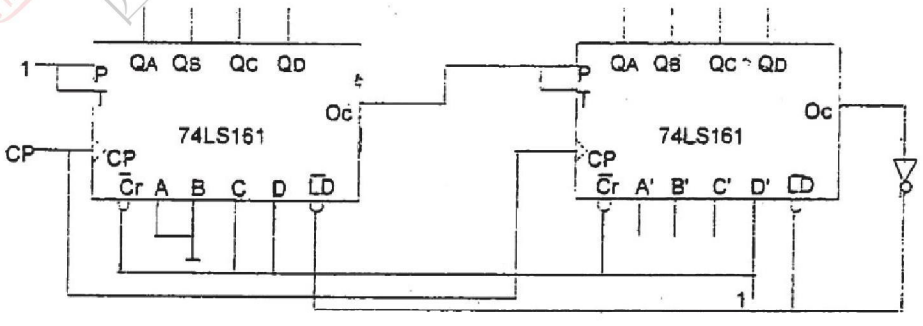


图 5

4. （1）列出图（a）、（b）的态序表，指出逻辑功能。
（2）指出图（C）电路的状态变化范围，其模值为多少？
若使 M=65，则预置输入 D'C'B'A'DCBA 为多少？





(c)

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

07 数电参考答案

一、 填空题

1. 001110　91　5F　10101100　01111000

2. $F=\sum m(8,9,10,12,13,14)$　　3. F=AB+C

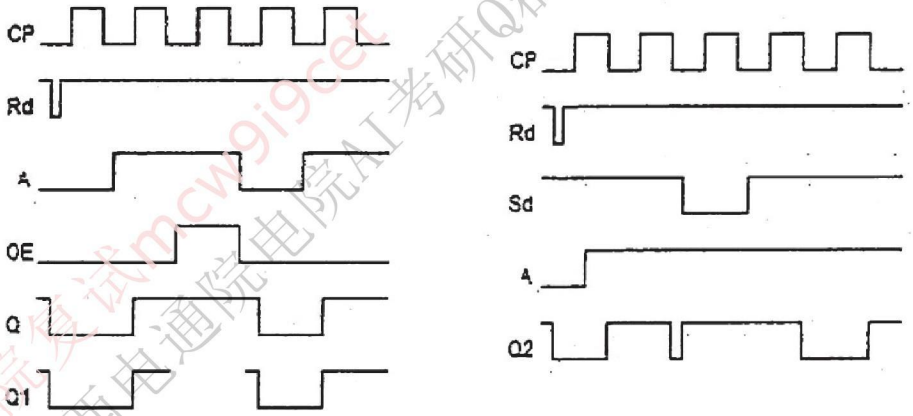
4. $F=\overline{\overline{AB}\cdot\overline{AB}\cdot\overline{AD}}$　　5. 16

6.逻辑方程式，状态转移表，状态图，时序图。

7. 11100001 、1100110

8. $F=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C}+AB\bar{C}$　9. $2^{n-1}<M\leq 2^n$　10. $M=2^n$

二、（注意，Q 端接三态门，低电平时有效，高电平时没有输出）

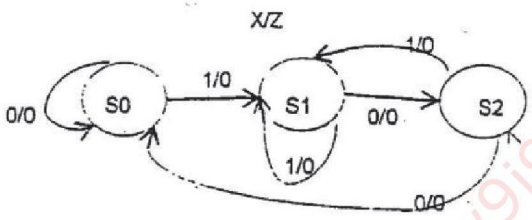


1. 三、1.当 X 为 101 时。输出 Z 才为 1. 状态图见左下图边

S_1 和 S_3 相同的输入情况下有相同的输出，为等价状态，因此不是最简状态。最简状态图如下：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

S \ X	S^{n+1} /Z	
	0	1
S_0	S_0/0	S_1/0
S_1	S_2/0	S_3/0
S_2	S_0/0	S_3/1
S_3	S_2/0	S_1/0



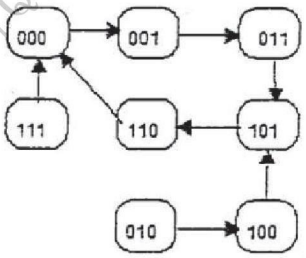
四、1. $J_0=Q_1$ $J_1=Q_0$ $J_2=Q_1$ $k_0=Q_2$ $k_1=1$ $k_2=Q_1$

$$Q_0^{n+1}=\overline{Q_1}\,\overline{Q_0^n}+\overline{Q_2}Q_0^n \qquad Q_1^{n+1}=Q_0\overline{Q_1^n}$$

$$Q_2^{n+1}=Q_1\overline{Q_2^n}+\overline{Q_1}\,Q_2^n=Q_1\oplus Q_2^n$$

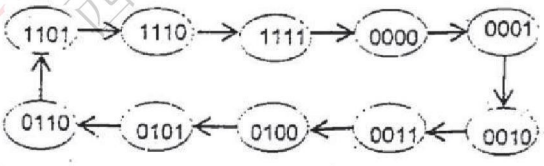
状态表如下：

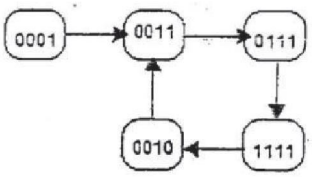
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0



由状态图可知，该电路具有自启动功能，逻辑功能：同步五进制计数器。

(1)





(2) C 变化范围 10001100——11111111 同步

预置，模值 M=116

预置输入为 10111111

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

西安电子科技大学

06 数电试题　　考试时间 120 分钟

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 任课老师：_____

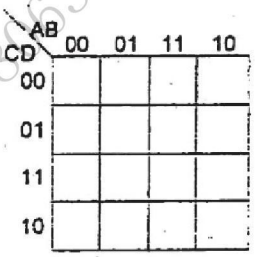
Part I (50%)

1. 完成下列转换

（52.75）$_{10}$=（　　）$_{2}$=（　　）$_{8421}$=（　　）$_{余3}$

2. 逻辑函数式为 $F = A\overline{D} + \overline{AC}D + AB\overline{C}$

a、画出该函数的卡诺图



b、写出该函数的与或标准式（最小项）：

F=

c、写出该函数的或与标准式（最大项）：

F=

3. 函数式为

$$F = \sum(1,4,9,12) + \sum d(5,7,13,15)$$

a、化简该函数为最简与或式：

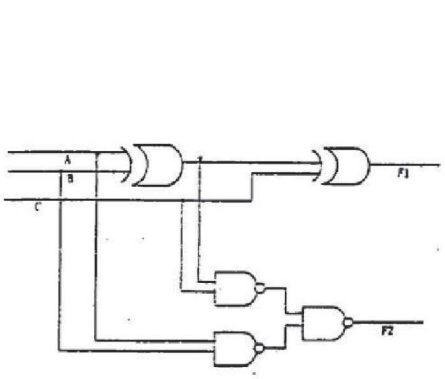
F=

b、画出用两级与非门实现最简与或式的电路图：

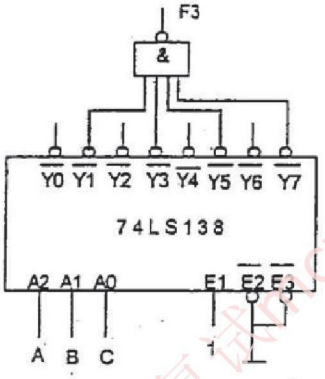
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

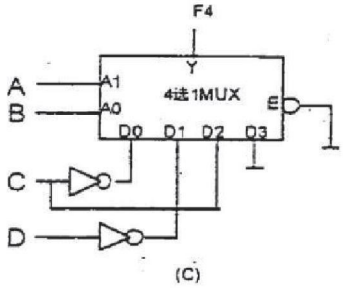
4. 对于下列电路，写出各电路的输出函数式（可以是任意形式）。



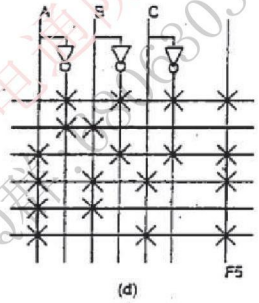
(a)



(b)



(C)



(d)

F_1=　　F_2=

F_3=

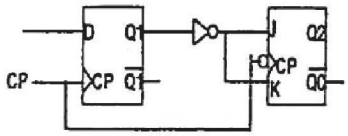
F_4=　　F_5=

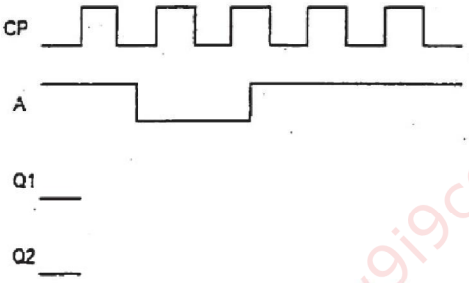
5. 判断电路的输入变量为 A、B、C，输出为 F。当算术运算(A+B)>(B+C)时，输出为 1，列出该判断电路的真值表。

6. 如果用 D 触发器设计一个模为 20 的计数器，则至少需要_____D 触发器

7. 时序电路如下图，写出该电路的函数，并在画出时序波形图。

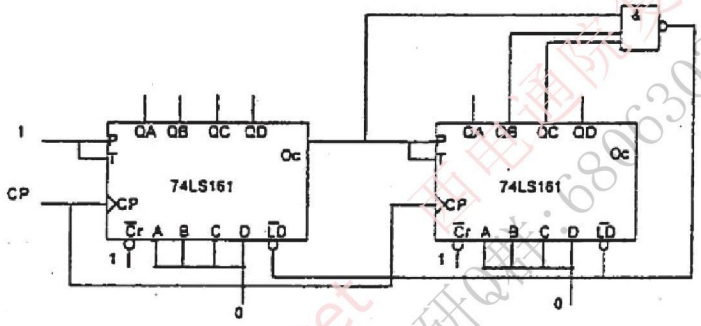
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



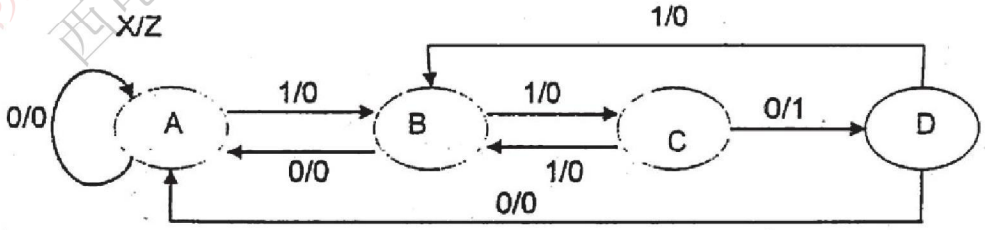


Part II (30%)

1. 计数器电路图下，写出该计算器的计算初值和终值，确定该计算器的模值。



序列检测电路的状态如下（设初始值为 A），



a、列出原始状态表和化简状态表：

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

b、对于下列输入 X 序列，完成输出 Z 的序列

X　10111010101100

Z

Part Ⅲ (20%)

1. 一个把选一数选器有三个地址端和八个数据输入端，另外有一个低电平使能端(E)，用该数选器和较少的逻辑门设计函数 $F(a,b,c,d)=\sum(0,1,5,10,12,14)$，画出逻辑电路图。

2. 设计一序列码 Z(Z=1001100)产生电路，要求用计数器 74161、逻辑门和一个三线八线译码器（74138）实现，画出逻辑电路图。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附录

74LS160：十进制计数器功能表（$Q_C=Q_DQ_AT$）

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000-1001）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74LS161：十六进制计数器功能表（$Q=Q_DQ_CQ_BQ_AT$）

输入									输出			
CP	Cr	LD	P	T	D	C	B	A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
×	0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
↑	1	0	×	×	d	c	b	a	d	c	b	a
↑	1	1	1	1	×	×	×	×	计数（0000-1111）			
×	1	1	0	×	×	×	×	×	保持			
×	1	1	×	0	×	×	×	×				

74LS194 功能表

Cr	CP	S_1S_0	SR	SL	$D_0D_1D_2D_3$	$Q_0Q_1Q_2Q_3$
0	×	××	×	×	××××	0000
1	0	××	×	×	××××	保持
1	↑	11	×	×	$D_0D_1D_2D_3$	$D_0D_1D_2D_3$（送数）
1	↑	01	SR	×	××××	$SRD_0D_1D_2$（右移）
1	↑	10	×	SL	××××	$D_0D_1D_2SL$(左移)
1	0	11	×	×	××××	保持

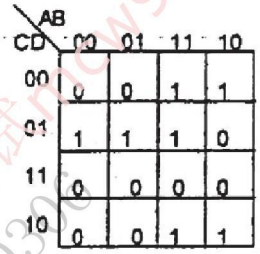
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

06 数电参考答案

Part I

1. 110100.11　01010010.01110101　10000101.10101000

2. a、卡诺图见右图

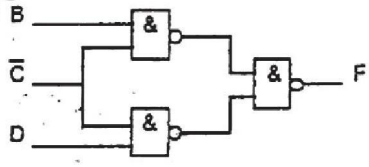


b、$F=A\overline{D}+\overline{A}\overline{C}D+AB\overline{C}$

c、$F=(\overline{C}+\overline{D})(\overline{A}+B+\overline{D})(A+D)$

3. a、$F=B\overline{C}+\overline{C}D$

b、电路图如右



4. $F1=A\oplus B\oplus C$　$F2=AB+(A\oplus B)C$

$F3=\sum m(1,3,5,7)$

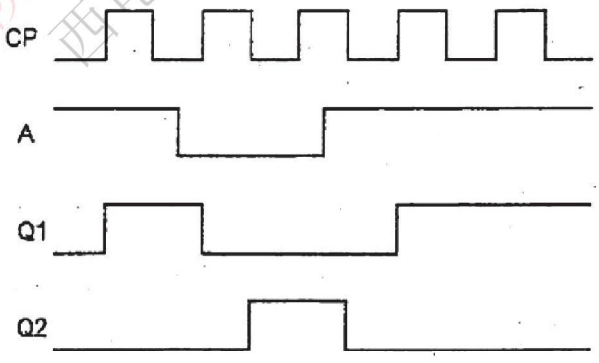
$F4=\overline{A}\overline{B}\overline{C}+\overline{A}B\overline{D}+A\overline{B}\overline{C}$　$F5=\overline{B}\overline{C}+AC$

5、见右图　6、5

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

7、$J=K=\overline{Q}$，Q_1=D=A，D=A，$Q_2=\overline{Q}_1\oplus Q_2^n$

时序波形图：



西电通院复试qcw9i9cet　西电通院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

Part Ⅱ

1、 初值为 0000 0000 终值为 0111 0000

不存在过渡态，故模值为 113

2、a、原始状态图见右图

S \ X	Sn+1 / Z	
	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	D/1	B/0
D	A/0	B/0

由于上图 A 和 B 是等价的，故可合并为一个状态

S \ X	Sn+1 / Z	
	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/1	B/0

化简后状态图

b、X 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 0 0

Z 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0

Part Ⅲ

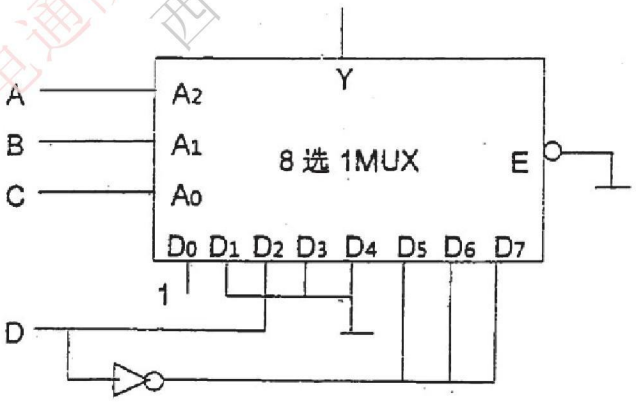
1、卡诺图如右图所示

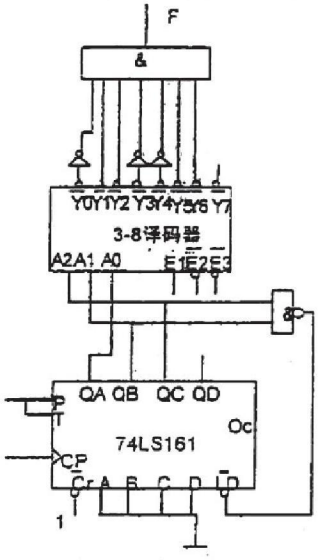
AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	1	0
01	1	1	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	1	1

$$F=\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\overline{A}\overline{B}\overline{C}D+\overline{A}B\overline{C}D+A\overline{B}\overline{C}\overline{D}+AB\overline{C}\overline{D}+ABC\overline{D}+\overline{A}BC\overline{D}$$

将 A、B、C 作为地址变量，故

$$D_2=D,D_0=1,\ D_5=D_6=D_7=\overline{D},$$
$$D_1=D_3=D_4=0$$





2、见右图.

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

免责声明

晋程考研辅导班所建的 QQ 群和钉钉群仅供讨论考研、学习相关的内容，为营造良好的学习氛围，群成员不得发布或传播反动、暴力、恐怖言论等违法信息，不得有辱骂、诽谤、言语攻击他人以及其他妨碍他人学习交流的行为。请各位成员认真遵守上述纪律，群管理员有权将违反纪律者移除相应群并无条件终止服务。

该材料为晋程考研辅导班的内部赠送电子材料，仅供个人登录晋程考研提供的账号和密码线上观看学习或打印使用，该电子材料为非卖品，禁止盗版，翻印，传播等侵权行为。

以上声明最终解释权归晋程考研所有。

西电通信复试mcw9i9cet

通信原理往年期末试题及答案(2009-2019年)

含近年期末试题回忆版部分

西电通院复试mcw9i9cet

近年回忆版期末考试题（部分）（18-19 年）

1、画出通信系统的一般模型，并简述各模块作用。

2、写出分集接收的作用，并写出分集接收的方式。

3、画出群同步巴克码的识别框图，并说明降低判决门限后，对漏同步概率以及假同步概率的影响。

4、增量调制 ΔM 的带宽和奈奎斯特抽样频率一样吗？为什么？

5、请画出 $4PSK$ 调制和解调的原理框图，并写出 $4PSK$ 的优点，

6、请写出香农公式。

7、请写出载波同步过程在载波相位误差对 DSB 和 SSB 的影响。

8、请画出 $2FSK$ 调制和解调的原理框图。

9、请画出相关器形式最佳接收机的框图。

10、请问在基带传输系统中，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*余弦滚降模型的滚降系数 α 变大时，其单位冲激响应 $h(t)$ 会怎么变化？

11、请问在二进制数字调制系统中哪些参数会影响系统的误码率？

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018 年通信原理期末考试题

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 对于多进制数字通信系统，通常误码率和误信率的关系是：误码率_____误信率（填大于、小于或等于）。

2. 某离散信源由 1, 2, 3, 4，四个符号组成，它们出现的概率分别为 0.25, 0.5, 0.125, 0.125, 且每个符号的出现都是独立的，则该信源的平均信息量为_____。

3. 一个带通型模拟信号，频率范围为 $(496, 500)$MHz，要想抽样后能无失真地恢复该模拟信号，则所需的抽样速率至少为_____。

4. 在余弦滚降系统中，随着滚降系数 α 的增大，其单位冲激响应 $h(t)$ 会_____。这样有利于_____。

5. 衡量均衡效果的两个准则是_____和_____。

6. 在高斯白噪声信道条件下，用包络检波法接收 2ASK 信号，当发端发“1”码时，包络检波器输出服从_____分布，当发端发“0”时，包络检波器输出服从_____分布。

7. 相对于均匀量化，非均匀量化_____了小信号的量化信噪比，了大信号的量化信噪比。（填提高或降低）

8. 采用相干解调的 2FSK 系统，解调器输入信噪比为 13.6dB，如果要达到同样的误码率，则 2PSK 系统的解调器输入信噪比为_____。

9. PCM30/32 基群的信息传输速率为_____，能够传输_____路 PCM 信号。

10. 一个点对点 2PSK 传输系统，正常工作时至少需要_____同步和码元同步。

11. 加性高斯白噪声信道条件下，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*二进制数字信号最佳接收的似然比准则为_____。

12. 采用巴克码实现帧同步，若提高巴克码识别器的判决门限，则识别器的漏同步概率会_____，假同步概率会_____。

13. 实际恒参信道对信号传输的影响主要有_____失真和_____失真。

二、简答题（每小题 6 分，共 30 分）

1. 请画出数字通信系统模型。

2. 请画出眼图模型，并说明通过观察眼图，可以获得哪些信息？（至少列举三个）

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

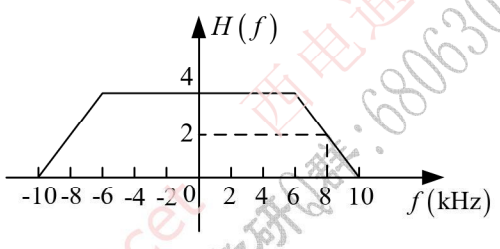
3. 若信源输出代码为 11000010100000100001，写出其对应的HDB_3码和PST码，并说明HDB3码中为什么要引入V码和B码。

4. 请画出4PSK解调器的原理框图，如果信息速率为1Mbps，已调信号主瓣带宽是多少？

5. 画出增量调制系统译码器的原理框图。如对模拟信号 $m(t)=A\cos\omega_k t$ 进行增量调制，假设抽样速率为 f_s，量化台阶为 σ，*(晋程西电通院考研 QQ 群: 680630306)* 写出最小编码电平和最大允许编码电平。

三、计算题（每小题 10 分， 共 50 分）

1. 假设某基带传输系统的总传输特性如图所示：



(1) 如实现无码间干扰传输，则该系统的最高码元传输速率 $R_{B\max}$、最高频带利用率 $\eta_{\max}$、滚降系数 α 各为多少？

(2) 某信源的信息速率为 64kb/s，要在该基带系统中实现无码间干扰传输，则应该选择几进制码元波形？

2. 某模拟通信系统，对抑制载波的双边带信号进行相干解调，设接收信号功率为 2mW，载波频率为 200kHz，并设调制信号 $m(t)$ 的频带限制在 4kHz 内，信道噪声单边功率谱密度 $P_n(f)=4\times10^{-3}\mu W/\text{Hz}$。试求：

(1) 解调器输入端的信噪比。

(2) 画出包括载波同步框图在内的解调器原理框图。

(3) 若载波同步系统的相位误差为 θ，求解调器输出端的信噪比。

3. 在模拟信号数字化传输系统中，模拟话音信号的带宽为 4000Hz，对其进行 A 律 13 折线编码，编码器输入信号范围为 $[-2, +2]$V。设输入信号抽样值为 −0.838V。

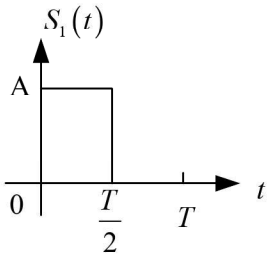
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

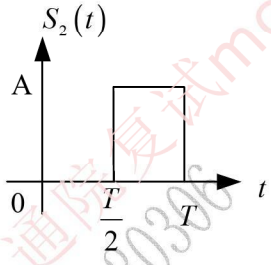
（1）计算 PCM 信号的码元速率；

（2）试求 PCM 编码器的输出码组，并写出 7 位非线性码对应的 11 位线性码；

（3）接收端译码器输出的量化电平是多少？此时的量化误差是多少？

4. 到达接收机输入端的二进制等概码元 $S_1(t)$，$S_2(t)$ 的波形如图所示，输入高斯噪声功率谱密度为 $\frac{n_0}{2}$





（1）画出相关器形式的最佳接收机结构 ；

（2）设信息代码为 0011，1 码及 0 码对应的波形分别为 $S_1(t)$ 和 $S_2(t)$，画出最佳接收机中相关器输出的信号波形；

（3）求 $S_1(t)$ 和 $S_2(t)$ 的互相关系数 ρ ，并计算该最佳接收机的误码率；

（4）通过设计信号波形可以改善该系统的传输质量，请设计出一种信号波形，使系统性能达到最优。

5. 在 2DPSK 系统中，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*载频为 2400Hz，码元速率为 1200B，已知发送数据序列为：1001，且规定为：$\Delta\varphi=\begin{cases}0, \text{表示数字1}\\ \pi, \text{表示数字0}\end{cases}$

（1）画出调制器原理框图，以及已调信号波形；

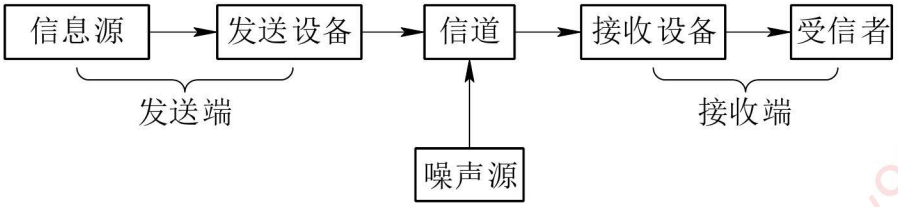
（2）采用相干解调器对该信号进行解调，画出解调器的原理框图；

（3）请解释 2DPSK 为什么可以解决载波的相位模糊问题？

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

近年回忆版期末考试题（部分）参考答案

1、答：通信系统的一般模型为：



信源——消息的产生地，其作用是把各种消息转换成原始电信号，称之为消息信号或基带信号。

发送设备——将信源和信道匹配起来，即将信源产生的消息信号变换成适合在信道中传输的信号。（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）

信道——指传输信号的物理媒质，分为无线信道或有线信道。

噪声源——不是人为加入的设备，而是通信系统中各种设备以及信道中所固有的，各处噪声的集中表现而抽象加入到信道。

接收设备——完成发送设备的反变换，从带有干扰的接收信号中正确恢复出相应的原始基带信号。

信宿——是传输信息的归宿点，其作用是把原始基带信号转换成各种消息。

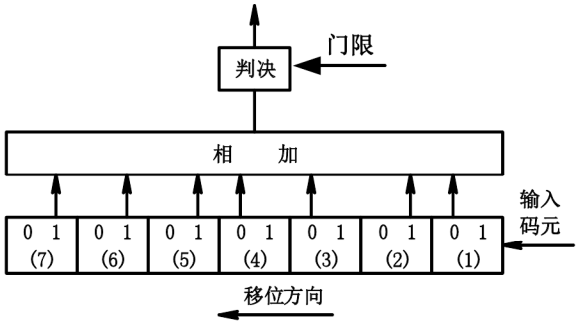
2、答：分散接收：使接收端能得到多个携带同一信息的、统计独立的衰落信号；

集中处理：接收端把收到的多个统计独立的衰落信号进行适当的合并，从而降低衰落的影响，改善系统性能。

分集方式：空间分集、时间分集和频率分集

合并方式：选择式合并、等增益合并和最大比值合并

3、答：群同步巴克码的识别框图为：

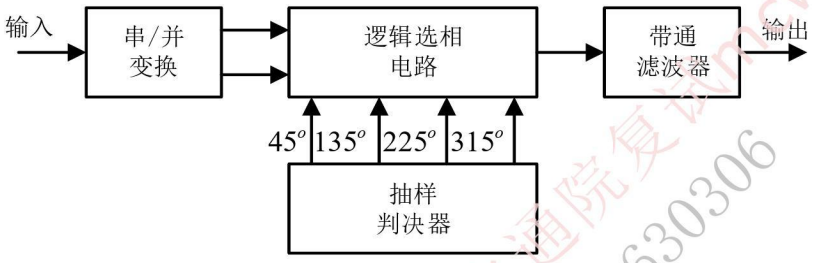


更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

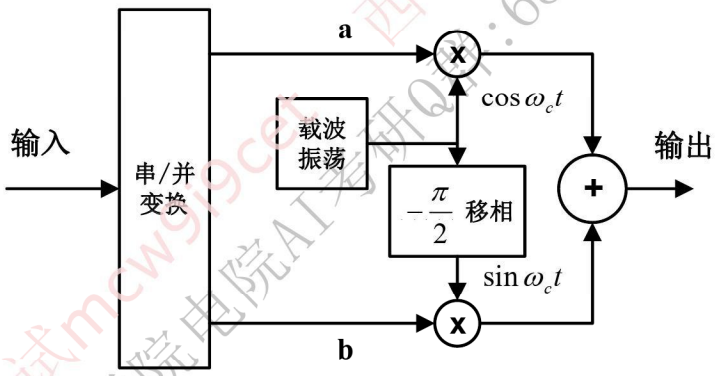
降低判决门限后，会导致漏同步概率减小，假同步概率增加。

4、答：不一样；因为在 ΔM 系统中传输的不是信号本身的样值，而是信号的增量（即斜率），因此其抽样速率 f_s 不能根据抽样定理来确定，ΔM 的抽样速率与斜率过载条件和信噪比有关，在保证不会发生过载，达到与 *PCM* 系统同样的信噪比时，ΔM 的抽样速率远远高于奈奎斯特速率。

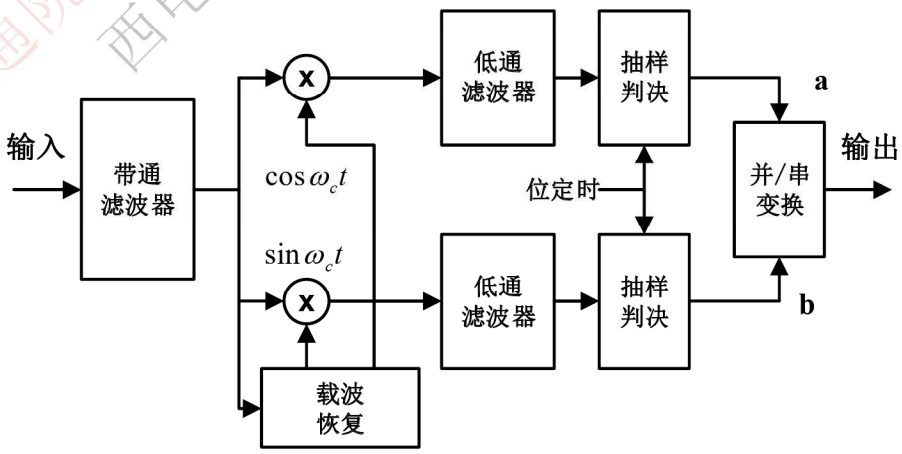
5、答：4*PSK* 相位选择法调制框图为：



4*PSK* 正交调制法框图为：（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）



4*PSK* 相干解调框图为：



4*PSK* 的优点：频率利用率高

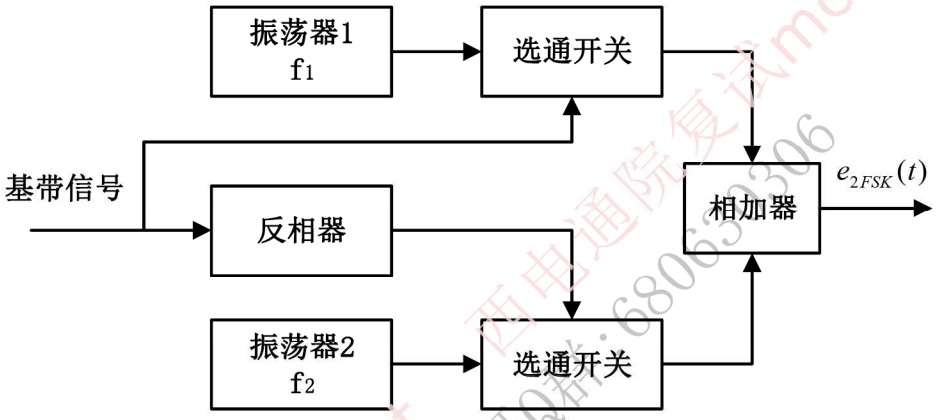
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6、答：香农公式：$C = B\log_2\left(1+\frac{S}{n_0 B}\right)$

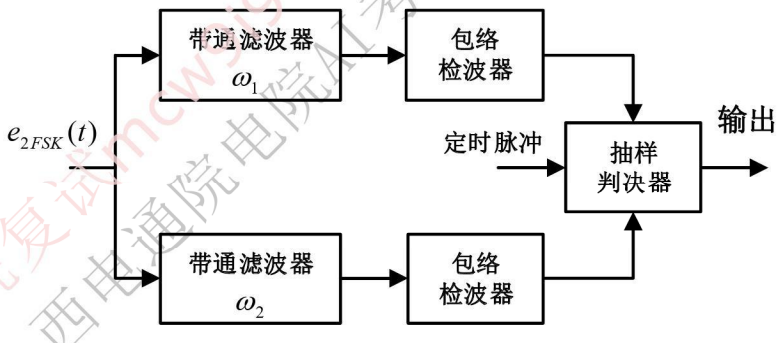
7、答：载波相位误差$\Delta\varphi$对*DSB*系统的影响：使信号功率和信噪比下降。

载波相位误差$\Delta\varphi$对*SSB*系统的影响：不仅引起信噪比下降，而且还会引起波形失真。（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）

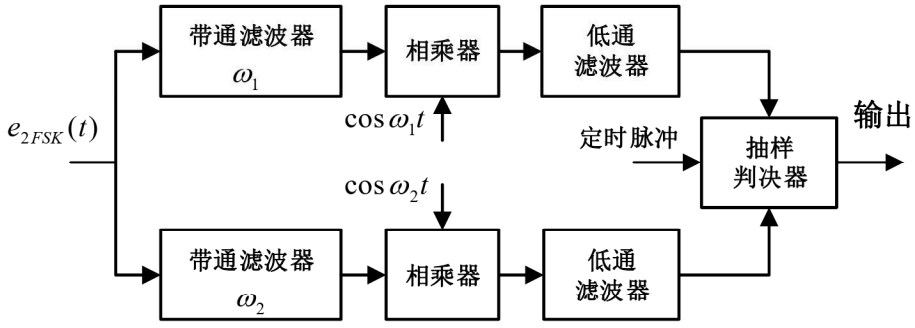
8、答：*2FSK*系统调制框图（数字键控法）为：



*2FSK*系统非相干解调框图为：

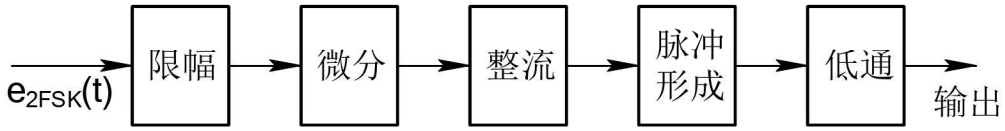


*2FSK*系统相干解调框图为：

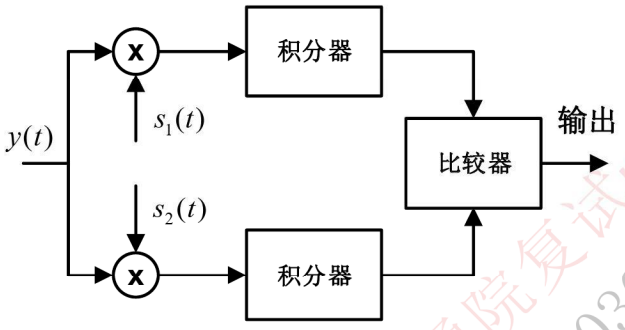


*2FSK*系统解调（过零检测法）框图为：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



9、答：相关器形式最佳接收机的框图为：



10、答：随着α的增大，$h(t)$的拖尾衰减越快，对位定时精度要求越低。

11、答：在二进制数字调制系统中，（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）误码率主要与信号的先验概率、判决门限电平、信号功率和噪声功率有关。

2018 年期末考试题参考答案

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1、大于

2、$1.75 bit/symbol$

3、$8MHz$

4、尾部衰减较快、减小码间串扰和定时误差的影响

5、峰值失真准则、均方失真准则

6、广义瑞利、瑞利

7、提高、降低

8、$10.6dB$

9、$2.048 Mbit/s$、30

10、载波

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

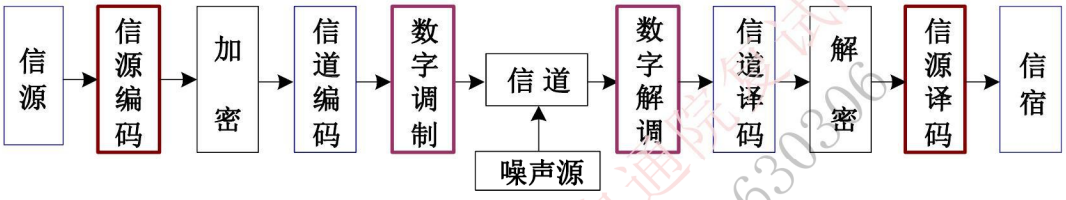
11、$\begin{cases}\dfrac{f_{s_1}(y)}{f_{s_2}(y)}>\dfrac{P(s_2)}{P(s_1)}, \text{判为} s_1\\ \dfrac{f_{s_1}(y)}{f_{s_2}(y)}<\dfrac{P(s_2)}{P(s_1)}, \text{判为} s_2\end{cases}$

12、增加、减小

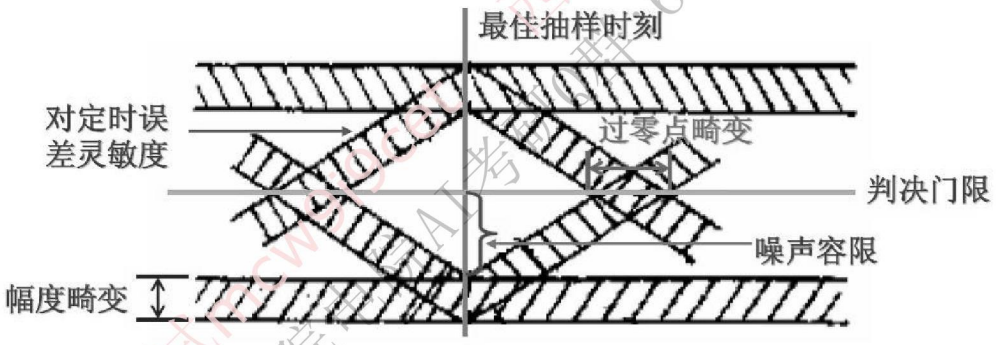
13、幅频、相频

二、简答题

1、答：数字通信系统模型为



2、答：眼图模型为：（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）



眼图可以提供的信息包括：①最佳抽样时刻应是“眼睛”张开最大的时刻；②眼图斜边的斜率决定了系统对抽样定时误差的灵敏程度：斜率越大，对定时误差越灵敏；③阴影区的垂直高度表示信号的畸变范围；④图中央的横轴位置对应于判决门限电平；⑤抽样时刻上，上下两阴影区的间隔距离一半为噪声的容限，噪声瞬间值超过它就可能发生错误判决；⑥图中倾斜阴影带与横轴相交的区间表示了接受波形零点位置的变化范围，即过零点畸变，它对于利用信号零交点的平均位置来提取定时信息的接受系统有很大影响。眼睛张开得越大，眼图越端正，线迹细且清晰时，表示通信系统的性能较好。

3、答：HDB_3码：+1-1000-V+10-1+B00+V0-1000-V+1

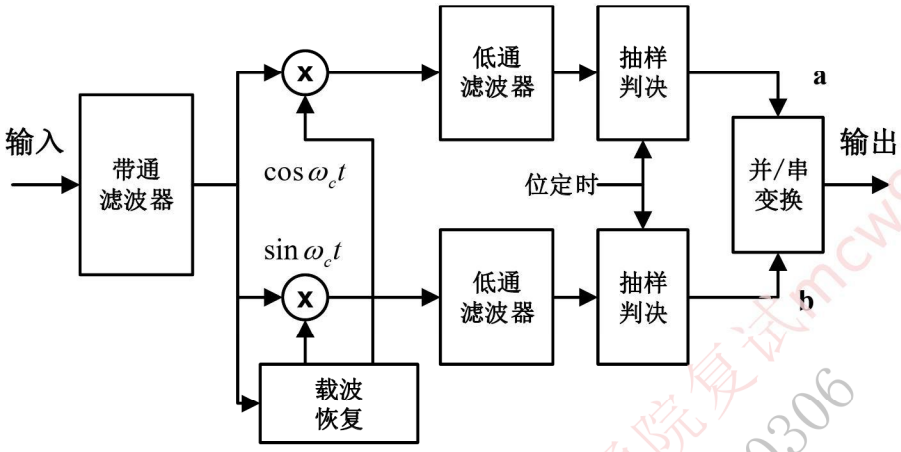
PST 码：+− −+ −+ +0 −0 −+ −+ +0 −+ 0−

V 码：将连 0 个数减少到 3 个。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

B码：保证V码极性交替，从而消除直流。

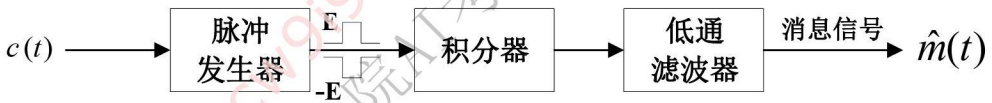
4、答：$4PSK$相干解调框图为：



$R_b = 1Mbps$　$R_B = \dfrac{R_b}{\log_2 4} = 0.5MBd$　（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）

则已调信号主瓣带宽 $B = 2R_B = 2 \times 0.5 \times 10^6 = 1MHz$

5、答：增量调制系统译码器的原理框图为：



最小编码电平：$A_{\min} = \dfrac{\sigma}{2}$

最大编码电平：$A_{\max} = \dfrac{\sigma \cdot f_s}{\omega_k}$

三、计算题

1、解：（1）$W_1 = 8\text{k}Hz$　最大码元传输速率 $R_{B\max} = 2W_1 = 16kBd$

最高频带利用率 $\eta_{\max} = \dfrac{R_{B\max}}{B} = \dfrac{16 \times 10^3}{10 \times 10^3} = 1.6$

滚降系数 $\alpha = \dfrac{W_2}{W_1} = \dfrac{2}{8} = 0.25$

（2）$R_B = \dfrac{R_b}{\log_2 M} = \dfrac{64 \times 10^3}{\log_2 M}$

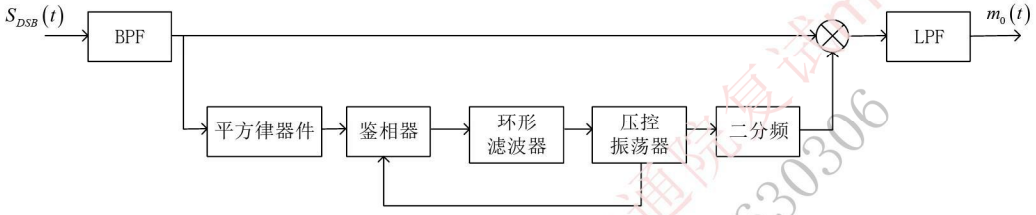
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$n=\frac{R_{B\max}}{R_B}=\frac{16\times10^3}{\frac{64\times10^3}{\log_2 M}}=\frac{\log_2 M}{4}$$ 则 M=16，即选择十六进制码元波形

2、解：（1）$S_i=2mW$ $N_i=n_0B=4\times10^{-3}\times10^{-6}\times4\times10^3=16\mu W$

输入信噪比 $\frac{S_i}{N_i}=\frac{2\times10^{-3}}{16\times10^{-6}}=125$

（2）解调器原理框图为（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）



（3）$m'(t)=\frac{1}{2}m(t)\cos\theta$ $S_0=\frac{1}{4}\overline{m^2(t)}\cdot\cos^2\theta=\cos^2\theta mW$

$N_0=\frac{1}{4}n_0B=4\mu W$ 则输出信噪比为 $\frac{S_0}{N_0}=250\cos^2\theta$

3、解：（1）码元速率 $f_b=Nf_s=2\times4000\times8=64kbps$ $R_B=64kBd$

(2) $\frac{-0.838}{2}\times2048\Delta=-858\Delta$ 则 $C_1=0$

$858\Delta>512\Delta$ 则 $C_2C_3C_4=110$

$\frac{858\Delta-512\Delta}{32\Delta}=10\cdots26\Delta$ 则 $C_5C_6C_7C_8=1010$

所以输出码组为 01101010

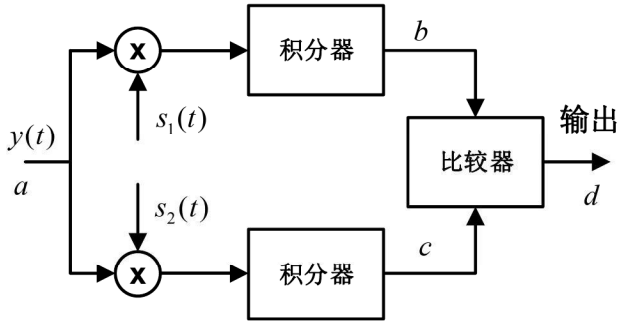
而 $832=2^9+2^8+2^6$ 所以对应的 11 位线性码为：01101000000

（3）量化电平：$-(832\Delta+\frac{1}{2}\times32\Delta)=-848\Delta$ $\frac{-848\Delta}{2048\Delta}\times2=-0.828V$

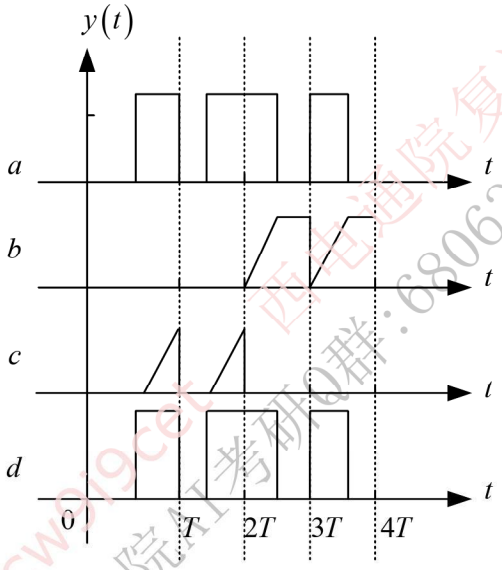
量化误差：$858\Delta-848\Delta=10\Delta$ $\frac{10\Delta}{2048\Delta}\times2=0.01V$

4、解：（1）相关器形式最佳接收机的框图为：

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



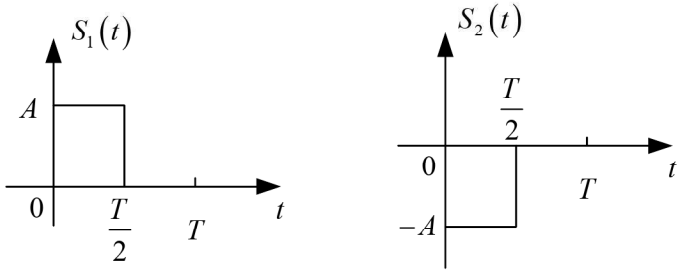
（2）相关器输出的信号波形为



（3） $\rho=\dfrac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)dt}{E}=0$ $\qquad E_b=\int_{-\infty}^{+\infty}s_1^2(t)dt=\int_{-\infty}^{+\infty}s_2^2(t)dt=\dfrac{T}{2}A^2$

$$P_e=\frac{1}{2}erfc\left[\sqrt{\frac{E_b(1-p)}{2n_0}}\right]=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{A^2T}{4n_0}}\right)$$

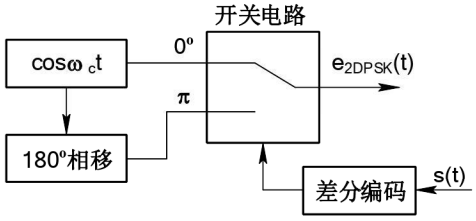
（4）双极性归零码（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）



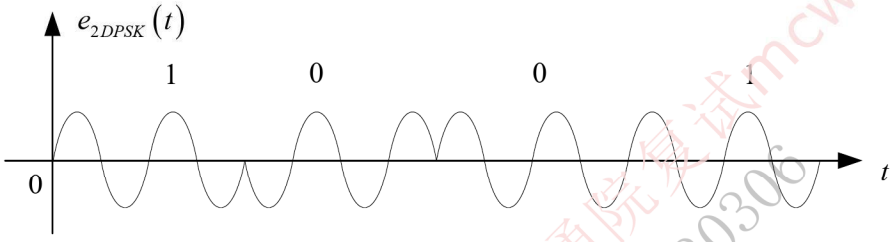
“1”码　　“0”码

5、解：（1）调制器原理框图为：

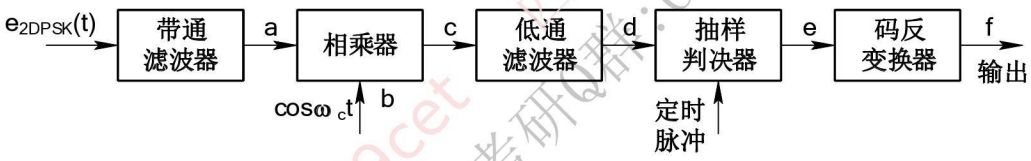
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666



已调信号波形为：



（2）相干解调器的原理框图为（晋程考研西电通院咚咚学长：2362137743）



（3）2DPSK 是利用前后相邻码元的载波相对相位变化来表示数字信息的，在解调过程中，若相干载波发生 180° 相位模糊，解调出的相对码将产生倒置现象，但是经过码反变换器后，输出的绝对码不会发生任何的倒置现象，从而解决了载波相位模糊问题。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017年（A）通信原理期末考试题

一、填空题

1. 某四进制数字信源，其产生的符号独立出现。若发送“0”符号、“1”符号、“2”符号的概率分别为$P(0)=\frac{1}{8}$，$P(1)=\frac{1}{8}$，$P(2)=\frac{1}{2}$，则发送“3”符号时所传递的信息量为_____，若该信源的每秒钟产生 1000 个符号，则该信源的平均信息速率为_____。

2. 一个均值为零、方差为σ^2的平稳窄带高斯随机过程，其包络的一维概率密度服从_____分布，相位的一维概率密度服从_____分布。

3. 在通信系统的一般模型中，调制信道的定义范围为_____。

4. 有一高斯白噪声信道，若信道的传输带宽为10kHz，该信道理论上无误码的最高的信息速率为_____，若$R_b=4\times10^4$bps，则信噪比为_____。

5. 非相干解调中，门限效应是指_____。

6. 衡量均衡效果的两个准则是_____准则和_____准则。

7. ΔM 调制中，为了避免出现过载现象，必须满足条件是_____。

8. 二进制确定信号最佳接收机，在发送信号先验等概的条件下，似然比准则为_____。

9. 在PCM30/32路帧结构中，时隙TS_0用于传输_____，该基群帧的信息传输速率为_____。

10. 为了更容易实现帧同步，减小巴克码识别器的判决门限，识别器漏同步概率_____，假同步概率_____。

二、简答题

1. 简述通信系统中采用调制技术的目的。

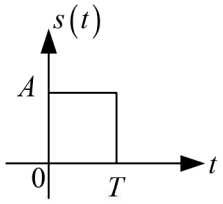
2. 已知高斯白噪声的自相关函数为$\frac{n_0}{2}\delta(\tau)$，若该白噪声通过的线性系统的传输函数$H(\omega)$满足：

$$H(\omega)=Ke^{-j\omega t_d} \quad ，\ |\omega|\le\omega_H，K、t_d均为常数$$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

试求输出噪声的功率谱密度。

3. 已知$s(t)$信号的波形如下图所示，试画出其匹配滤波器的冲激响应$h(t)$的波形以及信号$s(t)$通过匹配滤波器后的输出信$s_o(t)$的波形。

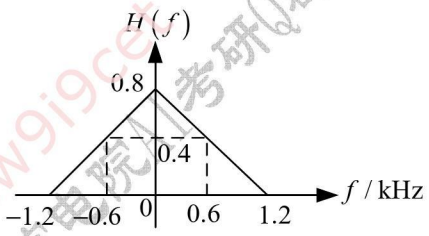


4. 请画出 2FSK 调制器与相干解调器的原理框图。

5. 在实际通信系统的接收端，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*通常包含一个带通滤波器，请简述该带通滤波器的作用。

三、综合题

1. 数字基带传输系统的传输函数$H(f)$如下图。试求：



（1）滚降系数α， 奈奎斯特带宽f_N和系统带宽B；

（2）无码间干扰传输时的最高码元速率和最高频带利用率；

（3）若分别以400 Baud，800 Baud，1200 Baud，2400 Baud的速率在该数字基带系统中传输二进制信号，哪些速率传输时可以实现无码间干扰？

2. 设加性高斯白噪声信道中，噪声的双边功率谱为$\frac{n_0}{2}$，在该信道上传输抑制载波的双边带已调信号$s(t)=m(t)\cos\omega_c t$，已知调制信号$m(t)$的频带限制在f_H之内，采用$2\cos\omega_c t$作为相干载波对其进行解调。

（1）画出接收机的原理框图；

（2）求解调器输出端的信噪比$\frac{S_0}{N_0}$以及调制制度增益G；

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（3）若解调器中相干载波存在大小为θ的固定相位偏移，会对解调性能产生什么样的影响。

3. 语音信号$m(t)$采用A律 13 折线进行编码，设$m(t)$的频率范围为0～4 kHz，信号幅度的取值范围为-6.4V～6.4V，$m(t)$的一个抽样脉冲值为–5.275V。试求：

（1）对应于该抽样值编码器输出的PCM 码组和量化误差（段内码使用自然二进制码）；

（2）写出 7 位幅度码对应的均匀量化 11 位线性码；

（3）若编码器输出的PCM 二进制码组采用数字基带系统传输，求系统无码间干扰时的最小带宽。

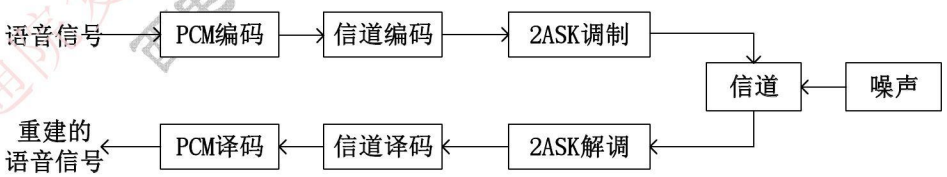
4. 采用2DPSK 调制方式传输数字信号，已知码元速率为1000 Baud，载波频率为2000Hz。设载波的初始参考相位为0°，编码规则如下图所示：



（1）设发送数字信息 110101，请写出其对应的相对码序列，并画出2DPSK 信号的波形；*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

（2）画出2DPSK 信号差分相干解调方式的原理框图及各点波形。

5. 结合本课程所学习到的知识，参考如下图所示的语音通信系统原理框图。试回答下列问题：



（1）已知当前系统中由于噪声的干扰，上述系统中的误码率大约为10^{-4}左右，信道编码时会造成较大的量化误差，影响通信性能。你能否给出一种编码方案来降低误码率，并简述选择该编码方案的原因；

（2）当前系统中选择的调制方式为2ASK，假设在发送信号功率和噪声功率一定条件下，能否给出一种调制方式来替换上述2ASK 调制，以降低系统的误码率，并简述选择该调制方式的原因 。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017 年参考答案

一、 填空题

1. 2bit；1750bit
2. 瑞利；均匀
3. 调制器的输出端到解调器的输入端
4. 缺条件；15
5. 输入信噪比小于一定值时，输出信噪比急剧恶化的现象
6. 峰值失真准则；均方失真准则
7. $\left|\frac{\mathrm{d}m(t)}{\mathrm{d}t}\right|_{\max} \le \sigma f_s$
8. $f_{s1}(y) > f_{s2}(y)$ 判为 s_1， $f_{s1}(y) < f_{s2}(y)$ 判为 s_2
9. 同步信息；2.048Mbps
10. 降低；增大

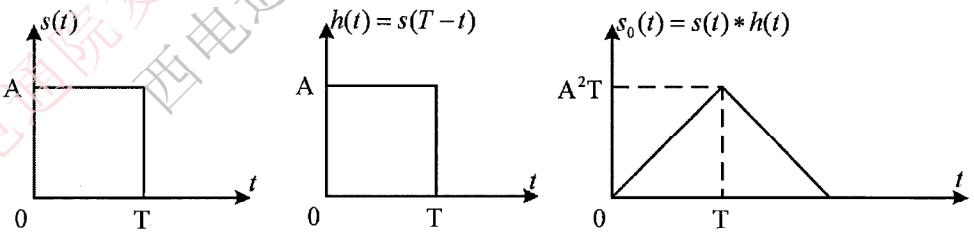
二、 简答题

1. 答：①使信号适于在信道中传输；
   ②实现信道的多路复用；
   ③改善系统的抗噪声性能；
   ④实现传输带宽与信噪比之间的互换。

2. 解：$S_X(\omega) = \frac{n_0}{2}$

$$S_Y(\omega) = S_X(\omega) \cdot |H(\omega)|^2 = \frac{n_0 \cdot K^2}{2} (-\omega_H < \omega < \omega_H)$$

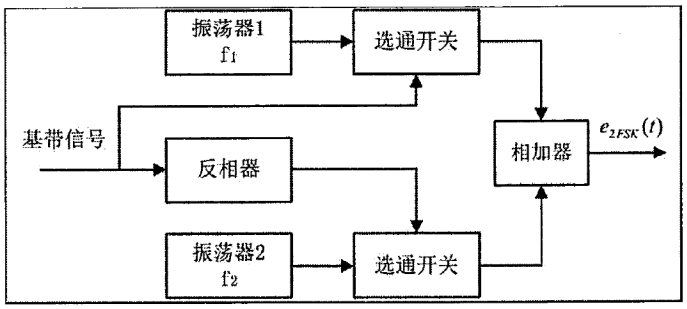
3. 解：



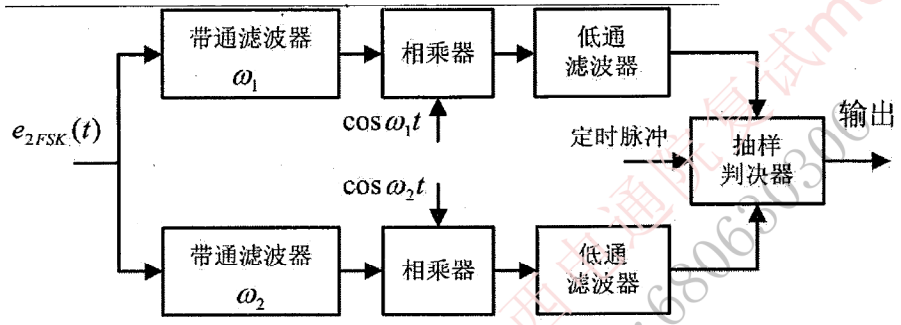
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4. 解：①调制器框图：



②相干解调器框图：



5. 解：①滤除带外噪声；②使信号成分尽可能通过

三、 综合题

1. 解：(1) $f_N = W_1 = 0.6\,\text{kHz}$， $B = W_1 + W_2 = W_1 \cdot (1+\alpha) = 1.2\,\text{kHz} \Rightarrow \alpha = 1$

(2) $R_{B\max} = 2f_N = 1200\,\text{Baud}$， $\eta_{\max} = \dfrac{R_{B\max}}{B} = 1$

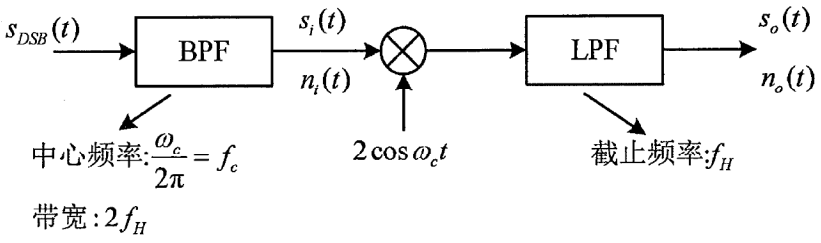
(3) $R_{B\max} = 1200\,\text{Baud}$

以 $\dfrac{R_{B\max}}{n}(n \in N^+)$ 的传码率传输均不会产生码间干扰

故以400 Baud、1200 Baud 传输时不会产生码间干扰

以 800 Baud、2400 Baud 传输时会产生码间干扰

2. 解：(1)



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(2)

$$s_i(t)=m(t)\cdot\cos\omega_c t$$

$$S_i=\frac{\overline{m^2(t)}}{2}$$

$$n_i(t)=n_c(t)\cdot\cos\omega_c t-n_s(t)\cdot\sin\omega_c t$$

$$N_i=\overline{n_i^2(t)}=\overline{n_c^2(t)}=\overline{n_s^2(t)}=\frac{n_0}{2}\cdot(2f_H)\cdot 2=2n_0f_H$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_i=\frac{S_i}{N_i}=\frac{\overline{m^2(t)}}{4n_0f_H}$$

$$s_o(t)=\mathrm{LPF}\left[m(t)\cdot\cos\omega_c t\cdot 2\cos\omega_c t\right]=m(t)$$

$$n_o(t)=\mathrm{LPF}\left\{\left[n_c(t)\cdot\cos\omega_c t-n_s(t)\cdot\sin\omega_c t\right]\cdot 2\cos\omega_c t\right\}=n_c(t)$$

$$S_o=\overline{m^2(t)}$$

$$N_o=\overline{n_c^2(t)}=N_i=2n_0f_H$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_o=\frac{S_o}{N_o}=\frac{\overline{m^2(t)}}{2n_0f_H}$$

$$G=\frac{\left(\frac{S}{N}\right)_o}{\left(\frac{S}{N}\right)_i}=2$$

(3)会使输出信号幅度减小，输出信噪比降低。（见载波同步一节）

3. 解：(1) $\Delta=\frac{6.4\mathrm{V}}{2048}$

$-5.275\mathrm{V}=-1688\Delta\Rightarrow C_1=0$

$1688\Delta=1024\Delta+10\cdot 64\Delta+24\Delta\Rightarrow C_2C_3C_4=111\quad C_5C_6C_7C_8=1010$

$C_1C_2C_3C_4C_5C_6C_7C_8=01111010$

量化误差 $24\Delta=0.075\mathrm{V}$

(2)7 位幅度码：1111010

11 为线性码：11010000000

(3) $f_s=8\mathrm{kHz}$，$R_B=64\mathrm{B}$，$f_N=\frac{R_B}{2}=32\mathrm{kHz}$

4. 解：由绝对码求相对码可能是同或也可能是异或。

情况 1：发送 0 时：$\Delta\varphi=0$，发送 1 时：$\Delta\varphi=\pi\Rightarrow$异或；

情况 2：发送 1 时：$\Delta\varphi=0$，发送 0 时：$\Delta\varphi=\pi\Rightarrow$同或。

相对码：

参考为 0：100110

参考为 1：011001

其余问见课本。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5. 解：(1)可使用 ADPCM 编码,相比于 PCM 编码对采样幅度进行编码，ADPCM 是对相邻样值的差值进行编码，且采用了自适应技术，误码率可明显降低。

(2)采用 2PSK 调制，原因见课本分析。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017 年（B）通信原理期末考试题

一、填空题

1. 常用的衡量数字系统可靠性的性能指标为_____，衡量数字通信有效性的性能指标为_____。

2. 某信息源符号集由 A、B、C、D、E、F 组成，设每个符号独立出现，其概率分别为$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{16}$、$\frac{1}{8}$、$\frac{1}{16}$、$\frac{1}{4}$则该信息源输出符号的平均信息量_____。

3. 平稳随机过程的统计特性不随时间的推移而变化，其一维分布与_____无关，二维分布只与_____有关。

4. 设基带信号是最高频率为3.4kHz 的语音信号，则 AM 信号带宽为_____，SSB 信号带宽为_____，DSB 信号带宽为_____。

5. 在 AM 、SSB 、FM 系统中，有效性最好的是_____，可靠性最好的是_____。

6. 已知数字信源输出的二进制码为 1101001000001，其对应的 AMI 码为_____，其对应的HDB_3码为_____。

7. 通信系统中的码间串扰是指本码元判决时有别的码元值，改善码间串扰的方法有_____。

8. 均匀量化的量化噪声适用于动态范围_____（大或小）的信号。

9. 群同步的主要性能指标是_____、_____和_____。

10. 匹配滤波器所依据的最佳准则是_____，如果信号$f(t)$的频谱为$F(\omega)$，则其匹配滤波器的传输函数为_____，冲激响应为_____。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 分别画出数字通信系统框图和模拟通信系统框图。

2. 设噪声单边带功率谱密度为n_0，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*由香农公式讨论信道容量与信号功率、噪声功率与信号带宽之间的关系。

3. 一传输速率为 1kb/s 的通信系统，设误码率为 10^{-4}，群同步码采用连贯式插入法，设同步码长 $n=7$，试分别计算 $m=0$ 和 $m=1$ 时的漏同步概率和假同步

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

概率。

4. SSB 的产生方法有哪些？各有何技术难点？

5. 什么是眼图？它有什么作用？由眼图模型可以说明基带传输系统的哪些性能？

三、综合题（每题 10 分， 共 50 分）

1. 设某调频信号的表达式为$s(t)=10\cos\left(2\times10^{6}\pi t+10\cos 2000\pi t\right)$，求：

（1）已调信号的平均功率；

（2）已调信号的最大频移；

（3）已调信号的最大相移；

（4）已调信号的带宽。

2. 设某一无码间串扰的传输系统具有$\alpha=1$的升余弦传输特性。

（1）试求该系统的最高无码间串扰的码元传输速率及系统的频带利用率；

（2）当升余弦谱传输特性的$\alpha=0.25$及$\alpha=0.5$时，若要传输 PCM30/32 路的数字电话（传输速率2048kbps），试求系统所需要的最小带宽。

3. 某PCM 通信系统采用A 律 13 折线编码，设最小量化级为 1 个量化单位，已知抽样值为-618Δ。

（1）若段内码用自然二进制码，求所得编码，并计算量化误差；

（2）写出对应于该 7 位非线性码（不含极性码）的均匀量化11位码；

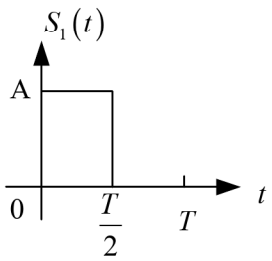
（3）若收到的码组为01100101，求译码器输出多少个量化单位？

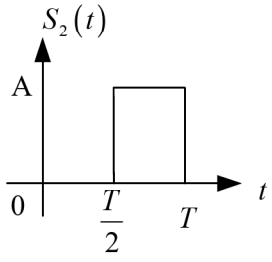
4. 设到达接收机输入端的二进制码元的波形如图 1 所示，分别对应“1”和“0”，设输入等概。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

（1）画出匹配滤波器形式的最佳接收电路结构；

（2）确定匹配滤波器的冲激响应以及可能的输出波形；

（3）若信道白噪声单边功率谱密度为n_0，求最佳误码率。





更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5. 设发送的绝对码序列为0110110，采用2DPSK方式传输，已知码元传输速率为2400B，载波频率为2400Hz。

(1) 试构成一种2DPSK信号调制器原理框图；

(2) 若采用差分相干方式解调，试画出解调器原理框图及各点时间波形。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017 年补考参考答案

一、填空题

1. 误码率、误信率；传信率、传码率、频带利用率

2. 2.375b/symbol

3. 时间 t；时间间隔 τ

4. 6.8kHz；3.4kHz；6.8kHz

5. SSB；FM

6. +1 -1 0 +1 0 0 -1 0 0 0 0 +1；+1 -1 0 +1 0 0 -1 0 0 0 -V 0 +1 (或+1 -1 0 +1 0 0 -1 0 0 0 -1 0 +1)

评注：AMI 码：把原码中的 1 用±1 交替表示；

HDB_3 码：除了 AMI 码的编码方法以外，还要对连零进行破除。当遇到 3 个以上连零时，第 4 个 0 变成与前一个 1 **相同符号的 1**(为了和 1 区别通常用 V 表示，译码时译成 0)，这个 V 也需要正负交替出现，即前一个是+V 后一个必须是-V。如果不能满足这个条件时，我们需要把前面的 3 个连 0 中的第 1 个变成和前一个 V 极性相反的 1(通常用 B 表示，译码同样译成 0)，这时的 V 和 B 保持相同极性即可。再强调一下，**不论是±B 还是±V，在波形上都表现为±1，也就是说，不能直接从波形上去区别±B、±V 和±1。**

如举个例子来说。如 1000110000，我们编码成+1 0 0 0 +V(第 4 个 0 变成与前面的 1 相同极性的 1) -1(正负交替出现) +1 -B(后面按照规则 V 应该和+1 极性一致，但是 V 必须正负交替，所以将 3 连 0 的第一个 0 变成-1(用 B 表示)，使得-V 和-B 保持相同极性) 0 0 -V(前面是+V 这里必须是-V)。即+1 0 0 0 +V -1 +1 -B 0 0 -V(或+1 0 0 0 +1 -1 +1 -1 0 0 -1)。

译码时，将±1000±1 译为±10000，将±100±1 译为 0000，其它译为 1 即可。

7. 时域均衡

8. 小

9. 漏同步概率；假同步概率；**群同步平均建立时间**

10.最大输出信噪比准则；$F^*(\omega)e^{-j\omega T_s}$；$f(T_s-t)$

二、简答题

1. 参考教材第一章。

2. 香农公式：$C=B\log_2\left(1+\dfrac{S}{n_0B}\right)$

(1) $S\to\infty$ 或 $n_0\to 0$ 时，$C\to\infty$；

(2) $B\to\infty$ 时，$C\to 1.44\dfrac{S}{n_0}$。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. $m=0$时，漏同步概率 $P_0=np=7\times10^{-4}$，假同步概率 $P_1=\dfrac{C_7^0}{2^7}=\dfrac{1}{128}$

$m=1$时，漏同步概率 $P_0=1-C_7^0p^0(1-p)^7-C_7^1p^1(1-p)^6=2.1\times10^{-7}$，

假同步概率 $P_1=\dfrac{C_7^0+C_7^1}{2^7}=\dfrac{1+7}{128}=\dfrac{1}{16}$

4. 产生方法有滤波法和相移法。

滤波法难点：通带边缘陡降。

相移法难点：精准的$\dfrac{\pi}{2}$相移。

5. 眼图是通过用示波器的余辉作用观察接收端基带信号的波形，从而估计和调整系统性能的一种实验手段。眼图可以定性反映出码间串扰的大小、噪声的大小、位定时偏差等。

三、1.解：(1) $P_{av}=\dfrac{1}{2}\times10^2=50\text{W}$

(2) 调制信号频率 $F=1\text{kHz}$，$m=10$，$\Delta f_m=m_fF=10\text{kHz}$

(3) 最大相移：$\Delta\theta_m=m=10\text{rad}$

(4) $B=2(m_f+1)F=22\text{kHz}$

2.解：(1) $\eta=\dfrac{2}{1+\alpha}=1\text{B/Hz}$，$R_{Bmax}=B$

(2) $R_b=2048\text{kbps}$，$\alpha=0.25$时，$\eta_b=\dfrac{2}{1.25}\text{bps/Hz}$，$B=\dfrac{R_b}{\eta_b}=1280\text{kHz}$

$\alpha=0.5$时，$\eta_b=\dfrac{2}{1.5}=\dfrac{4}{3}\text{bps/Hz}$，$B=\dfrac{R_b}{\eta_b}=1536\text{kHz}$

3.解：(1)负极性，$C_1=0$，处于第 7 段，$C_2C_3C_4=110$，段内量化电平为32Δ。

$618=512+32\times3+10$，$C_5C_6C_7C_8=0011$。故输出码组为 01100011。

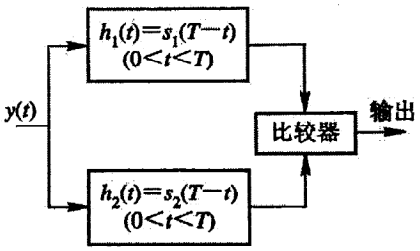
量化电平：-608Δ，量化误差：$\left|-608\Delta-(-618\Delta)\right|=10\Delta$。

(2) $608=2^9+2^6+2^5$，输出 11 位码为：01001100000。

(3) 接收码组为：01100101，译码：$-\left(512+5\times32+\dfrac{32}{2}\right)=-688\Delta$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.解：(1)最佳接收机电路结构如下：



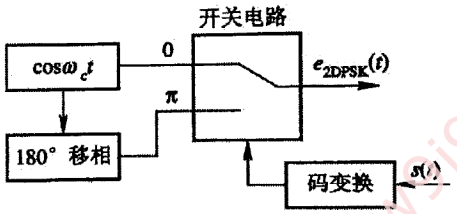
(2) $h_1(t)=s_1(-t+T)$，$h_2(t)=s_2(-t+T)$

图略。

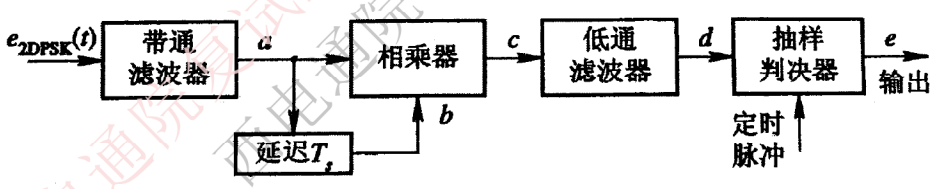
(3) $E_1=E_2=E_b=\int_0^T s_1^2(t)\,dt=\frac{A_0^2T}{2}$，相关系数 $\rho=0$，$P_e=\frac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{2n_0}}\right)=\frac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\frac{A^2T}{4n_0}}\right)$。

评注：与匹配滤波器相对应的还有相关器形式的最佳接收机，大家也应掌握。

5.解：(1)电路图如下：



(2)差分相干解调原理框图如下：



各点时间波形略。注意规定 $\Delta\varphi=\begin{cases}0, & \text{表示数字“0”}\\ \pi, & \text{表示数字“1”}\end{cases}$ 或 $\Delta\varphi=\begin{cases}0,\text{表示数字1}\\ \pi,\text{表示数字0}\end{cases}$，两种方式画出的结果不同。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015 年（A）通信原理期末考试题

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 常用的反映数字通信系统可靠性的性能指标包括_____和_____，反映数字通信系统有效性的性能指标包括_____和_____。

2. 若某离散信源的输出包含 5 种符号：x_1、x_2、x_3、x_4、x_5。其概率分别为$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{8}$、$\frac{1}{8}$。若信源每秒传 200 个符号，*(晋程西电通院考研 QQ 群: 680630306)*则该信源 1 分钟传输的平均信息量为_____。

3. 某单色图像传输系统中，每帧图像包含 4096×2160 个像素，每个像素采用 8 电平量化，不同亮度电平等概出现，若线路传输条件为：$B=3\ \text{kHz}$，$\frac{S}{N}=255$。则传输一帧图像所需的最短时间为_____。

4. 模拟调制系统中的线性调制方式包括_____、_____和_____等。

5. 零均值的高斯平稳窄带过程，其包络的一维概率密度函数是_____，包络服从_____分布。

6. 已知数字信源输出的二进制码为 1100010100000010，其对应的 AMI 码为_____，其对应的 HDB_3 码为_____。

7. 均匀量化器的主要缺点是_____。

8. 数字通信中，按照同步的功用可分为_____、_____和_____等。

9. 2ASK 系统的码元速率为1000B，则其已调信号的谱零点带宽为_____；若以此带宽作为系统的传输带宽，其频带利用率为_____。

10. 对二进制确知信号 $s_1(t)$ 和 $s_2(t)$ 进行最佳接收时，假设发射波形先验等概，最佳接收机设计所遵循的最大似然准则为_____。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 画出 AM 调制器及其采用包络检波的解调器原理框图，并回答如下问题：在实际的工程应用中，如果对 AM 信号采用包络检波进行解调，需要避免什么问题？

2. 随参信道的传输媒质有哪几个特点？对于信号的传输有哪些影响？

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 简述BPSK信号接收时采用平方环法提取相干载波的原理。为什么会出现倒π现象？如何克服这个问题？

4. 已知数字信号1011010，码元速率为1200B，载波频率为1200Hz，画出2PSK、2DPSK的波形以及2DPSK差分相干解调的原理框图。

5. 一传输线路的频率范围是600Hz～3000Hz，现有一个计算机数据终端，通过Modem连接到该线路上，若数据终端的传输速率为600b/s，Modem采用2FSK方式，如何选择两个合适的载频满足这样的传输，并说明原因。

三、综合题（每题10分， 共50分）

1. 已知某FM 信号的表达式为 $s_m(t)=10\cos\left[10^6\pi t+8\cos\left(10^3\pi t\right)\right]$，调频灵敏度 $K_f=200\text{Hz/V}$ 。

求：（1）调制信号$m(t)$的表达式；

（2）此调频波的调频指数、最大频偏和带宽。

2. 设某基带传输系统的传输函数如下：

$$H(\omega)=\begin{cases}1+\cos\dfrac{\omega}{4f_N}, & |\omega|\le 4\pi f_N\\ 0, & \text{其他}\omega\end{cases}$$

求：（1）该系统无码间干扰时的最大码元速率、滚降系数α及最高频带利用率；

（2）若$f_N=1\text{kHz}$，讨论采用十六进制，分别以 8kb/s 和 6kb/s 的速率传输时，是否存在码间干扰？

3. 某PCM通信系统采用A律 13 折线编码，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*编码器的设计输入电压范围是-5V~+5V，输入抽样脉冲为−3.1640625V，设最小量化级为1个量化单位Δ，段内码自然二进制码，

（1）求编码器的输出码字和量化误差；

（2）对应该输入抽样脉冲的线性码(11位线性码)；

（3）若发送的码字是01100101，由于误码原因收到的是01100001，该误码所造成的输出电压误差是多少？

4. 一个二进制数字通信系统，发1用+1V的非归零矩阵波形，发0用-1V的非归零矩阵波形，发射信号先验等概，信道干扰是加性高斯白噪声，单边功率谱密

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

度为10^{-3}W/Hz，如果用匹配滤波器检测接收信号，求：

（1）试画出匹配滤波器形式的最佳接收机结构；

（2）画出匹配滤波器可能的输出波形（共两种）；

【评注：可能的输出波形当然共 4 种； 不可能共有两种或者指定：当接收“1”时，？的输出】

（3）求误码率$P_e \le 10^{-3}$时的最大传信速率。提示：$\mathrm{erf}(2)=0.998$。

5. 设某数字传输系统中的群同步采用 7 位长的巴克码(1110010)，采用连贯式插入法。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

（1）画出群同步码识别器原理方框图；

（2）若码元错误概率为P_e，群同步码识别器判决门限电平为2.8，试求该识别器假同步的概率。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015 年参考答案

一、填空题

1.误码率；误信率；传码/信率；频带利用率

2. 2.7×10^4 bit

评注：$I=R_b t=R_B\cdot H\cdot t=200\times\left(3\times\frac{1}{4}\text{lb}4+2\times\frac{1}{8}\text{lb}8\right)\times60=2.7\times10^4\text{bit}$

3.1105.92s

评注：$I_1=\text{lb}8=3\text{bit/像素}$

$$t=\frac{I}{C}=\frac{I_1\times4096\times2160}{B\text{lb}\left(1+\frac{S}{N}\right)}=\frac{265400}{3\times10^3\times\text{lb}256}=1105.92\text{s}$$

4.AM；DSB；SSB

5. $f(a_\xi)=\frac{a_\xi}{\sigma_\xi^2}e^{-\frac{a_\xi^2}{2\sigma_\xi^2}}$；瑞利

6.+1 -1 0 0 0 +1 0 -1 0 0 0 0 0 0 +1 0；+1 -1 0 0 0 +1 0 -1 0 0 0 -*V* 0 0 +1 0

7. $\frac{S}{N_q}$小时，达不到量化要求

8.载波同步；位同步；群同步；网同步(写三种即可)

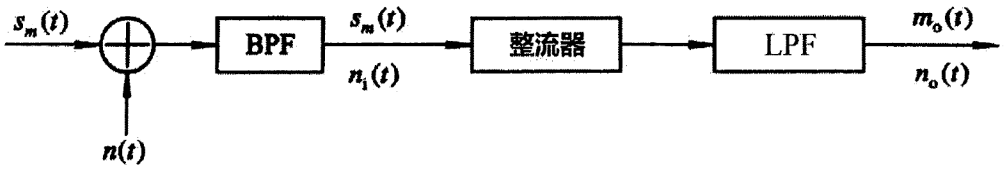
9.2000Hz；$\frac{1}{2}$B/Hz

评注：$B=2R_B=2000\text{Hz}$；$\eta=\frac{R_B}{B}=0.5\text{B/Hz}$。频带传输的频带利用率范围是 0.5~1，基带是 1~2。

10. $f_{s_1}(y)>f_{s_2}(y)$，判为s_1；$f_{s_1}(y)<f_{s_2}(y)$，判为s_2。

二、简答题

1.解：



要避免的问题：小信噪比时的门限效应。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.解：随参信道的传输媒质具有以下特点：

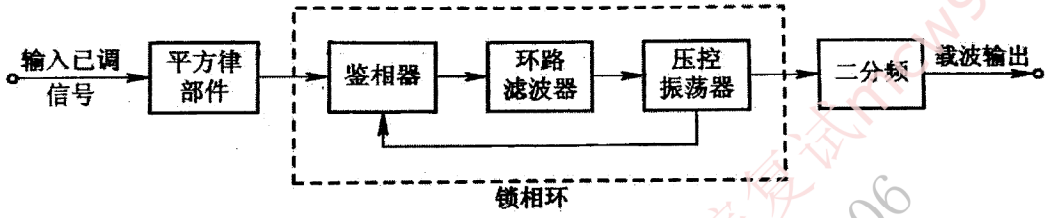
(1)对信号的衰耗随时间随机变化；

(2)信号传输的时延随时间随机变化；

(3)多径传播。

影响：(1)多径衰落；(2)频率选择性衰落。

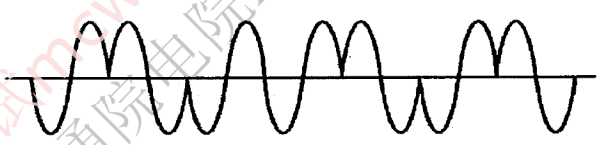
3.解：平方环法提取相干载波原理框图如下：



2PSK 信号平方后，当 $g(t)$ 为矩形脉冲时，有 $e(t)=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\cos 2\omega_c t$。假设环路锁定，VCO 频率锁定在 $2\omega_c$ 频率上，其输出信号为 $v_0(t)=A\sin(2\omega_c t+2\theta)$，其中 θ 为相位差，经鉴相器后输出的误差电压为 $v_d=K_d\sin 2\theta$，环路锁定后，θ 很小，因此 VCO 的输出经过二分频后，就是所需的相干载波。

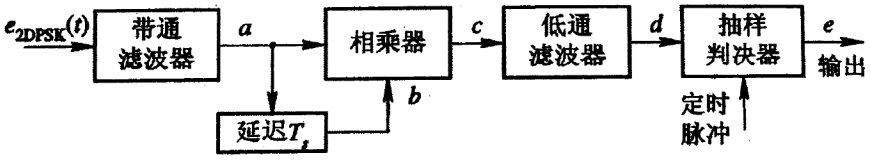
评注：教材 P307。

4.解：$1200\div 1200=1$，每个码元周期画一个载波，假设 0 相位表示“0”，π 相位表示“1”，则可画出 2PSK 波形如下：



设初始相位为 0，按第一种定义方式 $\Delta\varphi=\begin{cases}0^\circ, & \text{表示数据“0”}\\ 180^\circ, & \text{表示数据“1”}\end{cases}$，则差分编码后的波形为 1101100，由此画出 2DPSK 的波形(略)。

2DPSK 差分相干解调原理框图如下：



5.解：采用 2FSK，选择载频传输，则 $B_C=3000-600=2400\text{Hz}$。

两个主瓣不能重叠，故 $B_{2FSK}=|f_1-f_2|+1200\le 2400\text{Hz}$，则唯一解 $f_1=600+600=1200\text{Hz}$，$f_2=3000-600=2400\text{Hz}$。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、综合题

1.解：(1) $s_{\mathrm{m}}(t)=A\cos\left[\omega_{\mathrm{c}}t+K_{\mathrm{f}}\int m(\tau)\mathrm{d}\tau\right]=10\cos\left[\left(10^{6}\pi t\right)+8\cos\left(10^{3}\pi t\right)\right]$，

$K_{\mathrm{f}}=200\mathrm{Hz/V}=400\pi\ \mathrm{rad/V}$。

故 $\int_{-\infty}^{t}m(\tau)\mathrm{d}\tau=\dfrac{8}{400\pi}\cos 10^{3}\pi t$，$m(t)=-\dfrac{8\times10^{3}\pi}{400\pi}\sin 10^{3}\pi t=-20\sin 10^{3}\pi t$。

(2)调频指数：$m_{\mathrm{f}}=8$，$\Delta f=m_{\mathrm{f}}\cdot f_{\mathrm{m}}=8\times500=4000\mathrm{Hz}$，$B=2\left(m_{\mathrm{f}}+1\right)f_{\mathrm{m}}=9\mathrm{kHz}$。

评注：AM 和 FM 二选一必考。注意调频灵敏度的单位是 rad/V 还是 Hz/V。

2.解：(1)最大码元速率：$R_{\mathrm{Bmax}}=2W_{1}=2f_{\mathrm{N}}$　　滚降系数：$\alpha=\dfrac{W_{2}}{W_{1}}=1$

最高频带利用率：$\eta=\dfrac{R_{\mathrm{Bmax}}}{B}=1\mathrm{B/Hz}$

(2) $R_{\mathrm{Bmax}}=2W_{1}=2\mathrm{kB}$，十六进制时，$R_{\mathrm{bmax}}=2\mathrm{k}\times\mathrm{lb}16=8\mathrm{kbps}$。

以 8kbps 速率传输时不存在码间串扰，6kbps 速率传输时存在码间串扰。

评注：只要传输速率的 n 倍是 R_{bmax} 就不会存在码间干扰。

3.解：(1) $\Delta=\dfrac{5}{2048}$，$I_{\mathrm{s}}(\Delta)=\dfrac{I_{\mathrm{s}}(\mathrm{V})}{5}\times2048=-1296\Delta<0$。故 $C_{1}=0$。

$1024\Delta<\left|I_{\mathrm{s}}\right|<2048\Delta$，位于第 8 段，$C_{2}C_{3}C_{4}=111$。

$I_{\mathrm{s}}-1024\Delta=272\Delta=4\times64\Delta+16$，$C_{5}C_{6}C_{7}C_{8}=0100$。

故输出 8 位码字为 01110100，量化误差为 16。

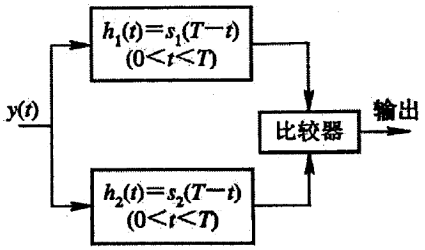
(2)7 位非线性码组为 1110100，转换为 11 位线性码组为 **10100**000000。

(3) $01100101\rightarrow01100001$，$C_{2}C_{3}C_{4}=110$，故位于第 7 段，量化间隔为 32Δ。从 101 错到 001，段内序号相差 4，故输出电压误差为 $4\times32\times\dfrac{5}{2048}=0.3125\mathrm{V}$。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4. 解：(1)匹配滤波器形式的最佳接收机结构如下图：

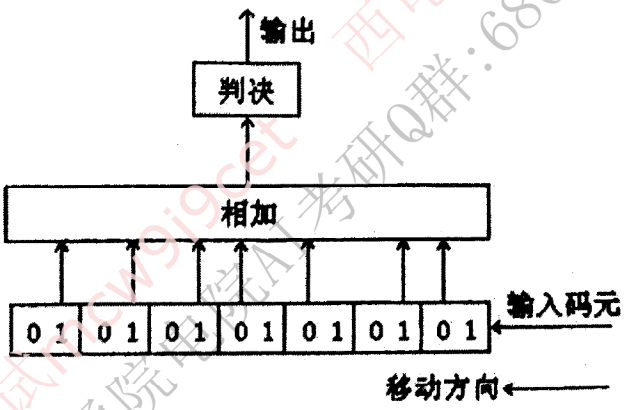


(2)略。大家参考后面的题。

(3) $P_e=\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{n_0}}\right)=\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\frac{E_b}{10^{-3}}}\right)\le 10^{-3}$， $E_b\ge 4\times10^{-3}$

$E_b=\int_0^{T_B}s_1^2(t)\mathrm{d}t=T_B\ge 4\times10^{-3}$， $R_b=R_B=\frac{1}{T_B}\le 250\mathrm{B}$

5.解：(1)群同步码识别器原理方框图：



(2) $n=7$，群同步码识别器判决门限电平为 2.8，则最大允许错误码元数 $m=\left\lfloor\frac{7-2.8}{2}\right\rfloor=2$，

则假同步概率： $P_2=2^{-7}\sum_{r=0}^{2}C_7^r=\frac{C_7^0+C_7^1+C_7^2}{2^7}=\frac{1+7+21}{128}=\frac{29}{128}\approx 0.23$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015 年（B）通信原理期末考试题

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 均衡器的作用是_____，可以分为_____和_____。

2. 某二进制离散信源，1、0 发生概率分别为$\frac{1}{4}$和$\frac{3}{4}$，该信源的平均信息量为_____。

3. 假设信息速率为10kb/s，若采用 4PSK 调制方式传输，信号频谱的主瓣宽度为_____，若采用8PSK 调制方式传输，则信号频谱的主瓣宽度为_____。

4. 已知二进制代码为 11000010100000000101，其相应的 AMI 码为_____，HDB_3码为_____。

5. 模拟信号数字化过程中，两种基本的编码方式为_____和_____。

6. 对信号$s(t)$进行匹配滤波，该滤波器的传输函数$H(\omega)$为_____，滤波器的最大输出信噪比为_____。

7. 通信系统中常用的两种广义信道为_____信道、_____信道。

8. 数字通信系统中的同步主要有_____、_____、_____和网同步。

9. 数字通信系统的最佳接收中，最直观最合理的准则是_____准则，它是数字通信系统最常用的准则。在加性高斯白噪声条件下，该准则与_____准则等价。

10. 某些模拟调制系统采用非相干解调，当接收机输入信噪比下降到一定程度时会出现所谓的_____，输出信噪比将急剧恶化。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 怎样区分一个信道是恒参信道还是随参信道？请分别举出恒参及随参信道信道的例子。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

2. 画出 2PSK 调制器及解调器的原理框图。

3. DSB 和SSB 调制系统的抗噪声性能是否相同？为什么？

4. 简述什么是眼图，并画出眼图模型，指出从眼图模型可以获得哪些信息？

5. 什么叫均匀量化和非均匀量化？

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

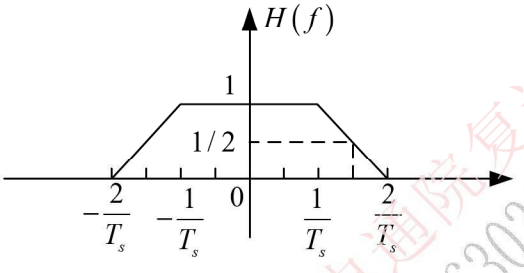
三、综合题（每题 10 分，共 50 分）

1. 在模拟信号数字化传输系统中，对模拟信号的采样值进行 A 律13 折线编码，设编码器输入信号的抽样值为-1090Δ 。

（1）试求编码器的输出码组，并计算量化误差。

（2）试说明接收端译码器采用 7/12 变换的原因。

2. 某基带传输系统的传输特性如图所示：



（1）如无码间干扰传输，则最高码元传输速率、频带利用率、滚降系数各为多少？

（2）若分别以 $\frac{1}{T_s}$、$\frac{2}{T_s}$、$\frac{3}{T_s}$、$\frac{4}{T_s}$ 的速率传输，哪些速率传输能消除码间干扰？

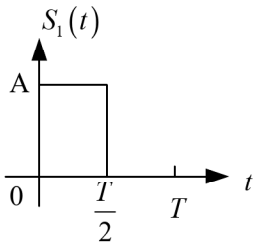
3. 包络检波 AM 信号，设接收机中理想带通滤波器的带宽为 20kHz，载频为 200kHz，并设 AM 信号的载波功率为160mW，边带功率为每边带 20mW，信道噪声双边功率谱密度为 $P(f)=0.2\times10^{-8}\,\mathrm{W/Hz}$，试求：

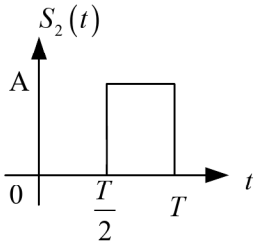
（1）解调器输入端的信噪功率比；

（2）解调器输出端的信噪功率比；

（3）调制增益 G 。

4. 到达接收机输入端的二进制等概码元 $S_1(t)$，$S_2(t)$ 的波形如图所示，输入高斯噪声功率谱密度为 $\frac{n_0}{2}$，





更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（1）画出相关器形式的最佳接收机结构；

（2）求$S_1(t)$、$S_2(t)$的互相关系数ρ，并计算该系统的误码率。

5. 在2DPSK系统中，载频为1200Hz，码元速率为1200B，已知发送数据序列为：0110，且规定为：$\Delta\varphi=\begin{cases}0,\text{表示数字1}\\ \pi,\text{表示数字0}\end{cases}$

（1）试画出2DPSK信号的波形；

（2）试画出相干解调加码变换的原理框图以及各点信号波形；

（3）若采用差分相干解调，且要求解调器输出端的误码率不超过10^{-5}，则解调器输入端的信噪比应满足什么条件？

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2015 补考参考答案

一、填空题

1. 减小和消除码间干扰；时域均衡；频域均衡

2. 0.81

3. 10kHz；6.67kHz

4. +1 -1 0 0 0 0 +1 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 +1 0 -1；+1 -1 0 0 0 -*V* +1 0 -1 +*B* 0 0 +*V* -*B* 0 0 -*V* +1 0 -1

5. PCM、ΔM

6. $KS^*(\omega)e^{-j\omega t_0}$；$\dfrac{2\int_{-\infty}^{+\infty}s^2(t)\,dt}{n_0}$

7. 调制；编码

8. 载波同步；位同步；群同步

9. 最小差错概率；似然比

10.门限效应

二、简答题

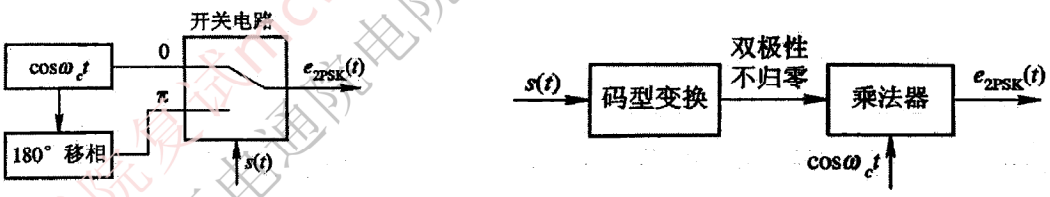
1.答：恒参信道：信道参数不随时间变化或随时间缓慢变化。

例子：电缆、微波视距、卫星中继。

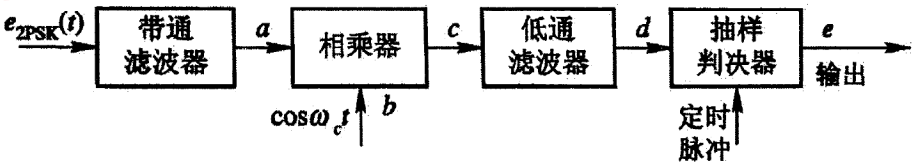
随参信道：信道参数随时间迅速变化。

例子：陆地移动、短波电离层反射。

2.答：调制器框图：(以下二选一即可)



解调器框图：



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.答：相同。设 DSB 与 SSB 调制系统具有相同的输入信号功率 S_i，相同的输入噪声功率谱密度 n_0，相同的基带信号带宽 f_H。

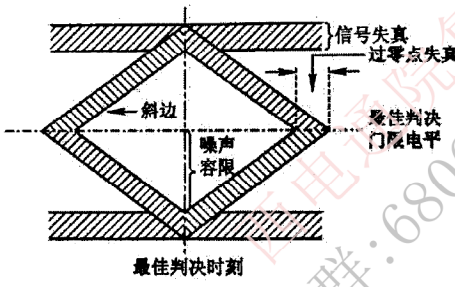
则 DSB 解调后 $\frac{S_o}{N_o}=2\frac{S_i}{N_i}=2\frac{S_i}{n_0 2f_H}=\frac{S_i}{n_0 f_H}$

SSB 解调后 $\frac{S_o}{N_o}=\frac{S_i}{N_i}=\frac{S_i}{n_0 f_H}$

两者相等。

4.解：眼图是通过实验手段在示波器上看到的基带信号的一种显示图形。

眼图模型如下：



眼睛张开最大时刻：最佳抽样时刻；

斜边：斜率决定干扰对抽样定时误差的灵敏程度：斜率越大，对定时误差越灵敏；

阴影垂直高度：信号的畸变范围；

横轴：判决门限电平；

抽样时刻上，上下阴影区的间隔距离之半为噪声容限；

倾斜阴影带和横轴相交的区间表示过零点畸变。

5.答：均匀量化：把输入信号的取值域按等距离分割的量化；

非均匀量化：在信号动态范围内量化间隔不相等的量化。

三、综合题

1.解：(1)抽样值为负，$C_1=0$。

$1024\Delta<1090\Delta<2048\Delta$，位于第 8 段，$C_2C_3C_4=111$。

$1090\Delta-1024\Delta=66\Delta$，$64\Delta<66\Delta<128\Delta$，故 $C_5C_6C_7C_8=0001$。

综上，$C_1C_2C_3C_4C_5C_6C_7C_8=01110001$

量化误差：$66\Delta-64\Delta=2\Delta$

(2)减小量化误差，采用 7/12 变换，**人为将量化电平移到量化间隔的中间**，使最大量化误差不超过 $\frac{\Delta V_i}{2}$，从而改善量化信噪比。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.解：(1)等效奈奎斯特带宽：$W_1=\dfrac{1.5}{T_s}$

最高码元传输速率：$R_{B\max}=2W_1=\dfrac{3}{T_s}$

频带利用率：$\eta=\dfrac{R_{B\max}}{B}=\dfrac{3}{2}$

滚降系数：$\alpha=\dfrac{\dfrac{2}{T_s}-\dfrac{1.5}{T_s}}{\dfrac{1.5}{T_s}}=\dfrac{1}{3}$

(2) R_B 为 $\dfrac{1}{T_s}$、$\dfrac{3}{T_s}$ 时可以消除码间串扰。

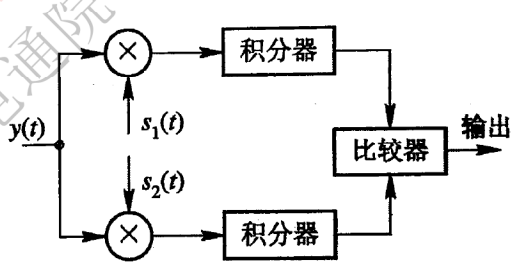
3.解：(1) $S_i=\dfrac{A_0^2}{2}+\dfrac{\overline{m^2(t)}}{2}=200\text{mW}=0.2\text{W}$

$N_i=P_n(f)\cdot 2B=0.2\times10^{-8}\times2\times2\times10^4=8\times10^{-5}\text{ W}$，$\dfrac{S_i}{N_i}=2500$

(2) $S_o=\overline{m^2(t)}=80\text{mW}=0.08\text{W}$，$N_o=n_0B=N_i=8\times10^{-5}\text{W}$，$\dfrac{S_o}{N_o}=1000$

(3) $G=\dfrac{\dfrac{S_o}{N_o}}{\dfrac{S_i}{N_i}}=\dfrac{1000}{2500}=0.4$

4.解：(1)结构如下：



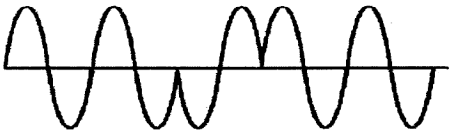
(2) $E=\dfrac{\int_0^{\frac{T}{2}}A^2\,\mathrm{d}t+\int_{\frac{T}{2}}^{T}A^2\,\mathrm{d}t}{2}=\dfrac{1}{2}A^2T$

$\rho=\dfrac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)\,\mathrm{d}t}{E}=0$

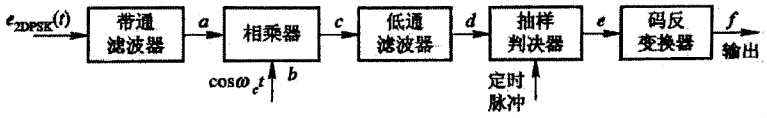
$P_e=\dfrac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\dfrac{E_b(1-\rho)}{2n_0}}\right)=\dfrac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\dfrac{E_b}{2n_0}}\right)=\dfrac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\dfrac{A^2T}{4n_0}}\right)$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

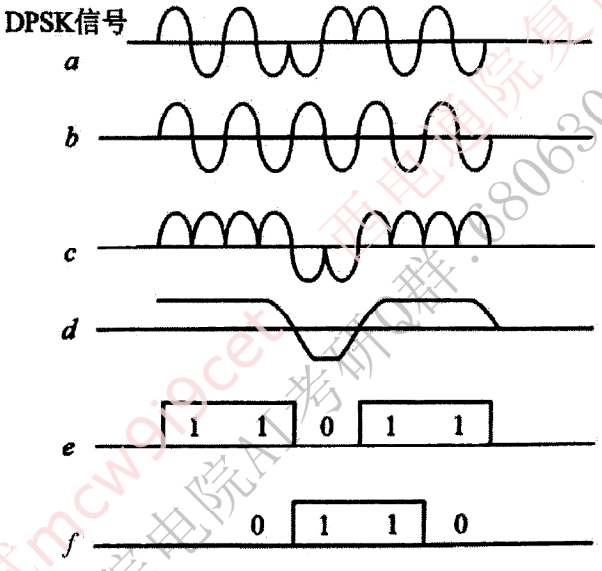
5.解：(1)设参考相位为 0，则输出应为 00100，波形为 00π00。波形如下：



(2)框图如下：



各点信号波形如下：



(3) $P_e=\frac{1}{2}e^{-r}\le 10^{-5}$，故 $r\ge \ln\left(\frac{1}{2}\times 10^{5}\right)=10.82$。

评注：请理解 P184~P185 的 2DPSK 解调过程，记住资料 P50 误码率表格。第一种定义是按**异或**方式编码，第二种定义实际是按**同或**方式编码。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014 年通信原理期末考试题

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 若消息代码序列为101110000110000010，其HDB_3码为 _____。

2. AM、DSB、SSB 和 FM 系统中，_____和_____抗噪声性能相同，_____和_____有效性相同。

3. 某信源输出有 5 种符号：x_1、x_2、x_3、x_4、x_5，其概率分别为$\frac{1}{2}$、$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{8}$、$\frac{1}{16}$、$\frac{1}{16}$。若信源每秒传10^4个符号，则传输1分钟的信息量为_____。

4. 在 VSB 调制系统中，为了不失真地恢复调制信号，其残留边带滤波器的传输函数$H_{VSB}(\omega)$应满足_____。

5. 在高斯白噪声信道条件下，用包络检波法接收2ASK信号，当发端发“ 1 ”码时，包络检波器输出服从_____分布，当发端发“ 0 ”时，包络检波器输出服从_____分布。

6. 对模拟信号$m(t)=A\cos(\omega_k t)$进行增量调制，假设抽样速率为f_s，量化台阶为σ，则最小编码电平为_____；最大允许的信号振幅为_____。

7. 一个时分多路的PCM系统，PCM信号采用2PSK调制进行传输，整个系统中所需的同步类型有_____、_____和_____。

8. 在数字通信系统中，接收端采用均衡的目的是_____。

9. 在 PCM30/32 基群帧结构中，TS16时隙传输_____，一个时隙的时长为_____，信息速率为_____。

10. 广义信道按照它包括的功能，可以分为_____和_____。

二、 简答题（每题6 分， 共 30 分）

1. 已知四位巴克码组为 (1101)，画出接收端识别器的原理图，并说明什么是漏同步以及如何降低漏同步概率。

2. 画出眼图模型，并在图中标出可以获取的信息（至少四点）。

3. 画出4PSK调制器的一种原理框图；若发送二进制信息为10011100，*(晋程西电*

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

*通院考研 QQ 群：680630306)*按照下表画出4PSK信号波形。

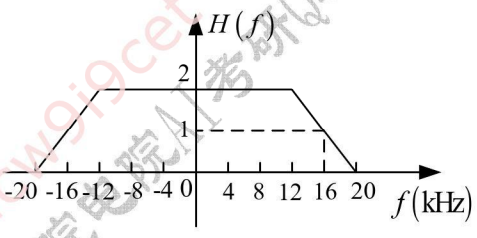
双比特码元		载波相位
0	0	0°
1	0	90°
1	1	180°
0	1	270°

4. 如何区分一个信道是恒参信道还是随参信道？信号在恒参信道中传输时主要有哪些失真？如何克服这些失真？

5. 与二进制数字调制相比较，多进制数字调制的主要优缺点是什么？若某通信系统的信息传输速率为 $R_b = 300\text{kbps}$，则分别采用4ASK和8PSK调制时，已调信号的谱零点带宽分别是多少？

三、综合题（每题 10 分， 共 50 分）

1. 假设某基带传输系统的总传输特性如图所示，



（1）如实现无码间干扰传输，则该系统的最高码元传输速率 $R_{B\max}$、最小码元宽度 $T_{s\min}$、最高频带利用率 $\eta_{\max}$、滚降系数 α 各为多少？

（2）某信源的信息速率为128kbps，要在该基带系统中实现无码间干扰传输，则应该选择几进制码元波形？

2. 在模拟信号数字化传输系统中，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*模拟话音信号的带宽为4000Hz， 对其进行A律13折线编码，编码器输入信号范围为 $[-5, +5]\text{V}$。设输入信号抽样值为 -3.548V。

（1） PCM编码第 3 段的量化间隔 $\Delta_3 = ?$

（2）试求PCM编码器的输出码组，并写出7位非线性码对应的11位线性码。

（3）接收端译码器输出的量化电平是多少？ 此时的量化误差是多少？

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 已知某单频调频波的振幅是10V，瞬时频率为

$$f(t)=10^6+10^4\cos 2\pi\times 10^3 t(\mathrm{Hz})$$

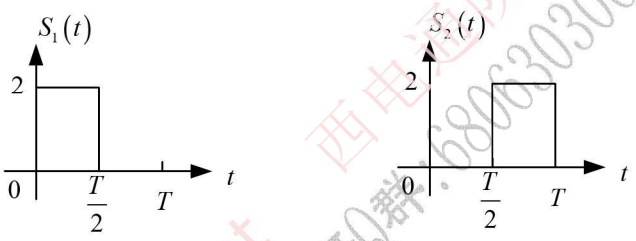
试回答：

（1）该调制属于线性调制 还是非线性调制？

（2）此调频波的表达式；

（3）此调频波的最大频率偏移、调频指数和频带宽度。

4. 到达接收机输入端的二进制等概码元$S_1(t)$，$S_2(t)$的波形如图所示，输入高斯白噪声双边功率谱密度为$\frac{n_0}{2}$，



（1）画出匹配滤波器形式的最佳接收机结构；

（2）设信息代码为101，1码及0码对应的波形分别为$S_1(t)$和$S_2(t)$，画出匹配滤波器形式的最佳接收机中各点波形；

（3）求$S_1(t)$和$S_2(t)$的互相关系数ρ，并说明该波形是否是最佳波形？如果不是，请画出一种最可能的最佳波形。

5. 在2DPSK系统中，载频为20kHz，码元速率为20kB，已知发送数据序列为：0110，且规定为：$\Delta\varphi=\begin{cases}0,\text{表示数字1}\\ \pi,\text{表示数字0}\end{cases}$

（1）确定该 2DPSK 信号的谱零点带宽；

（2）采用差分相干解调器对该信号进行解调，是否需要提取相干载波？ 请画出差分相干解调器的原理框图以及各点信号波形；

（3）若采用差分相干解调，解调器输入端信噪比为10dB，求传输10分钟的错码个数。

(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014 年参考答案

一、填空题

1. -1 0 +1 -1 +1 0 0 0 +*V* -1 +1 -*B* 0 0 -*V* 0 +1 0

2.DSB；SSB；AM；DSB　评注：教材 P89。

3.1125kb

评注：$I=60\times10^4\times\left(\frac{1}{2}\times1+\frac{1}{4}\times2+\frac{1}{8}\times3+2\times\frac{1}{16}\times4\right)=1125000\text{bit}$。知识点教材 P9。

4. $H_{\text{VSB}}(\omega+\omega_c)+H_{\text{VSB}}(\omega-\omega_c)=$常数，$|\omega|\le\omega_H$　评注：教材 P69。

5.莱斯；瑞利　评注：教材 P192。

6. $\frac{\sigma}{2}$；$\frac{\sigma f_s}{\omega_k}$　评注：教材 P170。

7.载波同步；群同步；位同步　评注：教材 P305。

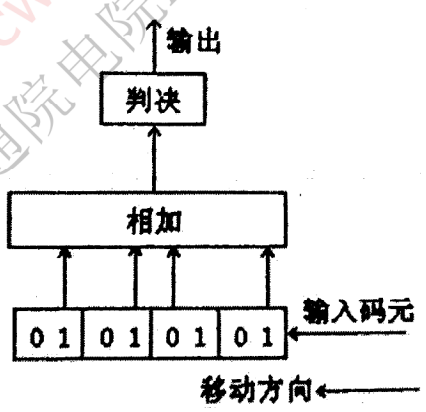
8.减少、消除码间串扰

9.话路信令；3.91μs；2.048Mbps　评注：教材 P287。$125\div32=3.91\mu s$。

10.调制信道；编码信道　评注：教材 P36。

二、简答题

1.原理图如下：



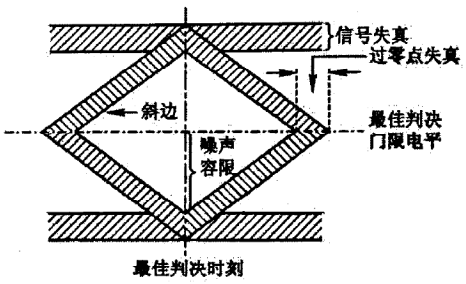
漏同步：由于干扰的影响，接受的同步码组中可能出现一些错误码元，使得识别器不能识别已发出的同步码组，出现的这种情况称为漏同步。

降低漏同步概率的方法：降低判决门限。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.解：眼图模型如下：



眼睛张开最大时刻：最佳抽样时刻；

斜边：斜率决定干扰对抽样定时误差的灵敏程度：斜率越大，对定时误差越灵敏；

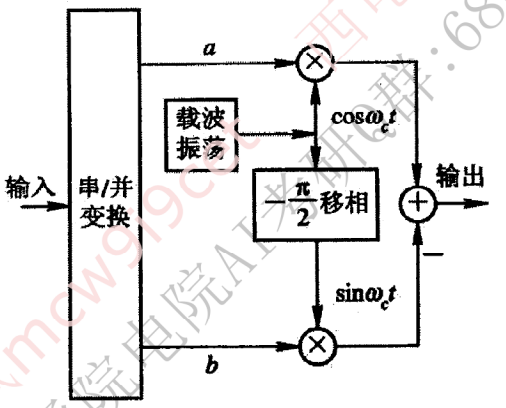
阴影垂直高度：信号的畸变范围；

横轴：判决门限电平；

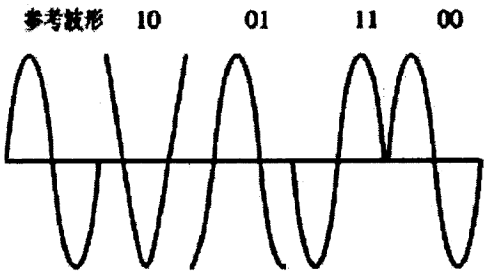
抽样时刻上，上下阴影区的间隔距离之半为噪声容限；

倾斜阴影带和横轴相交的区间表示过零点畸变。

3.解：4PSK 调制器的一种原理框图如下：



10011100 可分为四组，10 01 11 00。波形如下：



4.解：恒参信道：信道参数不随时间变化或随时间缓慢变化；

随参信道：信道参数随时间迅速变化。

信号在恒参信道中主要有：频率—幅度失真，频率—相位失真，克服这些失真的方法是用均衡器进行补偿。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5.解：多进制数字调制的主要优点：提高了频带利用率。

主要缺点：增加信号功率，实现上更加复杂。

采用 4ASK 调制时，已调信号的谱零点带宽为：$300 \div \text{lb}\, 4 \times 2 = 300\ \text{kHz}$

采用 8PSK 调制时，已调信号的谱零点带宽为：$300 \div \text{lb}\, 8 \times 2 = 200\ \text{kHz}$

三、综合题

1.解：(1) $R_{\text{Bmax}} = 2W_1 = 32\text{kB}$，$T_{\text{smin}} = \dfrac{1}{R_{\text{Bmax}}} = \dfrac{1}{32\text{k}} = 31.25\mu\text{s}$，

$\eta_{\max} = \dfrac{R_{\text{Bmax}}}{B} = 1.6$，$\alpha = \dfrac{W_2}{W_1} = \dfrac{4}{16} = 0.25$

(2) $R_{\text{Bmax}} = 2W_1 = 32\text{kB}$，二进制 $R_{\text{bmax}} = R_{\text{Bmax}} = 32\text{kbps}$。

所以 $\dfrac{R_{\text{b}}}{R_{\text{bmax}}} = \dfrac{128}{32} = 4$，应采用十六进制码元波形。

评注：$2^4 = 16$。

2.解：(1)第 3 段量化间隔 $\Delta_3 = 2$。

(2) $I_{\text{s}} = -3.548\text{V}$，归一化为 $I_{\text{s}} = -\dfrac{3.548}{\dfrac{5}{2048}} = -1453\Delta < 0$。故 $C_1 = 0$。

而 $1024\Delta < |I_{\text{s}}| < 2048\Delta$，故位于第 8 段，$C_2C_3C_4 = 111$，$|I_{\text{s}}| - 1024\Delta = 429\Delta = 64\Delta \times 6 + 45\Delta$，

故 $C_5C_6C_7C_8 = 0110$。

输出码组：01110110，7 位非线性码 1110110 对应 11 位线性码为 10110000000。

(3)接收端译码器输出的量化电平是：$-(1024\Delta + 64\Delta \times 6 + 32\Delta) = -1440\Delta$

量化误差：$1453\Delta - 1440\Delta = 13\Delta$。

评注：编码器输出端不用平移 $\dfrac{\Delta}{2}$，而译码器输出端要平移 $\dfrac{\Delta}{2}$，所以量化误差会有区别。

3.解：(1)非线性调制。因为信号幅度不变，而频谱结构发生了变化。

(2) $\omega(t) = 2\pi f(t) = 2\pi \times 10^6 + 2\pi \times 10^4 \cos 2\pi \times 10^3 t$

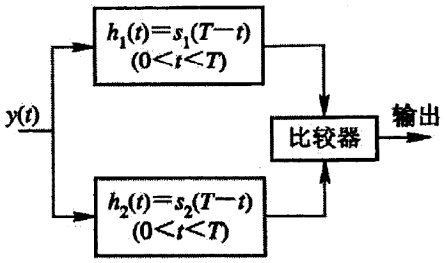
$\theta(t) = \int_{-\infty}^{t} \omega(\tau)\,\text{d}\tau = 2\pi \times 10^6 t + 10\sin 2\pi \times 10^3 t$

$\therefore s_{\text{FM}}(t) = 10\cos\left(2\pi \times 10^6 t + 10\sin 2\pi \times 10^3 t\right)\text{V}$

(3) $\Delta f = 10^4\,\text{Hz}$，$m_{\text{f}} = \dfrac{\Delta f}{f_{\text{m}}} = 10$，$B = 2(m_{\text{f}} + 1)f_{\text{m}} = 22\text{kHz}$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.解：(1)结构如下：

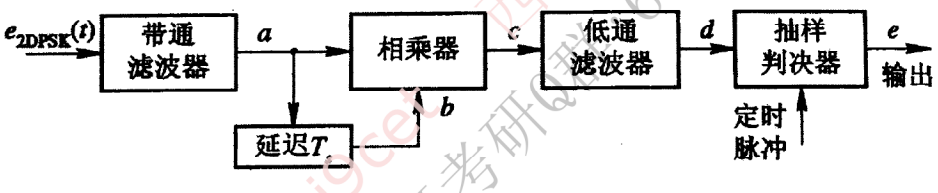


(2)波形略。

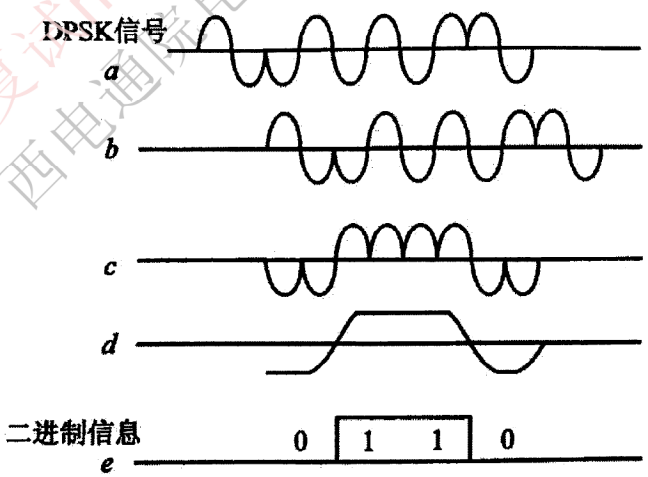
(3) $\rho=\dfrac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)\,\mathrm{d}t}{E}=0$，该波形不是最佳波形。最佳波形 $\rho=-1$，画出的波形关于 t 轴对称即可。

5.解：(1) $B_{\mathrm{DPSK}}=2R_{\mathrm{B}}=40\mathrm{kHz}$

(2)不需要。差分相干解调原理框图如下：



每个周期应画 $20\div20=1$ 周载波。假设参考相位为 0(参考码元为 1)，按定义，DPSK 应输出 10001，差分相干解调各点信号波形如下：



(3) $r=10$，$P_{\mathrm{e}}=\dfrac{1}{2}\mathrm{e}^{-r}=2.27\times10^{-5}$，$n=R_{\mathrm{B}}t\cdot P_{\mathrm{e}}=2\times10^{4}\times10\times60\times2.27\times10^{-5}=272$ 个

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013 年通信原理期末考试题

一、 填空题

1. 某离散信源每毫秒发送四种符号中的一个，各相互独立符号出现的概率分别为 $\frac{1}{8}$、$\frac{1}{8}$、$\frac{1}{4}$、$\frac{1}{2}$，该信源的平均信息量为_____，平均信息速率为_____。

2. 一个均值为 0、方差为 σ^2 的窄带平稳高斯过程，其包络的一维概率密度函数为_____，相位的一维概率密度函数为_____。

3. 调制信道定义范围：_____。

4. AM 系统在_____情况下会出现门限效应。

5. 残留边带滤波器的传输特性 $H(\omega)$ 应满足：_____。

6. 衡量均衡效果的两个准则是_____准则和_____准则。

7. 增量调制中为防止出现过载现象，必须满足：_____。

8. 在 PCM30/32 路基群结构中，TS0 时隙用来传输_____，该基群的信息传输速率为_____。

9. 若 8PSK 系统的信息传输速率为 1800bps，则其无码间串扰传输速率的最小带宽为_____。

10. 采用频域插入导频法实现载波同步时，对插入导频的基本要求有_____。

二、 简答题

1. 什么是广义平稳？什么是狭义平稳？两者有何关系？

2. 写出香农公式，并说明信道容量 C 与 B、S、n_0。之间的关系。

3. 已知原始消息代码序列 11000010100000000001100001，*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*写出相应的 HDB_3 码， 并简要说明其优缺点。

4. 已知 5 位巴克码组为 (11101)，画出接收端识别器的原理图，并说明漏同步概率和假同步概率与门限之间的关系。

三、综合题（共 56 分）

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

1. 在模拟通信系统中，设经过恒参信道到达接收机输入端的双边带调制信号 $s_{DSB}(t)=m(t)\cos\omega_c t$，基带信号 $m(t)$ 的功率谱密度为

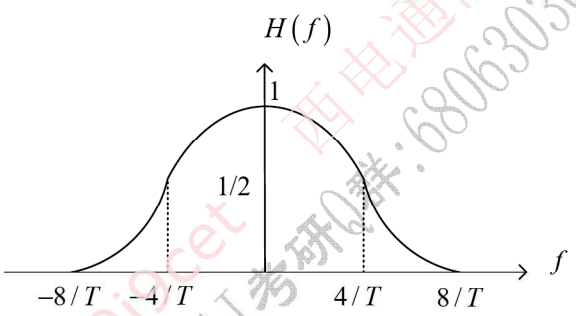
$$P_m(t)=\begin{cases}\dfrac{\alpha|f|}{f_m},|f|\le f_m\\ 0,|f|>f_m\end{cases}$$

其中 α 和 f_m 都是常数。信道加性高斯白噪声双边功率谱密度为 $\dfrac{n_0}{2}$ 。

（1）画出 DSB 信号的相干解调器原理框图；

（2）若设相干载波为 $\cos\omega_c t$，求该相干解调器的输出信噪比和调制制度增益。

2. 某基带传输系统的传输特性如下图所示，试确定：



（1）实现无码间干扰传输时的最高码元速率和频带利用率；

（2）若分别以 $\dfrac{1}{T}$、$\dfrac{2}{T}$、$\dfrac{3}{T}$、$\dfrac{4}{T}$ 的速率传输，能否消除码间干扰？

3. 设输入信号抽样值为+1065个量化单位。

（1）采用A律13折线把其编成8位码组，*(晋程西电通院考研 QQ 群: 680630306)* 并求出量化误差（段内采用自然二进制码）；

（2）写出对应于该码组（不包括极性码）的均匀量化11位码；

（3）求接收端译码器输出样值的大小。

4. 在2DPSK系统中，载频为2400Hz，码元速率为1200B，已知发送数据序列为：101100，且规定为：$\Delta\varphi=\begin{cases}0,\text{表示数字1}\\ \pi,\text{表示数字0}\end{cases}$

（1）画出2DPSK信号的波形（设参考相位 $\varphi_0=0$）和调制器原理框图；

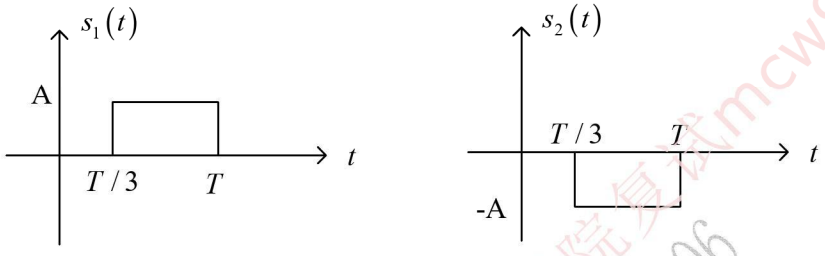
（2）若采用差分相干解调器接收该信号，画出解调系统的组成框图及各点的时

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

间波形；

（3）若已知解调器输入信噪比$r=10\text{dB}$，求解调器输出的误码率。

5. 设接收机输入端的二进制码元波形$s_1(t)$和$s_2(t)$如图所示，输入高斯白噪声功率谱密度为$\frac{n_0}{2}$。



（1）画出相关器形式的最佳接收机结构；

（2）设信码为10010，其中1码对应$s_1(t)$，0码对应$s_2(t)$，画出相关接收机的各点波形；

（3）求系统的误码率。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013 年参考答案

一、填空题

1. $\frac{7}{4}$ bit/symbol；1750bps

2. $f(A)=\frac{A}{\sigma^2}e^{-\frac{A^2}{2\sigma^2}}$，$A\geq 0$；$f(\varphi)=\frac{1}{2\pi}$，$\varphi\in[0,2\pi]$

3.从发送端调制器输出端到接收端解调器输入端

4.采用包络检波，输入信噪比小于门限值

5. $H_{VSB}(\omega+\omega_c)+H_{VSB}(\omega-\omega_c)=$常数，$|\omega|\leq\omega_H$

6.峰值失真准则；均方失真准则

7. $\left|\frac{dm(t)}{dt}\right|_{max}\leq\sigma f_s$

8.同步信息；2.048Mbps

9.600Hz　　评注：$f_s=R_B=\frac{R_b}{lbM}=1800\div lb\,8=600$。

10.(1)在已调信号频谱的“空隙”处插入；(2)导频的频率应当是与载频有关的或者就是载频的频率；(3)正交插入。

二、简答题

1.狭义平稳：任意 n 维分布与时间起点无关；

广义平稳：均值与 t 无关，相关函数仅与时间间隔 τ 有关。

两者关系：狭义平稳一定是广义平稳的，反之不一定成立。

2.香农公式：$C=B\log_2\left(1+\frac{S}{N}\right)=B\log_2\left(1+\frac{S}{n_0B}\right)$

提高信噪比 $\frac{S}{N}$，可增大信道容量 C；C 随着 B 的适当增大而增大，但当 $B\to\infty$ 时，$C\to 1.44\frac{S}{n_0}$；

通过 B 与 $\frac{S}{N}$ 的互换，可以维持一定的 C。

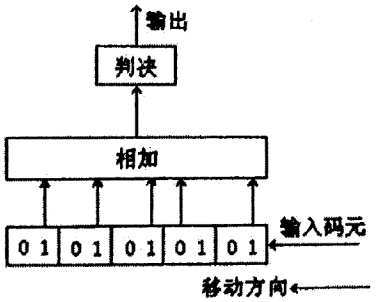
3. HDB_3 码：+1 -1 0 0 0 -V +1 0 -1 +B 0 0 +V -B 0 0 -V 0 +1 -1 +B 0 0 +V -1

优点：没有直流分量，高低频分量小；有宏观检错能力；连“0”个数不会超过 3，有利于定时信息的提取。

缺点：编码过程较为复杂。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.识别器原理图：

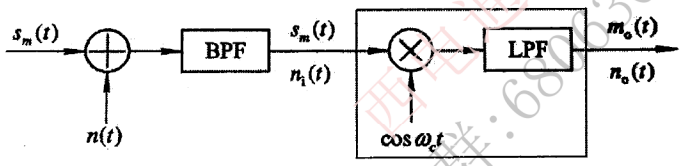


判决门限提高，假同步概率 P_f 减小，漏同步概率 P_l 增大；

判决门限降低，假同步概率 P_f 增大，漏同步概率 P_l 减小。

三、综合题

1.解：(1)框图如下：



(2) $\dfrac{S_o}{N_o}=\dfrac{\frac{1}{4}\overline{m^2(t)}}{\frac{1}{4}N_i}=\dfrac{\overline{m^2(t)}}{n_0B}=\dfrac{\alpha f_m}{n_0\cdot 2f_m}=\dfrac{\alpha}{2n_0}$；$\dfrac{S_i}{N_i}=\dfrac{\frac{1}{2}\overline{m^2(t)}}{n_0B}$；$G_{DSB}=2$。

2.解：(1) $R_{B\max}=2W_1=\dfrac{8}{T}$，系统带宽 $\dfrac{8}{T}$，

$\eta_{\max}=\dfrac{R_{B\max}}{B}=1$，滚降系数 $\alpha=\dfrac{W_2}{W_1}=1$。

(2)若满足：$R_{B\max}=nR_B$，$n=1,2,3,\ldots$

则以实际速率 R_B 进行传输时，可以实现无码间串扰。

当 $R_B=\dfrac{1}{T}$ 或 $\dfrac{2}{T}$ 或 $\dfrac{4}{T}$ 时，无码间串扰；当 $R_B=\dfrac{3}{T}$ 时，有码间串扰。

3.解：(1)编出的 8 位码组：1 111 0000

相应编码电平：$I_C=1024\Delta$

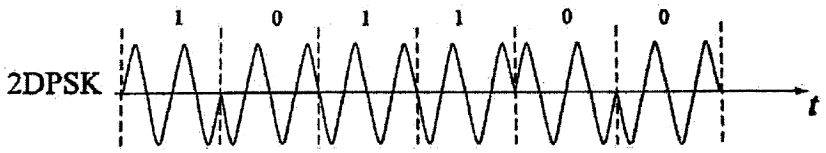
编码后量化误差：$|I_B-I_C|=41\Delta$

(2)11 位码：100 0000 0000

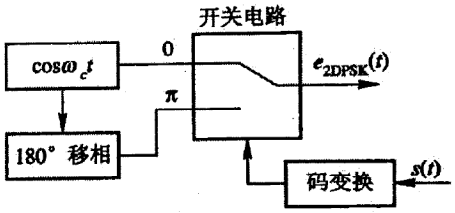
(3)译码电平：$I_D=I_C+\dfrac{\Delta V_8}{2}=1024+32=1056\Delta$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

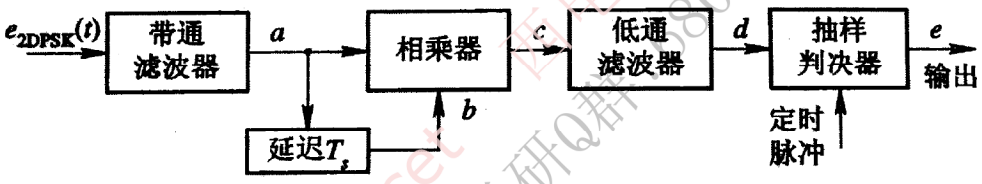
4.解：(1)这是第二种定义，所以按照同或方式编码。由于载频是码元速率两倍，所以每个码元内画两周载波。



2DPSK 信号调制器原理图：



(2)差分相干解调原理框图：



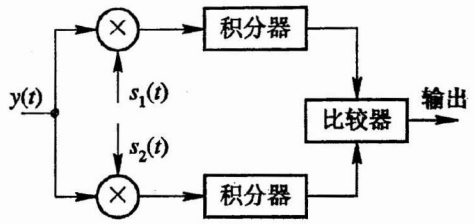
各时间点波形参考 2014 年答案画出即可，这里简单写一下过程：原码为 101100，假设初始相位为 0，则差分编码为 1100010(a)。延时(b)后相乘得到(c)，经过低通滤波器取得包络(d)，最后抽样判决得到 101100(e)。

(3) $P_e=\frac{1}{2}e^{-r}=\frac{1}{2}e^{-10}=2.27\times10^{-5}$

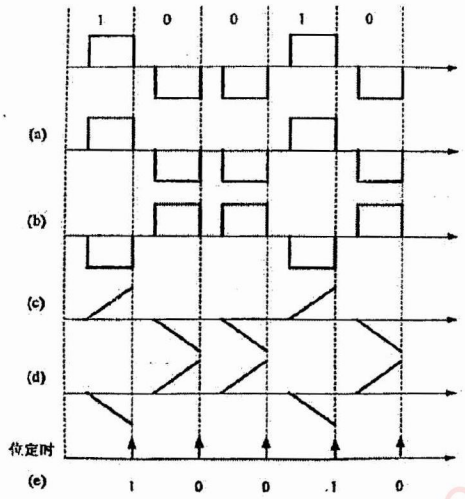
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5.解：(1)



(2)



(3) 由于 $E_1 = E_2 = E_b = \int_{\frac{T}{3}}^{T} A^2 \mathrm{d}t = \frac{2A^2T}{3}$，且两个波形的互相关系数 $\rho = -1$，故误码率为：

$$P_e = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b(1-\rho)}{2n_0}}\right) = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{n_0}}\right) = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{2A^2T}{3n_0}}\right)$$

评注：抽判时比较(c)(d)的值的大小，若上路电平大于下路电平，则判为 1；反之判为 0。相关器在 2011、2009 年也有考查。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2011 年通信原理期末考试题

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 某调频信号为 $s_m(t)=10\cos\left(4\times10^6\pi t+12\cos 2000\pi t\right)$，其最大频偏为_____，调频指数为_____，带宽为_____。

2. 信源以概率 $P_1=\frac{1}{2}$、$P_2=\frac{1}{4}$、$P_3=\frac{1}{8}$、$P_4=\frac{1}{8}$ 发送 4 种符号，若每个符号出现是独立的，假设每 ms 发送 4 种符号中的一个，则信源的平均信息量为_____，平均信息速率为_____，传达 1 小时所能达到的最大信息量为_____。

3. 假设信息速率为 30kb/s，若采用 8PSK 调制方式传输，则信号的主瓣宽度为_____，该信号实现无码间串扰传输所需的频带最小宽度是_____。

4. 对模拟信号 $m(t)$ 进行增量调制，假设抽样速率为 f_s，量化台阶为 σ，为防止出现过载现象，必须满足_____，允许编码的最小电平是_____。

5. 信号中 $s(t)$ 的匹配滤波器，其冲激响应的 $h(t)$ 为_____，最大输出信噪比为_____。

6. 在 PCM30/32 基群帧结构中，TS0 时隙传输_____，TS1 时隙传输信息速率为_____。

7. 残留边带滤波器的传输特性 $H(\omega)$ 应满足：_____。

8. 衡量均衡效果的两个准则是：_____准则和_____准则。

9. 平稳随机过程的一维分布与_____无关，二维分布只与_____有关。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 已知五位巴克码组为 (11101)，画出接收端识别器的原理图，并说明漏同步概率与判决门限之间的关系。

2. 非均匀量化有什么优点？如何实现非均匀量化？

3. 已知原始信息代码序列 11001000010100000000000011，编出相应的 HDB_3 码，并说明译码的方法。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

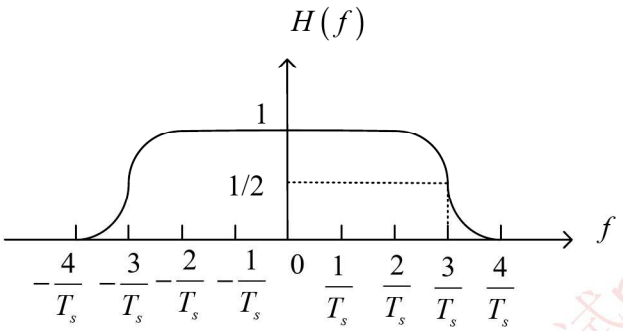
4. 什么是高斯白噪声？画出其自相关函数和功率谱密度的示意图。

5. 请举出 2 个随参信道的例子，并说明随参信道对信号传输的影响。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、综合题（每题 10 分， 共 50 分）

1. 某基带传输系统的总传输特性如图所示，其中 $T_s = 1\text{ms}$。



（1）如实现无码间干扰传输， 则该系统的最高码元传输速率 $R_{B\max}$、最高频带利用率 $\eta_{\max}$ 、滚降系数 α 各为多少？

（2）某信源的信息速率为12kb/s ，若分别采用二进制、四进制、八进制和十六进制信号在该基带系统中传输，是否存在码间串扰？

2. 在模拟信号数字化传输系统中，模拟话音信号的带宽为 4000Hz，对其进行 A 律 13 折线编码，编码器输入信号范围为 $[-5, +5]\text{V}$。设输入信号抽样值为 +3.489V。

（1）试求编码器的输出码组，量化误差，并写出 7 位非线性码对应的 11 位线性码。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

（2）该 PCM 信号的码元速率，实现无码间串扰传输的最小带宽分别是多少？

3. 对抑制载波的双边带信号进行相干解调，设接收信号功率为 4mW，载波频率为 800*k*Hz，并设调制信号 $m(t)$ 的频带限制在 6kHz，信道噪声单边功率谱密度 $P_n(f) = 2\times10^{-3}\mu\text{W/Hz}$。

（1）画出相干解调器原理框图和接收端理想带通滤波器的传输特性 $H(\omega)$；

（2）求解调器输入端的信噪比和输出端的信噪比 。

（3）画出相干解调器中提取相干载波的原理框图， 分析载波相位误差对解调后信号的影响。

4. 已知 2PSK 系统中发送信号 $s_1(t)$， $s_2(t)$ 为：

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

$$\begin{cases} s_1(t) = A\sin 2\pi f_c t & , \quad 0 \le t \le T_s \\ s_2(t) = -A\sin 2\pi f_c t & , \quad 0 \le t \le T_s \end{cases}$$

式中，$f_c = \dfrac{2}{T_s}$。假设发送叶$s_1(t)$ 和$s_2(t)$ 的概率相等，信道加性高斯白噪声及双边功率谱密度为$\dfrac{n_0}{2}$。

（1）画出相关器形式的最佳接收机结构 ；

（2）设信息代码为 1101，1 码及 0 码对应的波形分别为$s_1(t)$和$s_2(t)$，画出相关器形式的最佳接收机各点波形；

（3）求$s_1(t)$和$s_2(t)$的互相关系数ρ，并计算系统的误码率。

5. 在2DPSK 系统中， 载频为8kHz， 码元速率为4k 波特, 已知发送数据序列为：1001， 且规定为：$\Delta\varphi = \begin{cases} 0, \text{表示数字1} \\ \pi, \text{表示数字0} \end{cases}$

（1）试画出2DPSK 信号的波形以及键控法调制器原理框图，*(晋程西电通院考研 QQ 群: 680630306)*并说明为什么采用 2DPSK 可以克服载波相位模糊问题。

（2）试画出相干解调器的原理框图以及各点信号波形。

（3）若采用相干解调，解调器输入端的信噪比为10dB， 求解调器输出端的误码率。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2011 年参考答案

一、填空题

1.$1.2\times10^4\,\text{Hz}$；12；$2(\text{m}_\text{f}+1)f_\text{m}=26\times10^3=26\text{Hz}$

2.$\frac{7}{4}=1.75$；$\frac{7}{4}\times10^3\,\text{bps}$；$3.6\times10^6\times2=7.2\times10^6\,\text{bit}$　　评注：等概时才有最大信息量。

3.20 kHz；10 kHz　　评注：频带传输 $B=2R_\text{B}$。

4.$\left|\frac{\text{d}m(t)}{\text{d}t}\right|\le\sigma\cdot f_\text{s}$；$\frac{\sigma}{2}$

5.$Ks(t_0-t)$；$\frac{2\int_0^T S^2(t)\,\text{d}t}{n_0}$ 或 $\frac{2E}{n_0}$

6.帧同步信息；8 位编码码组；$2.048\times10^6\,\text{bps}$

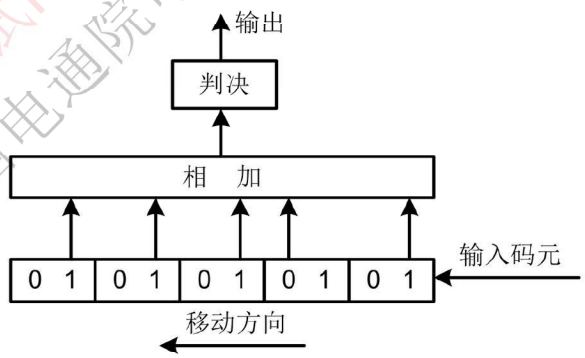
7.$H(\omega+\omega_\text{c})+H(\omega-\omega_\text{c})=$常数，$|\omega|\le\omega_\text{c}$

8.峰值失真，均方失真

9.时间，时间间隔

二、简答题

1.解：识别器原理图：



判决门限提高，假同步概率 P_f 减小，漏同步概率 P_l 增大；

判决门限降低，假同步概率 P_f 增大，漏同步概率 P_l 减小。

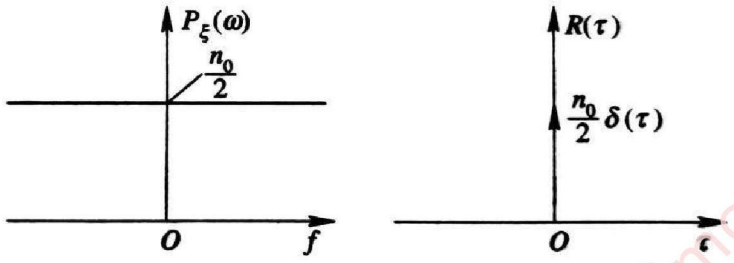
2. 非均匀量化的优点：根据输入信号的概率密度函数来分布量化电平，以改善量化性能。
实现方法：将送入量化起的信号 x 进行压缩处理，然后再把压缩的信号 y 进行均匀量化。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. 解：+1 -1 0 0 +1 0 0 0 +*V* -1 0 +1 -*B* 0 0 -*V* +*B* 0 0 +*V* -*B* 0 0 -*V* +1 -1

译码方法：±100±1 译为 0000，±1000±1 译为±10000，其它译为 1 即可。

4.解：噪声的瞬时值服从高斯分布，功率谱密度在整个频域范围内为常数。



5.大气反射，无线通信

随参信道对信号传输的影响有：多径衰落、频率弥散、频率选择性衰落。

三、综合题

1.解：(1) $R_{\mathrm{Bmax}}=2W_1=\dfrac{6}{T_s}=6\mathrm{kB}$，$\eta=\dfrac{R_{\mathrm{Bmax}}}{B}=1.5$，$\alpha=\dfrac{W_2}{W_1}=\dfrac{\frac{1}{T_s}}{\frac{3}{T_s}}=\dfrac{1}{3}$。

(2) $R_b=12\mathrm{kps}$，二进制时：$R_B=12\mathrm{kB}>R_{\mathrm{Bmax}}$，存在码间串扰；

四进制时，$R_B=12\div\mathrm{lb}4=6\mathrm{kB}=R_{\mathrm{Bmax}}$，不存在码间串扰；

八进制时，$R_B=12\div\mathrm{lb}8=4\mathrm{kB}=\dfrac{1}{n}R_{\mathrm{Bmax}}$，存在码间串扰；

十六进制时，$R_B=12\div\mathrm{lb}16=3\mathrm{kB}=\dfrac{1}{2}R_{\mathrm{Bmax}}$，不存在码间串扰。

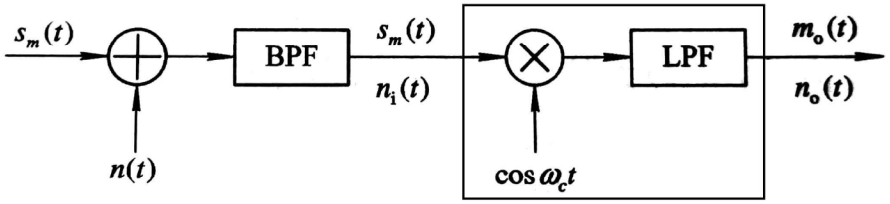
2.解：(1) $I_s=+\dfrac{3.489}{5}\times2048=+1429\Delta$。所以 $C_1=1$，$C_2C_3C_4=111$，位于第 8 段，量化间隔 64Δ。

$1429-1024=405\Delta=6\times64\Delta+21\Delta$，$C_5C_6C_7C_8=0110$。

故输出码组为 11110110，量化误差 21Δ。对应的 11 位线性码为：10110000000。

(2) $R_B=f_s\cdot N=8\times8000=64\mathrm{kB}$，$B=\dfrac{f_b}{2}=Nf_H=8\times4000\mathrm{Hz}=32\mathrm{kHz}$

3.解：(1)相干解调原理框图如下：



接收端理想带通滤波器的传输特性：中心频率：$2\pi\times800\mathrm{k}=1.6\times10^6\,\mathrm{rad/s}$，带宽 $2\pi\times2\times6\mathrm{k}=24\mathrm{k}$。

图略。

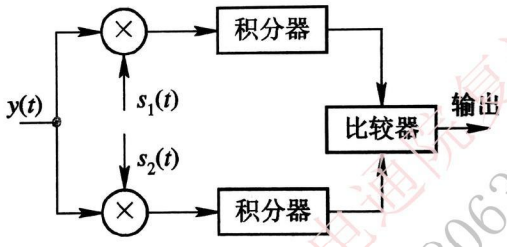
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(2) $N_i = n_0 B = 2\times10^{-3}\times10^{-6}\times2\times6\times10^{3} = 24\times10^{-6}\,\mathrm{W}$， $S_i = 4\times10^{-3}\,\mathrm{W}$

故 $\dfrac{S_i}{N_i} = \dfrac{4000}{24} = \dfrac{500}{3}$， $\dfrac{S_o}{N_o} = G_{DSB}\dfrac{S_i}{N_i} = \dfrac{1000}{3}$

(3)框图略(猜测为 P311 插入导频法原理框图，平方环法和 Costas 环应该也可以)。相位误差的影响：0～90° 内，相位误差越大，解调信号的幅度越小。当相位误差为90° 时，解调信号消失。

4.解：(1)相关器形式的最佳接收机结构如下：

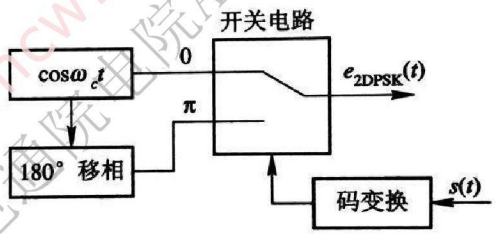


(2)略。参考知识点整理中的例题。

(3)由于波形关于 t 轴对称， $\rho=-1$。误码率： $P_e = \dfrac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\dfrac{E_b}{n_0}}\right) = \dfrac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\dfrac{A^2T}{2n_0}}\right)$

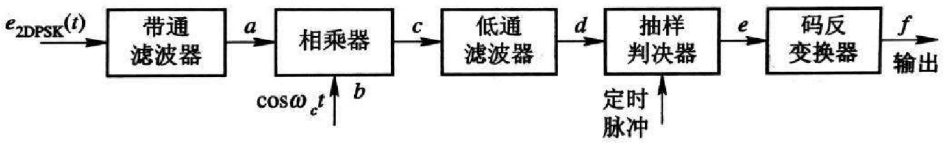
5.解：(1)假设初始相位为 0，则 2DPSK 信号为 01110。波形略。

2DPSK 键控法调制器原理框图如下：



解调过程中，若相干载波产生倒π现象，解调出的相对码将全部倒置，但经过码反变换器后，输出的绝对码不会发生倒置现象，从而解决了相位模糊问题。

(2)相干解调器原理框图如下：



(3) $P_e = \mathrm{erfc}\left(\sqrt{r}\right) = \mathrm{erfc}\left(\sqrt{10}\right) \approx 7.74\times10^{-6}$ 或 $P_e = \mathrm{erfc}\left(\sqrt{r}\right) \approx \dfrac{1}{\sqrt{\pi r}}\mathrm{e}^{-r} = 8.10\times10^{-6}$

评注：注意相干解调器有码反变换，而差分相干解调器不需要码反变换。2DPSK 相干解调误码率是 2PSK 的两倍。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2010 年通信原理期末考试题

一 填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 若$n(t)$为高斯噪声，把 $n(t)+\cos\omega_1 t$ 通过中心频率为ω_1的窄带滤波器，输出包络服从_____分布，通过中心频率为 $\omega_2\ (\omega_2 >> \omega_1)$的窄带滤波器输出包络服从_____分布。

2. 在数字通信系统中，其重要的质量指标“有效性”和 “可靠性”分别对应_____和_____。

3. 某高斯信道带宽为3kHz，输出信噪比为127 倍，则该信道的容量为_____。

4. 在$(0,\ T)$时间内高度为 A 的矩形信号，与之相匹配的滤波器的传递函数$H(\omega)=$_____，最大输出信噪比为_____。

5. 在ΔM 系统中，输入信号$f(t)=A\cos\omega_k t$，抽样速率为f_s，量化台阶为δ，要求系统不出现过载现象，而且能正常编码，输入信号$f(t)$的幅度范围应为_____。

6. 二进制代码101100000000000101的HDB_3码是_____。

7. 一个频带限制在 0 到f_x以内的低通信号$X(t)$，用f_s速率抽样，若不失真的恢复$X(t)$，要求f_x与f_s关系满足_____条件，低通滤波器带宽 B 与f_x或f_s关系满足_____条件。

8. 一个滚降系数为 0.5，带宽为30kHz 的数字基带系统，无码间串扰的最高传码率为_____，频带利用率为_____。

9. 已知码元速率为200 波特， 从信息速率方面考虑频带利用率，8ASK 的频带利用率为1.5b/s·Hz，8PSK 的频带利用率为_____b/s·Hz，8FSK 的频带利用率为_____b/s·Hz（这里假设 8FSK 相邻两功率谱主瓣刚好互不重叠）。

10. 同步包括_____同步，位同步，_____同步和网同步。

11. 在数字通信系统中，接收端采用均衡的目的是_____。

12. 先验等概的二进制最佳接收机，当先验概率$P=$_____时误码率最小。最佳接收机中的相关器可用_____代替。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二 简答题（每题 5 分， 共 30 分）

1. 无记忆信源的字符集为 $\{-5,-3,-1,0,1,3,5\}$，相应的概率分别是 $\{0.05,0.1,0.1,0.15,0.05,0.25,0.3\}$，试问该信源熵的是多少？若信源输出按如下规则量化： $q(-5)=q(-3)=4$，$q(-1)=q(0)=q(1)=0$，$q(5)=q(3)=4$，试问量化后的信源熵。

2. 一通信系统的接收机收到的信号功率为-134dBW，接收到的噪声功率谱密度为-164dBW/Hz， 系统带宽为2000Hz， 请确定该系统无错误传送的最大信息速率。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

3. 什么叫门限效应？为什么相干解调不存在门限效应？而非相干解调存在门限效应？

4. 增量调制器抽样速率 $f_s=64\text{kHz}$，试问：

（1）若输出二进制码元“1”、“0”出现的概率分别为 $\frac{3}{4}$ 和 $\frac{1}{4}$，请回答该调制器发送信息的平均速率；

（2）什么情况下该调制器输出的信息速率最大，最大值为多少。

5. 画出采用7位巴克码帧同步装置原理框图。分析门限电平与漏同步概率和假同步概率的关系。

三 综合题（每题 10 分， 共 50 分）

1. 对抑制载波的双边带信号进行相干解调，设接收信号功率为 1mW ， 载波为 10MHz，调制信号的频带限制在 4kHz，信道噪声双边功率谱密度 $P_n(f)=1\times10^{-3}\mu\text{W/Hz}$。

（1）画出相干解调器的原理框图， 并求接收端理想带通滤波器的传输特性 $H(\omega)$；

（2）求解调器输出端的信噪功率比；

（3）求解调器输出端的噪声功率谱密度。

2. 已知PCM 系统输入信号 $f(t)=a\sin(8000\pi t)$，其中 $a=1.28\text{V}$，按奈奎斯特速率进行抽样后，采用A 率13 折线进行8 位二进制编码，段内码采用折叠二进码。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

（1）已知抽样脉冲值为-0.61V， 试求此时编码器输出码组，并计算量化误差；

（2）写出对应于该7位码（不包括极性码）的均匀量化11位码；

（3）若对此二进制信号采用2PSK调制方式传输，采用非相干方式进行解调，解调器输入信噪比为10dB，求传送1小时的大致错误码元数。

3. 若低通滤波器的冲激响应为$h(t)=\begin{cases}e^{-10t} & ,t\geq 0\\ 0 & ,t<0\end{cases}$，若输入信号是单边功率谱密度$n_0=1\text{W/Hz}$，均值为0高斯白噪声。试求：

（1）输出信号的均值；

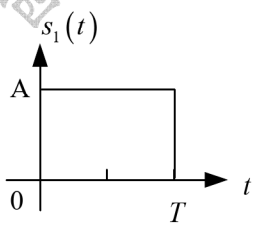
（2）输出信号的自相关函数；

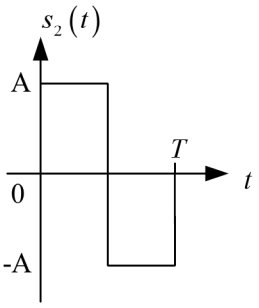
（3）输出信号在时刻t_1的概率密度函数。

4. 假设2PSK在功率谱密度为$n_0=10^{-10}\text{W/Hz}$的AWGN信道上传输信息。发送信号的能量为$E_b=\frac{1}{2}A^2T$，T为比特间隔，A为信号幅度。当数据速率为下列值时，试求达到误码率为10^{-3}时所需要的信号幅度：

（1）1kbit/s；（2）100kbit/s；（3）1Mbit/s。（注：误码率为10^{-3}时，$\frac{E_b}{n_0}=6.8\text{dB}$。）

5. 发射机等概发送信号$s_1(t)$和$s_2(t)$，接收端采用匹配滤波器对该信号进行接收。





（1）试求$s_1(t)$和$s_2(t)$的发送能量以及互相关系数；

（2）画出匹配滤波器形式的最佳接收机原理框图 ；

（3）画出系统分别发送信号$s_1(t)$和$s_2(t)$ 时，匹配滤波器的输出波形 。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2010 年参考答案

一、填空题

1.广义瑞利(或莱斯)；瑞利

2.传输速率；差错率

3.21kbps

4. $\frac{2KA}{\omega}\sin\left(\frac{\omega T}{2}\right)e^{-j\frac{\omega T}{2}}$ ； $\frac{2A^2T}{n_0}$

5. $\frac{\delta}{2}\omega_k \le |A\omega_k| \le \delta f_s$

6. +1 0 -1 +1 0 0 0 +V -B 00 -V +B 0 0 +V -1 0 +1

7. $f_s \ge 2f_x$ ； $f_x \le B \le \frac{1}{2}f_s$

8.40 kHz； $\frac{4}{3}$ B/Hz

9.1.5；0.1875

10.载波；帧

11.消除码间干扰

12.0.5

13.匹配滤波器

二、简答题

1.解：该信源的熵：

$$H_1 = -2\times 0.05\,\mathrm{lb}\,0.05 - 2\times 0.1\,\mathrm{lb}\,0.1 - 0.15\,\mathrm{lb}\,0.15 - 0.25\,\mathrm{lb}\,0.25 - 0.3\,\mathrm{lb}\,0.3 = 2.53\ \text{bit/symbol}$$

量化后的信源熵： $H_2 = -0.15\,\mathrm{lb}\,0.15 - 0.5\,\mathrm{lb}\,0.5 - 0.55\,\mathrm{lb}\,0.55 = 1.41\ \text{bit/symbol}$

2.解： $C = 2000\times \mathrm{lb}\left(1+\frac{10^{-13.4}}{10^{-16.4}\times 2000}\right) \approx 1169.93\ \text{bps}$

3.解：解调器在一个特定输入信噪比门限上出现输出信噪比急剧下降的情况称为解调器的门限效应。因相干解调是线性变换，对噪声和信号可以分别解调，信号项始终存在，故不会出现门限效应；而非相干解调是接收信号的非线性变换，故当信噪比下降到一定门限时会出现门限效应。

4.解：(1) $H = -\frac{3}{4}\mathrm{lb}\frac{3}{4} - \frac{1}{4}\mathrm{lb}\frac{1}{4} = 0.81\text{bit/symbol}$， $f_s = R_B = 64\,\text{kHz}$，

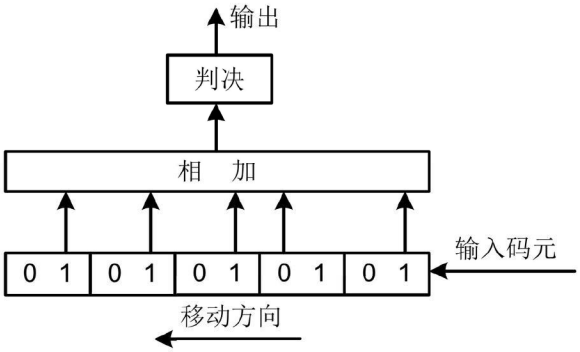
$$R_b = R_B \cdot H = 0.81\times 64\text{kHz} = 51.84\ \text{kbps}$$

(2)等概时信息速率最大，最大值为 $I = \mathrm{lb}2\times 64\text{k} = 64\,\text{kbps}$

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

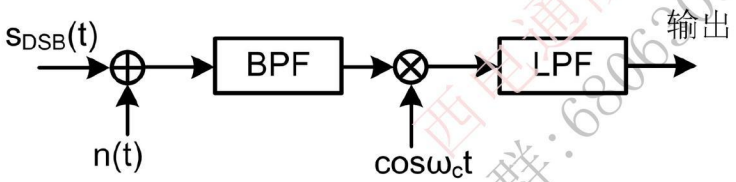
5.解：(1)巴克码识别器



(2)门限电平越高，漏同步概率越高；
门限电平越低，假同步概率越高。

三、

1.解：(1)相干解调器的原理框图如下：



$$H(\omega)=\begin{cases}K, 9996\text{kHz}\le f<10004\text{kHz}\\ 0, \text{其它}\end{cases}$$

(2)先求解调器输入端信噪比：

$$\frac{S_{\mathrm{i}}}{N_{\mathrm{i}}}=\frac{0.001}{0.002\times10^{-6}\times8000}=62.5$$

$$\frac{S_{\mathrm{o}}}{N_{\mathrm{o}}}=G_{\mathrm{DSB}}\frac{S_{\mathrm{i}}}{N_{\mathrm{i}}}=2\times62.5=125$$

(3) $N_{\mathrm{o}}=\frac{1}{4}N_{\mathrm{i}}=0.25\times0.002\times10^{-6}\times8000=4\times10^{-6}$ W

$$P_{n_{\mathrm{o}}}=\frac{N_{\mathrm{o}}}{2f_{\mathrm{m}}}=\frac{4\times10^{-6}}{8000}=5\times10^{-10}\ \text{W/Hz}$$

2.解：(1)抽样值为负， $C_1=0$

$$I_{\mathrm{s}}=\frac{0.6\times2048}{1.28}=976\Delta$$

确定 C_2：参考电流 $I_W=128\Delta<I_{\mathrm{s}}$，属于后 4 段，故 $C_2=1$；

确定 C_3：参考电流 $I_W=512\Delta<I_{\mathrm{s}}$，属于后 2 段，故 $C_3=1$；

确定 C_4：参考电流 $I_W=1024\Delta>I_{\mathrm{s}}$，属于第 7 段，故 $C_4=0$；

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

段落码确定，第 7 段的 16 个量化间隔为32Δ。

确定C_5：参考电流$I_W=512+8\times32\Delta=768\Delta<I_s$，属于 16 段内码的后 8 段，故$C_5=1$；

确定C_6：参考电流$I_W=512+12\times32\Delta=896\Delta<I_s$，属于 16 段内码的后 4 段，故$C_6=1$；

确定C_7：参考电流，属于 16 段内码的后 2 段，故$C_7=1$；

确定C_8：参考电流$I_W=512+15\times32\Delta=992\Delta>I_s$，属于 16 段内码的第 15 段，故$C_8=0$；

最终编码为 01101110。

最后量化为960Δ，故量化误差$=976\Delta-960\Delta=16\Delta$

即$16\times1.28\text{V}\div2048=0.01\text{V}$

(2)$(960)_{10}=(01111000000)_2$

(3)对输入信号按奈奎斯特速率抽样，即$f_s=2\times4000\text{Hz}=8\text{kHz}$，每个抽样点 8 位二进制编码，所以最终需传输的 PCM 编码速率为 64kHz。采用 2PSK 调制方式传输，码元速率为 64kB/Hz。

解调器输入信噪比为 10dB，所以$r=10$。

2PSK 进行非相干方式解调误码率为：$P_e=\frac{1}{2}e^{-r}=\frac{1}{2}e^{-10}$

1 小时错误码元：

$P_e\times64\text{k}\times1\times60\times60=P_e\times230400000\sim5.23\times10^3$

3.解：(1)$H(\omega)=\int_0^\infty e^{-10t}e^{-j\omega t}\,dt=\frac{1}{10+j\omega}$

输出均值$=0\times H(0)=0$

(2)$S_o(\omega)=|H(\omega)|^2S_i(\omega)=\frac{1}{2|10+j\omega|^2}=\frac{1}{2(\omega^2+100)}$

$R_o(\tau)=\frac{1}{2\pi}\int_0^\infty\frac{1}{2(\omega^2+100)}e^{j\omega\tau}\,d\omega=\frac{1}{40}e^{-10|\tau|}$

(3)输出信号服从高斯分布，其均值为零，方差为

$\sigma^2=R_o(0)=\frac{1}{40}$

故$f(x)=\frac{1}{\sqrt{\frac{2\pi}{40}}}e^{-\frac{x^2}{2\times\frac{1}{40}}}=\sqrt{\frac{20}{\pi}}e^{-20x^2}$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.解：(1) $A=\sqrt{\dfrac{2E_{\mathrm{b}}}{T}}=9.78\times10^{-4}\ \mathrm{V}$

(2) $A=\sqrt{\dfrac{2E_{\mathrm{b}}}{T}}=6.91\times10^{-3}\ \mathrm{V}$

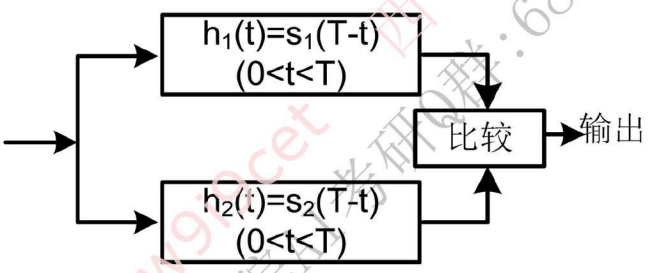
(3) $A=\sqrt{\dfrac{2E_{\mathrm{b}}}{T}}=2.19\times10^{-2}\ \mathrm{V}$

5.解：(1) $E_1=\int_0^t A^2\,\mathrm{d}t=A^2T$

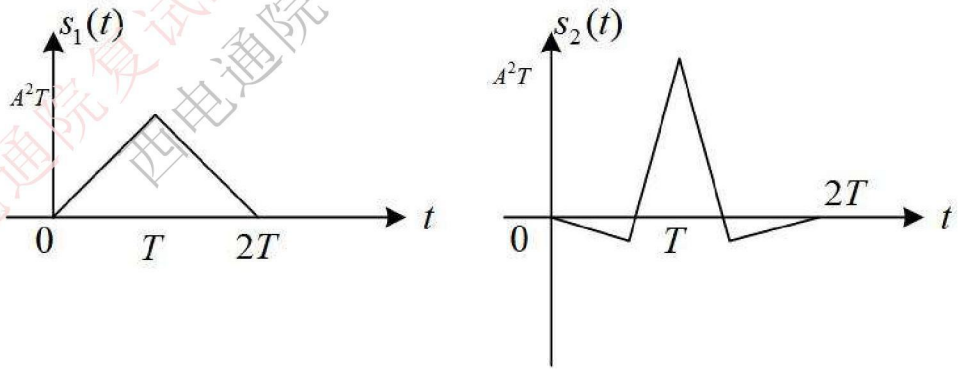
$$E_2=\int_0^{\frac{t}{2}}A^2\,\mathrm{d}t+\int_{\frac{t}{2}}^{t}\left|-A\right|^2\,\mathrm{d}t=A^2T$$

$$\rho=\frac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)\,\mathrm{d}t}{E}=\frac{\int_0^{\frac{T}{2}}A^2\,\mathrm{d}t+\int_{\frac{T}{2}}^{T}-A^2\,\mathrm{d}t}{E}=0$$

(2)



(3)



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2009 年通信原理期末考试题

一、填空题（每空 1 分， 共 20 分）

1. 随参信道对信号传输的影响有频率弥散、_____衰落、_____衰落。

2. 某调频信号为 $s_m(t)=10\cos\left(4\times10^6\pi t+15\cos 4000\pi t\right)$，其最大频偏为_____，调频指数为_____，带宽为_____。

3. 均衡器的作用是_____，写出横向滤波器形式的均衡器的冲激响应_____。

4. 信源以概率 $P_1=\frac{1}{2}$、$P_2=\frac{1}{4}$、$P_3=\frac{1}{8}$、$P_4=\frac{1}{8}$ 发送 4 种符号，若每个符号出现是独立的，假设每毫秒发送 4 种符号中的一个，则信源的平均信息量为_____，平均信息速率为_____， 传达 1 小时所能达到的最大信息量为_____。

5. 假设信息速率为 30kb/s，若采用 4PSK 调制方式传输，信号的主瓣宽度为_____，若采用 8PSK 调制方式传输，则信号的主瓣宽度为_____。

6. 增量调制中为防止出现过载现象，必须满足_____，允许编码的最小电平_____。

7. 信号 $s(t)$ 进行匹配滤波，其传输函数 $H(\omega)$ 为_____，最大输出信噪比为_____。

8. 通信系统中常用的两种广义信道为_____信道、_____信道。

9. 衡量位同步系统的性能指标主要有 _____、_____、_____和同步带宽。

二、简答题（每题 6 分， 共 30 分）

1. 说明在群同步中， 漏同步概率、假同步概率与判决门限之间的关系，并说明群同步保护的思想。

更多考研咨询，请加西电通院电院 AI 考研 Q 群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2. 若发送二进制信息为01100011，按照右表画出4PSK信号波形（每个双比特码元画一个载波周期）。画出4PSK调制器原理框图。

双比特码元		载波相位
0	0	225°
1	0	315°
1	1	45°
0	1	135°

3. 已知原始信息代码序列1010000000001000001， 编出相应的HDB_3码，并说明HDB_3码的特点。

4. 写出似然比准则和最大似然准则，并说明他们之间的关系。

5. 什么是广义平稳随机过程？什么是狭义平稳随机过程？它们之间有什么关系？

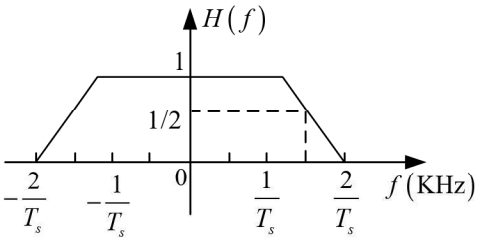
三、综合题（每题 10 分， 共 50 分）

1. 在模拟信号数字化传输系统中，模拟话音信号的带宽为4000Hz，对其进行 A 律13折线编码，编码器输入信号范围为$[-10,+10]$V。设输入信号抽样值为-4.629V。*(晋程西电通院考研 QQ 群：680630306)*

（1）试求编码器的输出码组，并计算量化误差。

（2）试说明接收端译码器采用7/12变换的原因。

2. 某基带传输系统的总传输特性如图所示，



（1）如实现无码间干扰传输，则该系统的最高码元传输速率、最高频带利用率、滚降系数各为多少？

（2）若以 $\frac{1}{T_s}$、$\frac{2}{T_s}$、$\frac{3}{T_s}$、$\frac{4}{T_s}$ 的速率传输，哪些速率传输能消除码间干扰？

3. 包络检波AM信号，设接收机中理想带通滤波器的带宽为20kHz，载频为

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

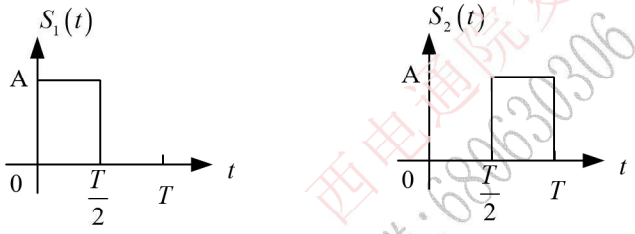
200kHz，并设AM信号的载波功率为160mW， 边带功率为每边带20mW， 信道噪声双边功率谱密度为$P(f)=0.5\times10^{-8}$W/Hz，试求：

（1）解调器输入端的信噪功率比；

（2）解调器输出端的信噪功率比；

（3）制度增益G。

4. 到达接收机输入端的二进制等概码元$S_1(t)$，$S_2(t)$的波形如图所示，输入高斯噪声功率谱密度为$\frac{n_0}{2}$，



（1）画出相关器形式的最佳接收机结构；

（2）设信息代码为0011， 1码及0码对应的波形分别为$S_1(t)$和$S_2(t)$，画出相关器形式的最佳接收机各点波形；

（3）求$S_1(t)$和$S_2(t)$的互相关系数ρ，并计算系统的误码率。

5. 在2DPSK系统中，载频为1200Hz，码元速率为1200波特，已知发送数据序列为：0110，且规定为：$\Delta\varphi=\begin{cases}0,\text{表示数字1}\\ \pi,\text{表示数字0}\end{cases}$

（1）试画出2DPSK信号的波形以及键控法调制器原理框图，并说明为什么采用2DPSK可以克服载波相位模糊问题。*(晋程西电通院考研QQ群：680630306)*

（2）试画出差分相干解调器的原理框图以及各点信号波形。

（3）若采用差分相干解调，且要求解调器输出端的误码率不超过10^{-5}，则解调器输入端的信噪比应满足什么条件？

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2009 年参考答案

一、填空题

1. 频率选择性；多径

2. 30kHz；64kHz

3. 消除/减少码间干扰；$h_T(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}C_n\delta(t-nT_s)$

4. 1.75bit；1.75×10^6bps；7.2×10^9bit

5. 30kHz；20kHz

6. $\left|\frac{\mathrm{d}m(t)}{\mathrm{d}t}\right|\le\sigma\cdot f_s$；$\frac{\sigma}{2}$

7. $KS^*(\omega)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t_0}$；$\frac{2E}{n_0}$

8. 调制；编码

9. 相位误差；同步建立时间；同步保持距离

二、简答题

1.解：判决门限提高，假同步概率P_f减小，漏同步概率P_l增大；

判决门限降低，假同步概率P_f增大，漏同步概率P_l减小。

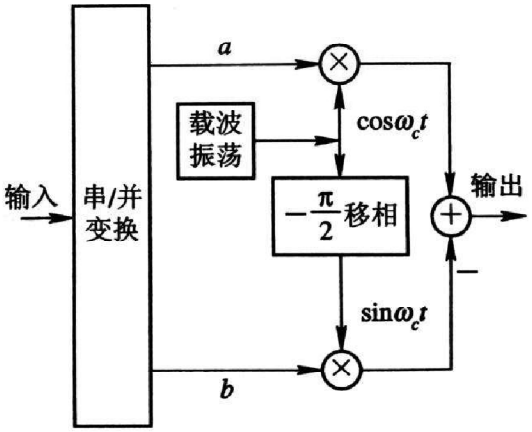
群同步的保护，即在系统不同工作状态，选择不同的判决门限，即门限可调。

捕获态：宁漏勿假，判决门限高；

维持态：宁假勿漏，判决门限低。

2.解：将 01100011 分为四组：01 10 00 11，一组码元对应一个载波相位。4PSK 信号波形略。

调制器原理框图如下：



更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.解：HDB_3码如下：

+1 0 -1 0 0 0 -*V* +*B* 0 0 +*V* 0 -1 0 0 0 -*V* 0 +1

特点：无直流，低频、高频分量少。

连 0 个数不超过 3 个。

具有一定宏观检错能力。

编译码复杂。

4.解：似然比准则：$\frac{f_{s_1}(y)}{f_{s_2}(y)}>\frac{p(s_2)}{p(s_1)}$，判为$s_1$；$\frac{f_{s_1}(y)}{f_{s_2}(y)}<\frac{p(s_2)}{p(s_1)}$，判为$s_2$。

最大似然准则：$f_{s_1}(y)>f_{s_2}(y)$，判为s_1；$f_{s_1}(y)<f_{s_2}(y)$，判为s_2。

等概时，似然比准则等价于最大似然准则。

5.解：一个随机过程若其均值$a(t)$为常数，自相关函数$R(t,t+\tau)$只与时间间隔τ有关，均方值有界，则为广义平稳随机过程。

若随机过程的 *n* 维概率密度函数

$$f_n(x_1,x_2,\ldots,x_n;t_1,t_2,\ldots,t_n)=f_n(x_1,x_2,\ldots,x_n;t_1+\tau,t_2+\tau,\ldots,t_n+\tau)$$

则为狭义平稳随机过程。

狭义平稳过程若均方值有界，则为广义平稳过程；广义平稳过程一般不是狭义平稳过程。

三、综合题

1.解：(1)$I_s=-4.629\text{V}$，归一化为$I_s=-948\Delta<0$，符号位$C_1=0$，$512\Delta<I_s<1024\Delta$，故位于第 7 段，段落码$C_2C_3C_4=110$，$I_s-512\Delta=436\Delta=32\Delta\times13+20\Delta$，故$C_5C_6C_7C_8=1101$。所以输出码组为：01101101，量化误差为$20\Delta$。

(2)采用 7/12 变换是为了使得译码器输出样值的量化误差$\le\frac{\Delta_1}{2}$，使量化电平取量化区间的中点电平。

2.解：(1)等效奈奎斯特带宽：$W_1=\frac{1.5}{T_s}$　最高码元传输速率：$R_{B\max}=2W_1=\frac{3}{T_s}$

频带利用率：$\eta=\frac{R_{B\max}}{B}=\frac{3}{2}$

滚降系数：$\alpha=\frac{\frac{2}{T_s}-\frac{1.5}{T_s}}{\frac{1.5}{T_s}}=\frac{1}{3}$

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

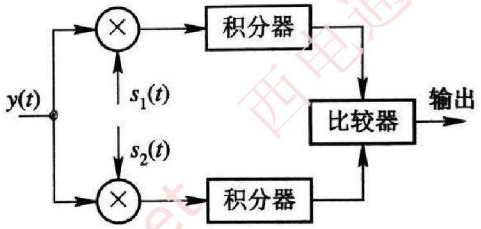
(2) R_B 为 $\frac{1}{T_s}$、$\frac{3}{T_s}$ 时可以消除码间串扰。

3.解：(1) $S_i=\frac{A_0^2}{2}+\frac{\overline{m^2(t)}}{2}=200\text{mW}=0.2\text{W}$，$N_i=\frac{n_0}{2}\cdot 2B=2\times10^{-4}\text{W}$，$\frac{S_i}{N_i}=1000$

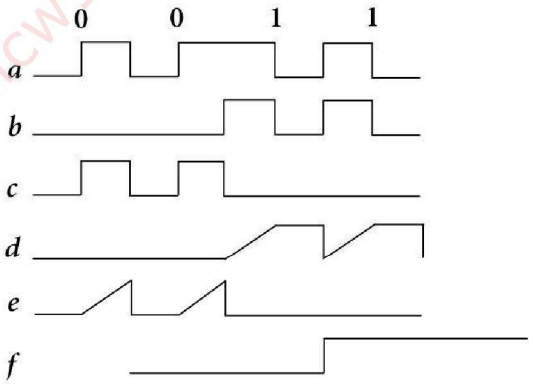
(2) $S_o=\overline{m^2(t)}=80\text{mW}=0.08\text{W}$，$N_o=\frac{n_0}{2}\cdot 2B=N_i=2\times10^{-4}\text{W}$，$\frac{S_o}{N_o}=400$

(3) $G=\frac{\frac{S_o}{N_o}}{\frac{S_i}{N_i}}=\frac{400}{1000}=0.4$

4.解：(1)



(2)波形如下：



(3) $\rho=\frac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)\,\mathrm{d}t}{E}=0$

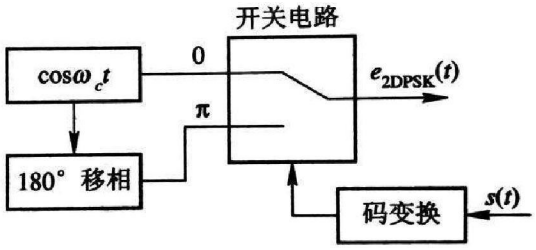
$$P_e=\frac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b(1-\rho)}{2n_0}}\right)=\frac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{2n_0}}\right)=\frac{1}{2}\text{erfc}\left(\sqrt{\frac{A^2T}{4n_0}}\right)$$

评注：注意每个周期结束时积分器会进行清零(猝息)，以便为下一个码元腾空积分器。

$s_1(t)$ 有值时 $s_2(t)=0$，$s_2(t)$ 有值时 $s_1(t)=0$，故 $\rho=0$。

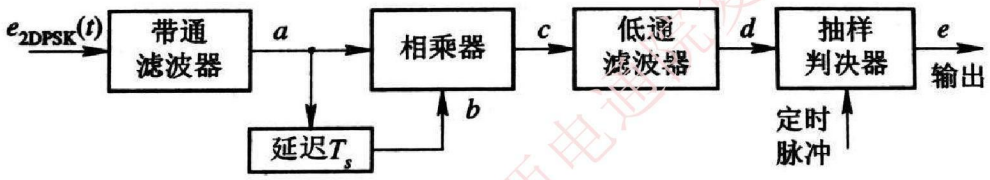
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5.解：(1)键控法调制器原理框图如下：

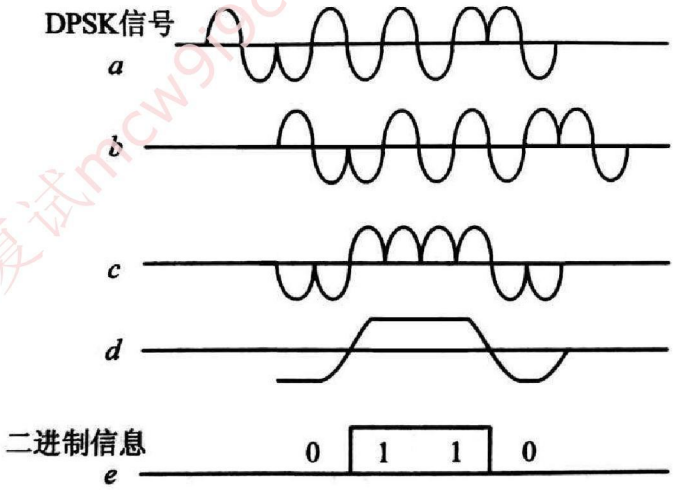


利用相邻码元相位变化表示信息，即使载波相位有π的偏差，相邻码元相位关系保持不变，所以解调输出的码元不变。

(2)



每个周期应画1200÷1200＝1周载波。假设参考相位为0(参考码元为1)，按定义，DPSK应输出10001，差分相干解调各点信号波形如下：



(3) $P_e=\frac{1}{2}e^{-r}\le 10^{-5}$，故 $r\ge \ln\left(\frac{1}{2}\times 10^5\right)=10.82$。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

免责声明

晋程考研辅导班所建的 QQ 群和钉钉群仅供讨论考研、学习相关的内容，为营造良好的学习氛围，群成员不得发布或传播反动、暴力、恐怖言论等违法信息，不得有辱骂、诽谤、言语攻击他人以及其他妨碍他人学习交流的行为。请各位成员认真遵守上述纪律，群管理员有权将违反纪律者移除相应群并无条件终止服务。

该材料为晋程考研辅导班的内部赠送电子材料，仅供个人登录晋程考研提供的账号和密码线上观看学习或打印使用，该电子材料为非卖品，禁止盗版，翻印，传播等侵权行为。

以上声明最终解释权归晋程考研所有。

西电通信复试mcw9i9cet

计算机网络往年期末试题及答案(2011-2020年)

西电通院复试mcw9i9cet

2020 年节选

一、请给出以下英文简称的中文全称（10 分）

B2C_____ ISP_____

PON_____ ARQ_____

PPP_____ WOM_____

IP_____ ICMP_____

SAP_____ TCP_____

二、填空题

1. OSI 开放系统互联是_____制定的。

2. 三网融合是指互联网、_____和_____之间的融合。

3. 第三代移动通信业务与第二代移动通信相比，主要增强了对_____业务的支持。

4. 数据链路层的主要功能有成帧、_____、_____。

5. PPP 协议采用_____的成帧方法。

6. 介质访问控制子层是_____层的一个子层。

7. 带冲突检测的 CSMA 接入过程包括三个部分：空闲期、_____期和_____期。

8. 在一个无线局域网中，由于竞争者离得太远而导致站点无法检测到潜在的信道竞争对手，这称为_____。

9. 根据透明网桥算法，当网桥不知道目的地址时，网桥将所接收到的 MAC 帧向_____转发。

10. 路由器的主要功能是_____和转发分组。

11. 网络层提供给传输层的服务类型包括_____和_____。

12. 常见的流量整形技术包括_____和令牌桶。

13. 网络中由于存在太多的数据包导致数据包被延迟或者丢失，从而降低性能，这种现象称之为_____。

14. NAT 技术是为了解决_____问题。

15. TCP 协议头中的目的端口字段长度为_____位，序号字段长度为_____位。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、选择题

1. 以下不属于传输层功能的是(　　)。

A. 差错控制　　B. 流量控制　　C. 路由选择　　D. 顺序管理

2. 以下不属于数据链路层协议的是(　　)。

A. PPP　　B. CSMA/CD　　C. HDLC　　D. UDP

3. 以太网的帧结构中包含两个地址，它们是(　　)。

A. 目标地址、组地址　　B. 广播地址、目标地址

B. 广播地址、目标地址　　D. 组地址、源地址

其它考点：地球同步卫星，比较不一样；

计算子网掩码

osfp 建立表的顺序（路由表，邻居表，拓扑表）

80 端口号对应什么

四、简答题

1. 请简要说明互联网技术的发展和兴盛可能带来哪些社会问题及其解决方法。

2. 请简要分析点对点网络和广播网络的异同。

3. 请简要说明网络通信一般要涉及哪些技术问题。

4. 试描述电路交换与分组交换的区别，并分析各自的优缺点。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

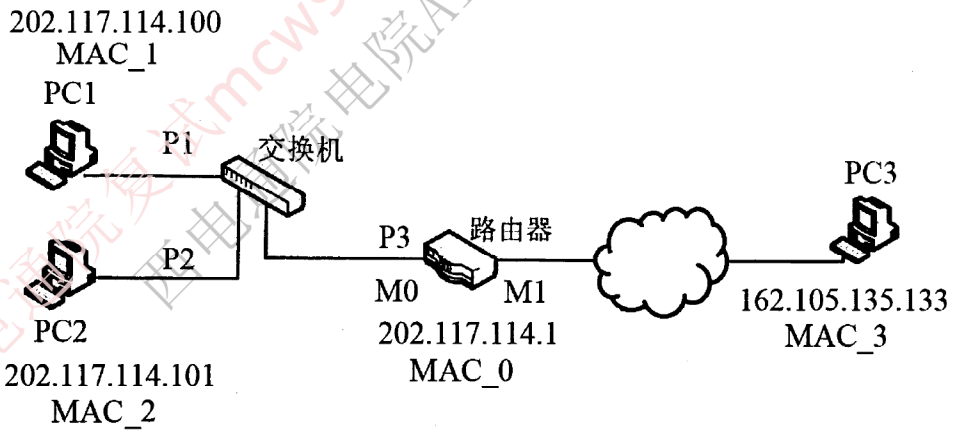
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5. 传播数据是 A B ESC C ESC FLAG FLAG D，请给出采用字节填充方法填充后的帧。

6. 试简述纯 ALOHA 协议和时隙 ALOHA 协议的基本思路及它们的区别。

7. 请简述透明网桥的工作原理。

8. (10 分) PC1 和 PC2 通过一个交换机和路由器相连并接入 Internet，各设备的 IP 和 MAC 如图。



1) PC1 向 PC3 发起 Ping 并得到应答，在 PC1 发往 PC3 的 IP 分组中，源 IP 是_____，目的 IP 是_____，PC1 发出的以太网帧中目的 MAC 是_____，源 MAC 是_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2) 在 1)中，PC1 的网卡在组帧时，是如何获得以太网中帧的目的 MAC 的？

3) 假设黑客处于 PC2 处，并且有网络监听工具，可以检测到以太网交换机 P2 口接收到的帧，还有发包工具，可以随时发送用户定义的数据帧，你认为黑客可以如何干扰 PC1 的正常通信呢？

9. 简述 TCP 和 UDP 协议的主要区别，试举例说明各自的应用场景。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2019 年

一、请给出以下英文简称的中文全称（10 分）

B2C_____ PAN_____

OSI_____ ITU_____

QoS_____ ICMP_____

NAT_____ RTP_____

TSAP_____ ARQ_____

二、填空题（20 分）

1、当一个以太网中的一台主机要发送数据给某个路由器连接的另一个子网中的另一台目的主机时，以太网帧头目的地址是_____的 MAC 地址。

2、负责将 IP 地址转换为 MAC 地址的协议是_____。

3、在 Internet 上传输的 ICMP 报文封装在_____。

4、当到达通信子网中的某一部分的分组数量过多，使得该部分乃至整个网络性能下降的现象称为_____。

5、被传输的数据帧带有特定的地址，使得网络中的所有设备都会接收该数据帧，并对其进行处理，该特定地址称为_____地址。

6、_____规定了对等层实体之间所交互的数据单元的格式和信息交互的规程。

7、在 OSI 参考模型中能实现路由选择与互联功能的层是_____。

8、链路状态路由算法中每个节点都需要向_____发送链路状态信息。

9、流量整型是指调节进入网络的数据流的平均速率和_____。

10、物理层多路复用技术主要有_____、波分复用、_____和码分复用。

11、OSI 协议头中的目的端口字段长度为_____。

12、TCP/IP 网络传输层提供了两种类型的服务_____和_____。

13、数据链路层的功能包括:_____、_____和_____。

14、滑动窗口协议有哪些类型:_____、_____、_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、选择题（20 分）

1. 802.3 网络中 MAC 地址的长度为(　　)。

A. 64 位　　B. 32 位　　C. 48 位　　D. 128 位

2. 以下不具有信道侦听功能的多路访问协议是(　　)。

A. CSMA　　B. CSMA/CA　　C. CSMA/CD　　D.ALOHA

3. 半双工工作模式下，10M 以太网多址接入协议采用的机制，最准确的描述为(　　)。

A. 采用 CSMA/CD 的多址接入机制，收端对收到的每一帧都要进行确认

B. 提供面向连接的可靠的传输服务

C. 采用 CSMA/CD 的多址接入机制，可以利用 Hub 和 Switch 进行组网

D. 帧长限制在 0~1500 字节之间

4. 关于拥塞控制以下说法错误的是(　　)。

A. 负载脱落是解决拥塞问题的手段之一

B. 准入控制是解决拥塞问题的手段之一

C. 提高拥塞路由器的处理性能，就可以解决网络拥塞问题

D. 节点为了解决拥塞而不得不丢弃分组时，对文件传输业务而言，倾向于丢弃后到的分组

5. 使用隧道技术进行网络互联的前提是(　　)。

A. 原主机和目的主机所处的网络使用相同的网络层技术

B. 提供隧道的网络必须和原主机网络使用相同的网络层技术

C. 提供隧道的网络必须和目的主机网络使用相同的网络层技术

D. 提供隧道的网络必须支持虚电路

6. 关于可靠的投递服务，以下说法正确的是(　　)。

A. 虚电路方式提供的服务一定是可靠的

B. 可以在无连接数据报网络上提供可靠的投递服务

C. 分组经过无连接数据报交换到达目的端后，仍然能保证其先后顺序

D. 网络只要能够保证分组不丢失，就提供到了可靠的投递服务

7. 在 Internet 中，IP 数据报从原节点到目的节点，可能需要经过多个网络和路由器，在整个传输过程中，IP 数据报头中的(　　)。

A. 源地址和目的地址都不会发生改变

B. 源地址有可能发生变化，而目的地址不会发生改变

C. 源地址不会发生变化，而目的地址则有可能发生改变

D. 源地址和目的地址都有可能发生变化

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

8. DNS 的作用是(　　)。

A. 为客户机分配 IP 地址

B. 访问 HTTP 的应用程序

C. 将域名翻译为 IP 地址

D. 将 MAC 地址翻译为 IP 地址

9. 对于路由器互联的多个局域网，这些局域网的(　　)。

A. 数据链路层协议和物理层协议必须相同

B. 数据链路层协议必须相同，而物理层协议可以不同

C. 数据链路层协议可以不同，而物理层协议必须相同

D. 数据链路层协议和物理层协议都可以不同

10. 若两台主机在同一子网中，则两台主机的 IP 地址分别与它们的子网掩码逐位相“与”的结果一定(　　)。

A. 为全 0

B. 为全 1

C. 相同

D. 不同

11. 关于分层路由下面说法错误的是(　　)。

A. 分层路由可以减少路由表中的路由表项

B. 分层路由不能保证节点间的路由最优

C. 层数越多，对路由表的减少越明显

D. 分层路由网络中，一个网络的路由器不必知道其他网络内部的拓扑结构

12. 以下属于有线网络协议的是(　　)。

A. 802.16

B. 蓝牙

C. 802.11

D. 802.3

13. 下面关于网络互联设备的描述错误的是(　　)。

A. 在物理层上扩展局域网可使用集线器

B. 在数据链路层上扩展局域网，可以使用二层交换机或网桥

C. 二层交换机转发分组的依据是目的 IP 地址

D. 在网络层上可以使用路由器扩展网络

14. 下列关于互联网标准的说法是正确的是(　　)。

A. RFC 是互联网协议标准

B. 互联网协议标准是 RFC

C. 互联网协议标准是国际标准化组织 ISO 制订的

D. 互联网协议标准是按照 OSI 参考模型制定的

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

15. 以下哪项不是传输层需要具有的功能(　　)。

A. 差错控制

B. 流量控制

C. 路由选择

D. 顺序管理

16. 以下哪项不是 UDP 协议的特性(　　)。

A. 提供可靠服务

B. 提供无连接服务

C. 提供端到端服务

D. 提供全双工服务

17. 两台计算机利用电话线路传输数据信号时需要的设备是(　　)。

A. 调制解调器

B. 网卡

C. 路由器

D. 集线器

18. 基于 PCM 的 TDM，可在中继线上传输多路电话话音，由于国际电信联盟未能就 PCM 国际标准达成协议，现在全世界不同国家使用的 PCM 模式并不兼容，中国使用的是(　　)。

A. T1　　B. STS　　C. E1　　D.STM

19. 以下协议不属于数据链路层协议的是(　　)。

A. PPP　　B. CSMA/CD　　C. HDLC　　D. UDP

20. PPP 协议采用的帧界定方法是(　　)。

A. 字节计数法

B. 字节填充的标志字节法

C. 比特填充的标志比特法

D. 物理层编码违禁法

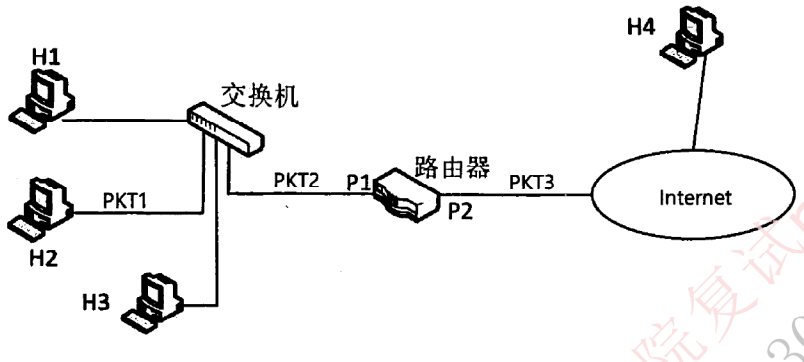
四、综合题（50 分）

1、地址块 198.16.0.0/16，有大量连续 IP 地址可用假设有 A、B、C、D 4 个组织分别需要申请其中 4000、2000、4000、8000 个地址，请完成下表。（10 分）

组织	第一个地址	最后一个地址	地址容量	网络前缀
A	198.16.0.0	198.16.15.255	4096	198.16.0.0/20
B	198.16.16.0			
C	198.16.32.0			
D				

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2、某公司内部通过以太网交换机连接，再通过一台路由器连接到 Internet。H1~H4 为主机，S1~S4 为以太网交换机的 4 个端口，P1~P2 是路由器的两个端口（10 分）



(1) S1~S4、P1~P2 是否有 MAC 地址和 IP 地址？为什么？

(2) 用 MAC_x 和 IP_x 分别表示设备或端口 x 的 MAC 地址和 IP 地址，例如 H1 的 MAC 地址和 IP 地址分别为 MAC_H1 和 IP_H1。主机 H1 分别向主机 H2 和主机 H4 发送分组（假设 ARP 过程已经完成）其中 PKT1 隶属于 H1H2 之间的通信 PKT2，PK p3 隶属于 H1-H4 之间的通信，请完成下表。

分组	源 MAC 地址	目的 MAC 地址	源 IP 地址	目的 IP 地址
PKT1	MAC_H1			
PKT2				
PKT3		下一跳路由器 MAC 地址		

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3、简述 CSMA/CD 协议的工作原理。（10 分）

4、假设以 11Mbps 的速率在无线信道上连续发送帧长为 64 字节的数据帧，误码率为10^{-8}。请问如何计算平均每秒钟将有多少帧发生错误？分析给出表达式即可。（5 分）

5、某个应用进程使用传输层的 UDP 服务，将应用数据封装成 udp 段向下交给 IP 层分装成 IP 分组，则应用进程可否跳过 UDP 直接使用 IP 层提供的服务？（5 分）

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6、一个 CDMA 接收器收到了以下的码片：$X=(+1,+1,+1,-3,-3,-1,+1,-1)$，假设有 4 个发送站发送数据，4 个站的码片序列分别定义如下：

$A=(-1,-1,-1,+1,+1,-1,+1,+1)$

$B=(-1,-1,+1,-1,+1,+1,+1,-1)$

$C=(-1,+1,-1,+1,+1,+1,-1,-1)$

$D=(-1,+1,-1,-1,-1,-1,+1,-1)$

请问哪些移动站传输了数据？每个站发送了什么比特？（5 分）

7、简述数据链路层三种滑动窗口协议的基本原理并比较其特点。（5 分）

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2019 年参考答案

一、请给出以下英文简称的中文全称（10 分）

B2C：商对客　　PAN：个人区域网

OSI：开放式通信系统互联参考模型　　ITU：国际电信联盟

QoS：服务质量　　ICMP：互联网控制报文协议

NAT：网络地址转换　　RTP：实时传输协议

TSAP：传输服务访问点　　ARQ：自动重传请求

二、填空题（20 分）

1、路由器端口

2、ARP

3、IP 报文

4、拥塞

5、广播

6、协议

7、网络层

8、所有节点

9、缓冲区大小

10、时分复用；频分复用

11、20 字节

12、面向连接的服务；无连接的服务

13、流量控制；差错控制；成帧

14、停等式 ARQ；返回 *n*-ARQ；选择重发式 ARQ

三、选择题（20 分）

CDCCA BACDC CDCDC AACDB

评注：14. D 所有的互联网标准都是 RFC，但是不是所有 RFC 文档都是互联网标准。网络协议是网络标准的一部分。网络标准分层，包括物理层，链路层和协议层。物理层和链路层需要硬件来配合。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、综合题（50 分）

1.

组织	第一个地址	最后一个地址	地址容量	网络前缀
A	198.16.0.0	198.16.15.255	4096	198.16.0.0/20
B	198.16.16.0	198.16.23.255	2048	198.16.16.0/21
C	198.16.32.0	198.16.47.255	4096	198.16.32.0/20
D	198.16.64.0	198.16.95.255	8192	198.16.64.0/19

2. 答：(1)S1~S4 不具有 MAC 地址和 IP 地址 P1~P2 具有 MAC 地址和 IP 地址。

原因：交换机工作在数据链路层不具备寻址和路由能力，因此不需要具有 MAC 地址和 IP 地址；而路由器工作在网络层具备路由能力，需要将不同的子网连接起来，在传递 IP 报文中需要 MAC 地址和 IP 地址，因此路由端口具备 MAC 地址和 IP 地址。

(2)

分组	源 MAC 地址	目的 MAC 地址	源 IP 地址	目的 IP 地址
PKT1	MAC_H1	MAC_H2	IP_H1	IP_H2
PKT2	MAC_H1	MAC_P1	IP_H1	IP_H4
PKT3	MAC_P2	下一跳路由器 MAC 地址	IP_H1	IP_H4

3. 答：CSMA/CD 但有冲突检测的载波侦听多路访问协议。

工作原理：先听再说，边说边听，冲突检测，冲突停止

(1)首先各路持续侦听信道，若信道忙碌则等待并继续侦听信道。若信道空闲，则发送信息。

(2)在发送信息的过程中继续侦听信道，若发现冲突则立刻停止发送，若没有冲突则发送成功。

(3)等待一段时间后回到过程(1)，重新发送冲突的信息。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4. 解：发送速率：$R_b = 11\text{Mbps}$ ；帧长：$P = 64\text{Byte} = 512\text{bits}$

没有发送的数据帧的个数：$\frac{R_b}{P} = \frac{11\times10^6}{512}$

每一帧出错的概率：$P_p = 1-(1-10^{-6})^{512}$

则每秒将会有：$\frac{R_b}{P}\cdot P_p = \frac{11\times10^6}{512}\cdot\left[1-(1-10^{-6})\right]^{512}$ 帧出错。

5. 答：（UDP：用户数据报协议）

不能，服务是下层提供给上层的一组操作，即 k 层提供给 $k+1$ 层的服务，对 $k+1$ 层是可见的，而协议是对等实体间通信的规则。

(1)网络层的 IP 提供的服务仅对传输层可见，而对上层的应用层不可见，因此，应用层不能直接使用网络层提供的服务。

(2)即使可以直接使用 IP 层提供的服务，在传输过程中也会出现问题，当数据到达接收方传输层后，由于没有传输层协议(UDP)数据无法被理解，也无法交付给接收方的应用层。

6. 解：

A：$\frac{1}{8}\left[1\times(-1)+1\times(-1)+7\times(-1)+(-3)\times1+(-3)\times1+(-1)\times(-1)+1\times1+1\times(-1)\right]=-1$

A 站点发送“0”

B：$\frac{1}{8}\left[(-1)+(-1)+1+3+(-3)+(-1)+1+1\right]=0$

B 站点未发送

C：$\frac{1}{8}\left[(-1)+1+(-1)+(-3)+(-3)+(-1)+(-1)+1\right]=-1$

C 站点发送“0”

D：$\frac{1}{8}\left[(-1)+1+(-1)+3+3+1+1+1\right]=1$

D 站点发送“1”

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

7. 答：

(1) 停等式：发送窗口为 1，接收窗口也为 1，当发送给接收方发送数据后，等待接收方回复，收到回复后继续发送下一个分组；若未收到，超时重传。

(2) 回退 *N* 帧：发送窗口≥1，接收窗口为 1，不用缓存，发送方可以连续发送多个分组，当收到窗口中第 1 个分组的 ACK 后，窗口向后滑动一位，若未收到超时后，从第 1 个分组开始重传，(后退 *N* 帧，)即使收到中间分组的 ACK，仍从首个开始。

(3) 选择重发式：发送窗口和接收窗口都≥1，发送方连续发送多个分组，如果成功接收则回复 ACK，若接收出错，则回复 NAK，则重传该分组；收到第 1 个窗口分组的 ACK 则滑动移位，接收方将分组缓存，按顺序交付给上层。

(4) 特点：信道利用率：停等式<回退 N 帧<选择重发式

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018 年节选

一、请给出以下英文简称的中文全称。

MACA_____ REID_____

UTP_____ ARQ_____

NAT_____ ICMP_____

TCP_____ VLAN_____

TSAP_____ RTCP_____

二、填空题

1.物理层信道复用的主要方式有：_____、_____和_____。

2.请列举三种数据链路层成帧的方法：_____、_____和_____。

3.TCP/IP 协议中，所有 IP 分组分段后的重组都在_____进行。

4.ARP 的功能是将 IP 地址转换成_____地址。

5.主机地址全部为 1 的 IP 地址，表示_____地址，IP 地址全为 0，表示_____地址。

6.OSPF 是一种基于_____路由协议。

7.TCP 协议头中源端口号、目的端口号和序号域的长度分别为_____、_____和_____。

8.网桥是_____层设备，路由器是_____层设备。

9.ICMP 的报文是封装在_____进行传输的。

10.802.3 协议中，帧格式内前导码(Preamble)的主要功能是_____。

11.透明网桥收到一个数据帧，若其去往目的地址的端口与源端口相同，则透明网桥丢弃该帧；若去往目的地址的端口与源端口不同，则透明网桥_____该帧；若去往目的地址的端口未知，则透明网桥_____该帧。

三、选择题

1.一下协议中，用于解决无线局域网隐藏终端问题的是(　　)。

A.ALOHA　　B.CSMA/CD　　C.MACA　　D.HDLC

2.下列哪个频段属于 ISM 频段的是(　　)。

A.1000~1500 MHz　B.1800~1900 MHz　C.2400~2483.5 MHz　D.2000~2100 MHz

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.在域名系统中，DNS 的作用是(　　)。

A.IP 地址和 MAC 地址的转换　　B.IP 地址和子网地址的转换

C.主机名字和 IP 地址的转换　　D.主机地址和网络地址的转换

4.IPv4 首部中的校验和字段保护的范围是(　　)。

A.仅 IP 首部内容　　B.IP 首部和传输层首部

C.整个 IP 分组(不包括数据链路层首部)　　D.整个数据包(包括数据链路层首部)

5.对于 IP 协议对传输层提供的服务，下面说法正确的是(　　)。

A.提供有连接的可靠服务　　B.提供有连接的不可靠服务

C.提供无连接的可靠服务　　D.提供无连接的不可靠服务

6.在网络分层模型中，对于拥塞的说法正确的是(　　)。

A.拥塞控制是为了避免快速的发送方淹没慢速的接收方的一种策略

B.拥塞控制只能在网络层得到解决

C.无拥塞控制的网络，当业务量超过网络传输能力后，网络吞吐量将随着业务量的增加而减小

D.拥塞控制只与特定的发送方和特定的接收方之间的点到点流量相关

7.下面关于网络互联设备的描述，错误的是(　　)。

A.在物理层上扩展局域网可使用集线器

B.在数据链路层上扩展局域网可以使用二层交换机或网桥

C.二层交换机转发分组的依据是目的 IP 地址

D.在网络层上，可以使用路由扩展网络

8.关于 MAC 地址和 IP 地址，下列说法正确的是(　　)。

A.可以根据网卡的 MAC 地址判断安装该网卡的主机所在的网络位置

B.MAC 地址和 IP 地址都属于有层次结构的地址

C.路由器在进行操作时，使用的是 IP 分组中的目的 IP 地址

D.在数据转发过程中，源 MAC 地址一直保持不变

9.下列说法正确的是(　　)。

A.RFC 是互联网标准

B.互联网标准是 RFC

C.互联网标准是国际标准化组织 ISO 制定的

D.互联网标准是按照 OSI 参考模型制定的

10.以下论述正确的是(　　)。

A.面向连接和无连接在不同的协议层有不同的含义

B.面向连接更可靠

C.无连接更可靠

D.未来网络是无连接的

11.以下属于有线网络协议的是(　　)。

A.802.16　　B.蓝牙　　C.802.11　　D.802.3

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

12.经典以太网中，源 MAC 地址的长度为(　　)个字节。

A.4　　B.8　　C.2　　D.6

13.不属于 SOCKET 调用的是(　　)。

A.START　　B.LISTEN　　C.CONNET　　D.SEND

14.端口号的范围是(　　)。

A.0~99　　B.0~255　　C.0~1023　　D.0~65535

15.传输层上实现不可靠传输的协议是(　　)。

A.TCP　　B.UDP　　C.IP　　D.ARP

16.TCP 的主要功能是(　　)。

A.进行数据分组　　B.保证可靠传输

C.确定数据传输路径　　D.提高传输速率

17.在 TCP/IP 参考模型中，传输层建立的是(　　)。

18.无分组交换特点(　　)。

19.TTL 标识指的是(　　)。

20.?

四、综合题

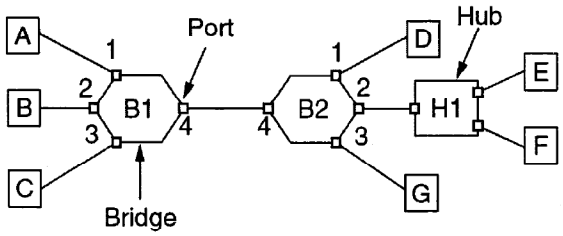
1.简述 OSI 协议的分层及功能。

2.请说明传输层和数据链路层的流量控制区别？

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

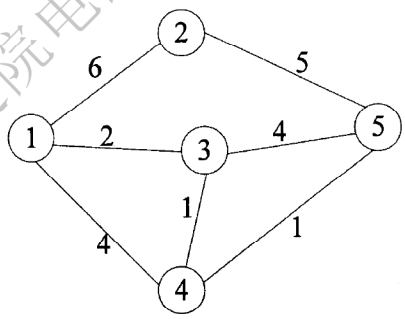
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.考虑下图使用网桥 B1 和 B2 连接的扩展区域网。假设两个王巧的初始转发表是空的，对于下面的数据发送过程，请列出转发数据帧的全部端口。



序号	数据发送顺序	网桥 B1 转发端口	网桥 B2 转发端口
1	A 发送一个数据帧给 C	2,3,4	1,2,3
2	E 发送一个数据帧给 F	1,2,3	1,3,4
3	F 发送一个数据帧给 E		
4	G 发送一个数据帧给 E		
5	D 发送一个数据帧给 A		
6	B 发送一个数据帧给 F		

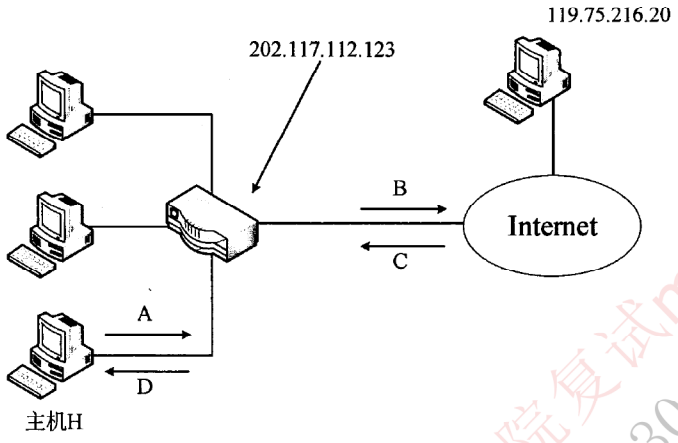
4.网络拓扑如下图所示，链路旁边的数字代表链路的长度，下标为 Dijkstra 算法计算节点 1 到各个节点的最短路由过程，其中 $D(x)$ 表示节点 1 到节点 x 的距离估值，请在表中空格处填写相应的数值。



步骤	工作节点集合	$D(2)$	$D(3)$	$D(4)$	$D(5)$
1	1	6	2	4	∞
2	1, 3	6	2	3	
3		6	2	3	
4		6	2	3	
5		6	2	3	

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5.某公司申请了一个公网 IP 地址 202.117.112.123，通过一个具有 NAT 功能的路由器，为公司内部的主机提供 Internet 接入服务，其连接关系如图所示。



对主机 H 进行 Ipconfig 得到如下信息：

```
C:\Users\Administrator>Ipconfig
Windows IP 配置
以太网适配器 本地连接：
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.0.130
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关 . . . . . : 192.168.0.1
```

现在主机 H 通过 FTP 访问 IP 地址位 119.75.216.20 的主机上的一个文件，假设 TCP 端口为 1000，目的 TCP 端口为 2000，A、B、C、D 为一次交互过程中的 IP 分组，路由表中的 NAT 转换表如下表所示：

索引值 (NAT 的公网地址端口号)	源 IP	源端口
1234	192.168.0.130	1000

请填写下表中 A、B、C、D 四个 IP 分组的内容。

分组序号	源 IP	目的 IP	源端口	目的端口
A	192.168.0.130	119.75.216.20	1000	2000
B				
C				
D	119.75.216.20	192.168.0.130		

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2018 年部分参考答案

三、选择题

CCCAD CCCBA DDADB B

四、综合题

3.

序号	数据发送顺序	网桥 B1 转发端口	网桥 B2 转发端口
1	A 发送一个数据帧给 C	2,3,4	1,2,3
2	E 发送一个数据帧给 F	1,2,3	1,3,4
3	F 发送一个数据帧给 E	无	无
4	G 发送一个数据帧给 E	无	2
5	D 发送一个数据帧给 A	1	4
6	B 发送一个数据帧给 F	1,3,4	2

4.

步骤	工作节点集合	$D(2)$	$D(3)$	$D(4)$	$D(5)$
1	1	6	2	4	∞
2	1, 3	6	2	3	6
3	1,3,4	6	2	3	4
4	1,3,4,5	6	2	3	4
5	1,2,3,4,5	6	2	3	4

5.

分组序号	源 IP	目的 IP	源端口	目的端口
A	192.168.0.130	119.75.216.20	1000	2000
B	202.117.112.123	119.75.216.20	1234	2000
C	119.75.216.20	202.117.112.123	2000	1000
D	119.75.216.20	192.168.0.130	1234	1000

评注：NAT 路由转换后公网地址。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2017 年节选

一、名词解释

HDLC_____ RFID_____

IGMP_____

二、填空题

数据链路层的功能是_____、_____和_____。

三、选择题

大致考点：

三网融合是指：_____、_____和_____。

ISM 的频段：_____。

3G 相对于 2G，增加了_____功能。

透明网桥的透明是指_____。

四、综合题。

1.无线通信的传播过程中可能存在什么问题？并给出解决方案。

2.无线网络按规模划分可分为哪几类，并给出实例。

3.路由器和子网掩码填空。

4.NAT 路由表填空。

5.距离矢量路由。

6.简述传输层连接释放的过程。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016 年

一、请给出以下英文简称的中文全称（10 分）。

ATM_____ PAN_____

UTP_____ ADSL_____

DHCP_____ NAT_____

OSPF_____ CIDR_____

ICMP_____ RTP_____

二、填空题（20 分）。

1. 主要的网络标准化组织包括：_____、_____、_____和_____。
2. 典型的有线传输介质主要有：_____、_____、_____、_____等。
3. 为了实现数据链路层的可靠传输，我们通常采用 ARQ 机制，请列举三种 ARQ 机制：_____、_____和_____。
4. 常用的载波侦听多路访问协议（CSMA）包括_____、_____和_____。
5. 在 OSI 七层模型中，以太网交换机属于_____层设备。
6. IPv4 地址中，TTL（生存期）字段的作用是：_____。
7. 网络层按照交换方式，可以分为：_____和_____。
8. 传输层可以向其用户提供_____服务和_____服务。

三、选择题（20 分）

1. 以下四种网络中无连接的广域网是(　　)。

   A. 电信网　　B. 以太网　　C. ATM　　D. Internet

2. 以下描述哪个是正确的(　　)。

   A. 服务、协议都是对等层之间的。

   B. 服务是上下层之间的，协议是对等层之间的。

   C. 服务是对等层之间的，协议是上下层之间的。

   D. 服务、协议都是上下层之间的

3. IEEE 802.11 系列协议中采用的物理层技术不包括(　　)。

   A. FHSS　　B. DSSS　　C. OFDM　　D. CSMA/CA

4. 典型的复用技术不包括(　　)。

   A. FDM　　B. TDM　　C. WDM　　D. PCM

5. 将传输比特流变为帧是哪一层的功能(　　)。

   A. 物理层　　B. 数据链路层　　C. 网络层　　D. 传输层

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6. 下列说法错误的是(　　)。
   A　数据链路层协议不一定具有介质访问控制(MAC)功能
   B．802.3（通常指以太网）协议未采用 ARQ 机制
   C．802.11 协议采用 CSMA/CA 机制
   D．PPP 具有介质访问控制(MAC)功能
7. 以下介质访问控制子层协议中，属于无冲突协议的是(　　)。
   A. CSMA/CD(检测)　　B. ALOHA
   C. CSMA/CA(尽量避免)　　D. 位图协议
8. 以下网络协议中，属于无线局域网的是(　　)。
   A. 802.3　　B. 802.11　　C. 802.1Q　　D. RFID
9. 经典以太网中所采用的介质访问控制子层协议为(　　)。
   A. ALOHA　　B. CSMA/CA　　C. CSMA/CD　　D. 令牌传递
10. 以下网络设备中，属于数据链路层的设备为(　　)。
   A. 传输网关　　B. 路由器　　C. 网桥　　D. 中继器（物理层）
11. 以下属于介质访问控制子层基本功能的是(　　)。
   A. 在多个竞争用户间分配单个广播信道
   B. 为传输的分组建立路由
   C. 通过为数据帧加入帧序号，提高传输数据帧的可靠性
   D. 将待发送的二进制比特转换成电信号在物理信道中传输
12. IP 地址采用(　　)编址方式。
   A. 平坦　　B. 分层　　C. 虚电路　　D. 域名
13. 关于 RIP 协议，以下说法正确的是：(　　)。
   A.RIP 协议为静态路由协议，采用路径向量算法
   B.RIP 协议为分布式域间路由协议，采用距离向量算法
   C.RIP 协议为分布式域内路由协议，采用距离向量算法
   D.RIP 协议为动态路由协议，采用路径向量算法
14. 关于 DHCP 协议，以下说法正确的是：(　　)。
   A. DHCP 协议可以为主机动态分配 IP 地址
   B. DHCP 协议可以为主机动态分配 MAC 地址
   C. DHCP 服务器不能为本网段的主机分配 IP 地址
   D. DHCP 协议不仅可以为主机分配 IP 地址，还可以分配 MAC 地址
15. 关于 NAT 协议，以下说法正确的是：(　　)。
   A.NAT 可以实现内部 IP 地址和内部 MAC 地址的转换
   B.NAT 可以实现内部 IP 地址和外部 MAC 地址的转换
   C.NAT 协议实现了域名地址和 IP 地址的转换
   D.NAT 实现了内部私有 IP 地址和外部公共 IP 地址的转换

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

16. 关于 IPv4 分组的分段和重组机制，以下说法正确的是：(　　)。

A.IP 分组的分段可以在任何一个途经的路由器进行；IP 分段的重组，在途经的每个路由器进行

B.IP 分组的分段可以在任何一个途经的路由器进行；IP 分段的重组，只在最终的目的主机进行

C.IP 分组的分段只在源主机进行；IP 分段的重组，在途经的每个路由器进行

D.IP 分组的分段可以在任何一个途经的路由器进行；IP 分段的重组不在网络层进行，而是交给传输层完成。

17. 关于距离向量路由算法，以下说法正确的是：(　　)。

A.该算法可以获得网络拓扑结构

B.该算法不能获得网络拓扑结构

C.该算法存在无穷计算问题，因此扩展性好，可以用于大型网络

D.该算法不存在无穷计算问题

18. 以下端口号中，属于知名端口号的是(　　)。

A. 80　　B. 9025　　C. 8080　　D. 7791

19. 以下不属于传输协议范畴的是(　　)。

A. 寻址　　B.连接建立　　C. 连接释放　　D. 路由

20. 以下网络协议中，运行在传输层的协议为(　　)。

A. ICMP（网络）　　B. TCP　　C. IP（网络）　　D. PPP（数据链路）

四、综合题（50 分）

1. (10 分)从网络规模的角度，网络大致分为哪几类，这几类网络各自有什么特点，请举例说明。

2. (5 分)分别论述电路交换和分组交换，并比较其异同。

西电通院复试mcw9icet 西电通院电院AI考研Q群 680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3. (5 分)数据链路协议使用了下面的字符编码：

A：01000111； B：11100011； FLAG：01111110； ESC：11100000

假设数据帧包含以下 5 个数据字符： A B ESC FLAG B，当使用以下两种成帧方法时，请给出实际发送的比特序列(用二进制表示)。

1) 字节填充的标志字节法（假定 FLAG 是标志字，ESC 是控制字符）。

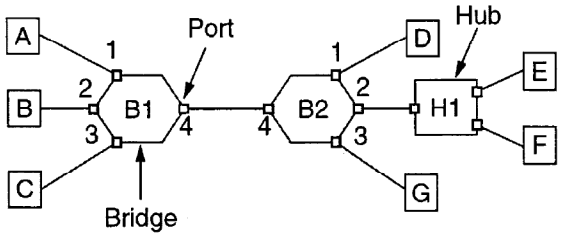
2) 比特填充的标志比特法（假定标志字是 01111110）。

4. (10 分)以太网的拓扑结构如下图所示，其中网桥 B1 和 B2 运用逆向地址学习法（Backward Learning）进行地址学习，实现对数据帧的转发。假设初始状态下，网桥 B1 和 B2 内的转发表为空，

1) 主机 A 向主机 G 发送一帧，描述网桥 B1 和 B2 的工作过程；

2) 其后，主机 G 向主机 A 发送一帧，描述网桥 B1 和 B2 的工作过程；

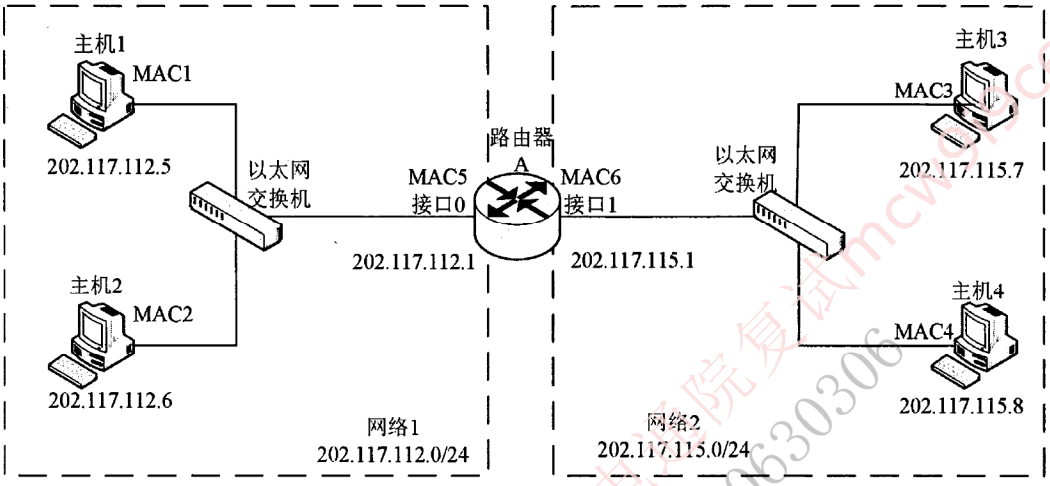
3) 其后，主机 E 向主机 A 发送一帧，描述集线器 H1、网桥 B1 和 B2 的工作过程。



西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5. (10 分)设两个交换式以太网通过一个路由器 A 相连，如图所示。网络 1 和网络 2 的网络地址分别为 202.117.112.0/24 和 202.117.115.0/24。主机 1 到主机 4、路由器 A 的 IP 地址及对应的 MAC 地址（分别用 MAC1 到 MAC6 表示）如图中所示。



(1)若主机 1 向主机 2 发送 IP 分组，请填写下表，说明利用以太网帧承载 IP 分组并实现 IP 分组转发的过程，并请简要说明该 IP 分组的逐跳转发过程。（2 分）

以太网帧转发步骤	源 IP	目的 IP	源MAC	目的 MAC
第一跳				
第二跳（若有）				
第三跳（若有）				

西电通院复试mcwgj9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(2)若主机 1 向主机 3 发送 IP 分组，请填写下表并简要说明该 IP 分组的逐跳转发过程。（4 分）

以太网帧转发步骤	源 IP	目的 IP	源 MAC	目的 MAC
第一跳				
第二跳（若有）				
第三跳（若有）				

(3)请给出主机 1 和路由器 A 的路由表。（4 分）

6.(10 分)假设一个有线网络中，主机 1 和主机 2 上的两个用户进程之间想要通信，并且在传输层采用了面向连接的方式，请简述两个主机间连接的建立和释放过程。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2016 年参考答案

一、给出下列英文缩写的中文全称

ATM：异步传输模式　　PAN：个域网
UTP：非屏蔽双绞线　　ADSL：非对称数字用户线路
DHCP：动态主机设置协议　　NAT：网络地址转换
OSPF：开放式最短路径优先协议　　CIDR：无类别域间路由
ICMP：因特网控制信息协议　　RTP：实时传输协议
评注：注意区别 RTP 和 RTCP(实时传输控制协议)

二、填空题

1.ISO；IEEE(电气与电子工程师协会)；IETF(工程任务组)；ITU-T(国际电信联盟标准化部)
2.电力线；双绞线；同轴电缆；光纤
3.停等式 ARQ；回退 *n* 帧 ARQ；选择性重传 ARQ
4.非坚持型 CSMA；1-坚持型 CSMA；*p*-坚持型 CSMA
5.数据链路
6.TTL 字段规定路由的跳数
7.电路交换；分组交换(数据包交换)
8.面向连接；无连接

三、选择题

DBDDB DDBCC ABCAD BBADB
评注：3.D　CSMA/CA 是数据链路层技术。
7.D　　无冲突协议包括：位图协议、令牌传递、二进制倒计数法
11.A　　B 项为网络层；C 项中序号是在 MAC 之前放进去的；D 项为物理层
12.C　　做错的同学，老师不想跟你说话并扔给你一张计网实验重修申请表…

四、综合题

1.答：按规模分，大致可分为：
(1)个域网：允许设备围绕着一个人进行通信。典型设备为蓝牙。
(2)局域网：一种私有网络，传输范围有限，广泛用来连接个人计算机和消费类电子设备。典型设备为 WiFi。
(3)城域网：可覆盖一个城市。典型例子为有线电视。
(4)广域网：范围很大，能跨越很大的地理区域，通常是一个国家、地区或一个大陆。如 VPN。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

(5)互联网：一组相互之间不同而且经常不兼容的网络连接起来组成的网络。如Internet。

2.答：电路交换：由于电路交换在通信之前要在通信双方之间建立一条被双方独占的物理通路（由通信双方之间的交换设备和链路逐段连接而成）。
分组交换：分组交换仍采用存储转发传输方式，但将一个长报文先分割为若干个较短的分组，然后把这些分组（携带源、目的地址和编号信息）逐个地发送出去。比较略。

3.1)A B ESC FLAG B→A B ESC ESC ESC FLAG B
01111110 01000111(A) 11100011(B) 11100000(ESC) 11100000(ESC) 11100000(ESC) 01111110 (FLAG) 11100011(B) 01111110
2)01111110 01000111(A) 110100011(B) 111000000(ESC) 011111010(FLAG) 11100011(B) 01111110
评注：字符填充：ESC→ESC ESC；FLAG→ESC FLAG。
位填充：连续的 5 个 1 后面加 0。

4.(1)主机 A 向 B1 发送一帧，B1 接收后广播，B2 接收后再次广播，G 接收。
(2)G 向 B2 发送一帧，B2 根据转发表发到 B1，B1 根据转发表直接发给 A。
(3)主机 E 发送一帧给 H1，H1 往所有端口转发，B2 收到后根据转发表转发给 B1，B1 根据转发表直接发给 A。
评注：教材 P258。

5.1)

以太网帧转发步骤	源 IP	目的 IP	源 MAC	目的 MAC
第一跳	202.117.112.5	202.117.112.6	MAC1	MAC2
第二跳（若有）				
第三跳（若有）				

主机 1 向主机 2 发送 IP 分组时，先查询自己内部路由表，由于主机 2 和主机 1 位于同一网络，因此查询结果为向主机 2 转发；利用 ARP 协议，主机 1 查询到主机 2 的 MAC 地址为 MAC2；其后，主机 1 将 IP 分组封装到以太网帧并将该帧发送到主机 2，该以太网帧的源 MAC 和目的 MAC 地址分别为 MAC1 和 MAC2。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2)

以太网帧转发步骤	源 IP	目的 IP	源 MAC	目的 MAC
第一跳	202.117.112.5	202.117.115.7	MAC1	MAC5
第二跳（若有）	202.117.112.5	202.117.115.7	MAC6	MAC3
第三跳（若有）				

简要说明：（说清主要步骤即可得分）

(1)主机 1 向主机 3 发送 IP 分组时，先查询自己内部路由表，由于主机 3 和主机 1 位于不同网络，因此查询结果为向路由器 A 转发；利用 ARP 协议，主机 1 查询到路由器 A 的 MAC 地址为 MAC5；其后，主机 1 将 IP 分组封装到以太网帧并将该帧发送到路由器 A，该以太网帧的源 MAC 和目的 MAC 地址分别为 MAC1 和 MAC5。

(2)路由器 A 收到该 IP 分组后，查询内部路由表，结果为向接口 1 直接交付；利用 ARP 协议，路由器 A 查询到主机 3 的 MAC 地址为 MAC3；其后，路由器 A 将 IP 分组封装到以太网帧并将该帧发送到主机 3，该以太网帧的源 MAC 和目的 MAC 地址分别为 MAC6 和 MAC3。

(3)在整个发送过程中，IP 分组的源 IP 和目的 IP 地址分别为：主机 1 的 IP 地址(202.117.112.5)和主机 3 的 IP 地址(202.117.112.7)。

3)(仅供参考)

主机 1：

目的地址	下一跳
主机 1	-
主机 2	主机 2
主机 3	接口 0
主机 4	接口 0

路由器 A：

目的地址	下一跳
202.117.112.0	接口 0
202.117.115.0	接口 1

评注：在这里简单介绍一下链路层、网络层和传输层，也简单介绍一下 MAC 地址、IP 地址和端口号的作用，让大家能够加以区分。

以太网规定，连入网络的所有设备，都必须有“网卡”接口。数据包必须是从一块网卡传到另一块网卡。网卡的地址即为 MAC 地址，就是数据包的物理发送地址和物理接收地址，理论上说这个地址是全球唯一、不可更改的，是一个**物理地址**。

以大家常用的 QQ 为例，A 对 B 发送“在吗”，计算机网络如何知道 A 的消息发给 B 而不是 C 呢？首先计算机要知道是谁发给谁，这样就需要 A 和 B 两台电脑的 **MAC 地址**，分别称为“源 MAC”和“目的 MAC”。**链路层完成的是设备到设备的通信。**

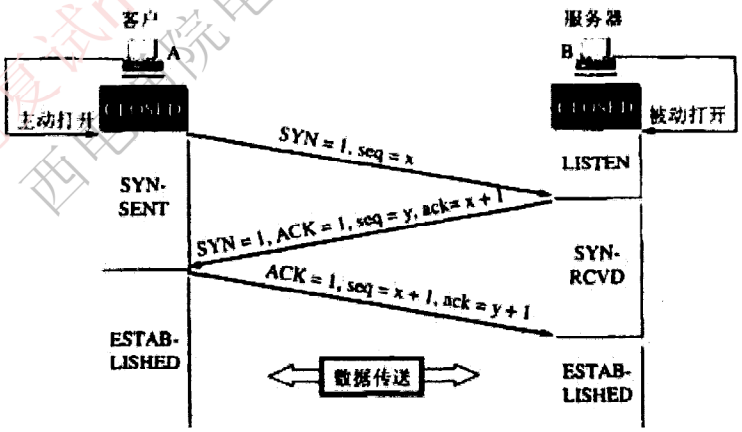
更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

现在可以通过源 MAC 和目的 MAC 进行通信，但是存在一个问题：这个数据从 A 发出，它如何知道 B 是谁呢？这时就需要采用**广播**的方法。所谓广播，就是大家常常听到的“两块钱买不了吃亏买不了上当”。这个包去问 B 和 C：“你是 B 吗？”因为 B 是 B，所以 B 会接收这个包。这样看来没什么问题。但是，如果有几千几万台电脑都在广播，这时候是不是每台电脑都会炸裂呢？(你是 A 吗？你是 B 吗？你是 CDEFG 吗？)我们将这种现象称为**广播风暴**。

因此，只有一个链路层是不可行的。这样，就引入了网络层。网络层引入了新的地址，称为 **IP 地址**。IP 地址将全球所有的电脑分为一个一个的子网，称为局域网。具体一点，我们把 ABCDEFG 放在区域 1 中，HIJKLMN 放在区域 2 中，OPQRST 放在区域 3 中，UVWXYZ 放在区域 4 中。此时广播只在当前区域有效，避免了广播风暴的发生。此时，对应地，IP 地址也有源 IP 与目的 IP。与 MAC 地址不同，IP 地址连在不同的网络上，是可以变化的，故 IP 地址是**逻辑地址**。借助 ARP 协议就可以通过 IP 地址找 MAC 地址了。**网络层完成的是主机对主机的通信。**

问题还没有解决。实际上，电脑中运行的程序肯定不止一个，A 用 QQ 发给 B 的消息，传到 B 后，它如何知道这个消息是给 QQ 还是给微信的呢？这时链路层和网络层就无能为力了。因此，还需要一个传输层。我们给每个网络程序给一个编号，称为端口号。如果 QQ 的端口号是 1234，微信的端口号 4321，通过传输层加上源端口 1234 和目的端口 1234，就可以保证 A 的从 QQ 发送的消息传到 B 的 QQ 上，而不是微信上。也就是说，**传输层完成的是进程到进程的通信。**

6.答：



上图画出了 TCP 建立连接的过程。假定主机 1 是 TCP 客户端，主机 2 是服务端。

最初两端的 TCP 进程都处于 CLOSED 状态。图中在主机下面的是 TCP 进程所处的状态。1 是主动打开连接，2 是被动打开连接。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

首先 1 向 2 发出连接请求报文段，这时首部中的同步位 SYN = 1，同时选择一个初始序号 SEQ = x。TCP 规定，SYN 报文段不能携带数据，但要消耗掉一个序号。这时，1 进入 SYN-SENT 状态。

2 收到请求后，向 1 发送确认。在确认报文段中把 SYN 和 ACK 位都置为 1，确认号是 ack = $x+1$，同时也为自己选择一个初始序号 SEQ = y。请注意，这个报文段也不能携带数据，但同样要消耗掉一个序号。这时 2 进入 SYN-RCVD 状态。1 收到 2 的确认后，还要向 2 给出确认。确认报文段的 ACK 置为 1，确认号 ack = $y+1$，而自己的序号 SEQ = $x+1$。这时，TCP 连接已经建立，1 进入 ESTABLISHED 状态，当 2 收到 1 的确认后，也会进入 ESTABLISHED 状态。

评注：“三次握手”和“四次挥手”是面试必考题，务必理解和牢记。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014年

一、给出下列英文缩写的中文全称

NAT_____ CIDR_____

HTTP_____ LAN_____

TDM_____ CSMA/CD_____

MAC_____ PSTN_____

ADSL_____ ARQ_____

二、单项选择

1.关于 ICMP，下列说法正确的是(　　)。

A.ICMP 协议根据 MAC 地址查找对应的 IP 地址

B.ICMP 协议把公网的 IP 地址转换为私网的 IP 地址

C.ICMP 协议集中管理网络的 IP 地址分配

D.ICMP 协议可用于测试网络工作状态

2.在距离矢量路由协议中，每个路由器从(　　)接收距离矢量路由信息。

A.网络中的每个路由器　　B.两条距离以内的路由器

C.其它自治系统的路由器　　D.邻居路由器

3.以下编址方式不属于分层地址的是(　　)。

A.MAC 地址　B.IP 地址　　C.电话号码　　D.域名

4.网络中发生拥塞的表现是(　　)。

A.随着通信子网负载的增加，吞吐量也增加

B.网络节点接收和发送的分组越来越少

C.网络节点接收和发送的分组越来越多

D.随着通信子网负载的增加，吞吐量反而下降

5.在 TCP/IP 协议族中，UDP 协议工作在(　　)。

A.应用层　　B.传输层　　C.网络层　　D.数据链路层

6.提高链路速率可以减少数据的(　　)。

A.传播时延　　B.排队时延　　C.等待时延　　D.发送时延

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

7.以下不具有信道侦听功能的多路访问协议是(　　)。

A.CSMA　　B.CSMA/CA　　C.CSMA/CD　　D.ALOHA

8.在 1200Baud 的线路上，利用 QAM-16 调制方式可以达到的传输速率是(　　)。

A.1200bps　　B.2400bps　　C.3600bps　　D.4800bps

9.三次握手协议用于(　　)。

A.传输层连接的建立　　B.数据链路层的流量控制

C.传输层的重复检测　　D.传输层的流量控制

10.TCP 在确认信息中捎带(　　)的序号。

A.上一个已接收的字节　　B.下一个希望接收的字节

C.正在发送的字节　　D.下一个将要发送的字节

三、填空题

1.IP 协议能够提供_____的网络传输服务。

2.在分层协议模型中，负责网络互联的是_____层。

3.ARP 协议完成从_____地址到_____地址的映射。

4.CIDR 地址块 194.24.0.0/21 所包含的 IP 地址范围是从_____到_____。

5.ICMP 报文封装在_____协议数据单元传送。

6.在无线局域网中进行载波侦听多路访问时，存在_____问题和_____问题。802.11 协议中采用的多路访问协议是_____。

7.CSMA/CD 协议的三个通信状态是_____、_____、_____。

8.信号在信道中传输时，信道引入的传输损伤有_____和_____。

9.Internet 通过_____和_____来标识传输地址。

10.常见的有线传输媒质有_____、_____和_____。

四、综合题

1.简述 OSI 协议参考模型的各层功能。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2.请简述 1-坚持 CSMA、非坚持 CSMA 和 p-坚持 CSMA 三种多路访问协议的异同。

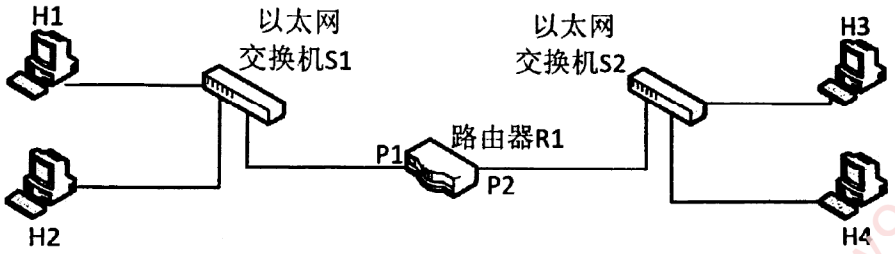
3.在数据链路层中，欲传输一个由四个字符（依次为 A、B、ESC、FLAG）构成的帧，其中 ESC 是控制字符，FLAG 为帧定界字符。这四个字符的二进制编码分别为 A：01000111，B：11100011，ESC：11100000，FLAG：01111110。请分别给出采用字符填充法和位填充法所生成的数据帧。

4.简述透明网桥的工作原理。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5.如下图网络：



图中各设备的名称和地址如下表：

设备名	标号	MAC 地址	IP 地址	子网掩码
主机 1	H1	MAC_H1	202.117.112.2	255.255.255.128
主机 2	H2	MAC_H2	202.117.112.3	255.255.255.128
主机 3	H3	MAC_H3	202.117.112.130	255.255.255.128
主机 4	H4	MAC_H4	202.117.112.131	255.255.255.128
路由器端口 1	P1	MAC_P1	202.117.112.1	255.255.255.128
路由器端口 2	P2	MAC_P2	202.117.112.129	255.255.255.128

路由器 R1 中的路由表如下：

目的网络地址	子网掩码	下一跳
202.117.112.0	255.255.255.128	P1
202.117.112.128	255.255.255.128	P2

当主机 H1 要向 H3 发送一个 IP 分组 p 时，p 的转发过程如下（假设所有的端口已经完成了 ARP 地址映射）：

H1 生成分组 p，其源 IP 地址为：_____，目的 IP 地址为：_____，H1 将分组 p 的目的 IP 地址与_____逐位相“与”，发现结果不等于 H1 的网络地址_____，因此 H1 将分组 p 封装到一个以太网帧 F1 中，以太网帧 F1 的源 MAC 地址为_____，目的 MAC 地址为_____，分组 p 的源 IP 地址为_____，目的 IP 地址为_____。当路由器 R1 收到分组 p 后，将_____与_____逐位相“与”，发现结果等于_____，因此将分组 p 封装到一个以太网帧 F2 中进行直接发送，以太网帧 F2 的源 MAC 地址为_____，目的 MAC 地址为_____，分组 p 的源 IP 地址为_____，目的 IP 地址为_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

网络管理员对网络地址进行了重新分配如下表所示：

设备名	标号	MAC 地址	IP 地址	子网掩码
主机 1	H1	MAC_H1	202.117.112.125	255.255.255.128
主机 2	H2	MAC_H2	202.117.112.130	255.255.255.128
主机 3	H3	MAC_H3	202.117.112.126	255.255.255.128
主机 4	H4	MAC_H4	202.117.112.131	255.255.255.128
路由器端口 1	P1	MAC_P1	202.117.112.1	255.255.255.128
路由器端口 2	P2	MAC_P2	202.117.112.129	255.255.255.128

结果发现，无法从主机 H1 PING 通主机 H2，请分析一下故障原因并给出解决方法。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2014 年参考答案

一、给出下列英文缩写的中文全称

NAT：网络地址翻译　　CIDR：无类别域间路由

HTTP：超文本传输协议　　LAN：局域网

TDD：时分复用　　CSMA/CD：载波侦听多址接入/冲突检测

MAC：媒质接入控制　　PSTN：公共电话交换网

ADSL：非对称数字用户线路　　ARQ：自动重发请求

二、选择题

DDADB DDDAB

评注：6.D 提高链路速率是提高了将数据推送到链路的速率。而信道的传播时延仅跟信号的传播速率和信道长度有关，与发送速率无关。因此提高速率不会影响信道的传播时延。

7.D CSMA 先听再说(P206)；　　CSMA/CA 先听(P234)；

CSMA/CD 边说边听(P207)；　　ALOHA 想说就说(P202)。

8.D 16=2^4，每个符号传递 4bits，$R_b = 1200B \times 4 = 4800bps$ 。

三、填空题

1.不可靠无连接

2.网络

3.网络；MAC

4.194.24.0.0；194.24.7.255

5.IP

6.隐藏终端；暴露终端；CSMA/CA

7.空闲；冲突；传输

8.衰减；噪声

9.IP 地址；端口号

10.光纤；双绞线；同轴电缆

四、综合题

1.答：物理层的主要功能：利用传输介质为数据链路层提供物理连接，实现比特流的透明传输。

数据链路层的主要功能：通过各种控制协议，将一个有差错的物理信道转变成无差错的、能可靠传输数据帧的数据链路。

网络的主要层功能：通过路由选择算法，为报文或分组通过通信子网选择最适当的路径。该层控制数据链路层与传输层之间的信息转发、建立、维持和终止网络的连接。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

传输层的主要功能：向用户提供可靠的端到端的差错和流量控制，保证报文的正确传输。传输层的作用是向高层屏蔽下层数据通信的细节，及 向用户透明地传送报文。

会话层的主要功能：向两个实体的表示层提供建立和使用连接的方法，组织和协调两个会话进程之间的通信，并对数据交换进行管理。

表示层的主要功能：对来自应用层的命令和数进行解释，对各种语法赋予相应的含义，并按照一定的格式传送给会话层。

应用层的主要功能：直接向用户提供服务，完成用户希望在网络上完成的各种工作。

2.共同点：先听再说

不同点：

1-坚持 CSMA：发送站**一直侦听**信道，一旦发现信道空闲马上发送数据；发生冲突后，则坚持监听，直到信道空闲为止。

非坚持 CSMA：发送站侦听信道，发现信道空闲，则开始传送数据；如果信道不空闲，则**等待一段随机时间后再次侦听**信道。

p-坚持 CSMA：(1)如果信道**忙**，则发送站**持续侦听**信道；

(2)如果信道**空闲**，以**概率 *p* 发送**数据，以**概率 1–*p*** 将数据的发送**延迟**到下一时隙并重复这一过程。当发生冲突时，等待一段随机时间后再重新开始。

3.答：(1)字符填充法：

01111110 01000111(A) 11100011(B) 11100000(ESC) 11100000(ESC) 11100000(ESC) 01111110(FLAG) 01111110

(2)位填充法：

01111110 01000111(A)110100011(B)111000000(ESC)011111010(FLAG) 01111110

4.答：透明网桥的工作原理如下：

(1)每个网桥保存一个动态路由表（目的站点地址，端口号）。

(2)初始时，该路由表为空，以后通过逆向自学习方法获取路由信息。逆向自学习方法：当一个 MAC 帧到达网桥时，网桥根据其源 MAC 地址以及到达的端口号，向路由表增加或刷新一条记录。

(3)路由表的每一项都设置一个超时计时器，若超时，则删除该项，以适应拓扑结构的变化。

(4)当某一帧到达网桥时，查询路由表。

若找到目的地址，则向对应的端口转发。

若找不到目的地址，则向所有的端口广播（除了它所到达的端口外）。

(5)当网络拓扑结构出现环路时，应阻塞某些网桥的某些端口，消除环路，使网络呈现出生成树结构（Spaning tree）。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

5.202.117.112.2；202.117.112.130；255.255.255.128；202.117.112.0；MAC_H1；MAC_P1；202.117.112.2；202.117.112.130；202.117.112.130；255.255.255.128；202.117.112.128；MAC_P2；MAC_H3；202.117.112.2；202.117.112.130

原因：H1 和 H2 此时不在同一网段中。当 H1 生成分组 p 时，目的 IP 地址与子网掩码相与，得到 202.117.112.128，路由器会 R1 会选择下一跳 P2，然而 H2 和 H1 在同一边，所以必然找不到 H2，从而 H1 PING H2 失败。

解决方法：交换 H2、H3 的 IP 地址。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013 年

一、给出下列英文缩写的中文全称

CIDR_____ SONET_____

ISO_____ DMT_____

HDLC_____ PAN_____

UDP_____ ARP_____

BGP_____ WDM_____

二、选择题

1.802 系列标准是由(　　)制定的。

A.ISO　　B.IETF　　C.IEEE　　D.ITU-T

2.局域网通常是(　　)。

A.点到点网络　　B.广播网络　　C.分组交换网络　　D.电路交换网络

3.以下动态路由算法中，使用距离—矢量路由算法的是(　　)。

A.RIP 协议　　B.OSPF 协议　　C.AODV 协议　　D.IS-IS 协议

4.在 IPv4 环境中，路由器根据(　　)在不同的路由器之间转发数据包。

A.目的网络地址　　B.源网络地址　　C.源 MAC 地址　　D.传输层目的端口

5.以下(　　)是路由表条目的组成成分。

A.源主机地址　　B.目的端口号　　C.源端口号　　D.下一跳地址

6.下列编址方案中不属于分层地址的是(　　)。

A.身份证号码　　B.IP 地址　　C.MAC 地址　　D.电话号码

7.属于网络层设备的是(　　)。

A.路由器　　B.集线器　　C.网桥　　D.转发器

8.TCP 传输段头部的源端口号和目的端口号的字段长度都是(　　)个字节。

A.1　　B.2　　C.3　　D.4

9.下面(　　)传输介质的带宽最大。

A.5 类双绞线　　B.3 类双绞线　　C.同轴电缆　　D.光纤

10.T1 标准的数据传输速率是(　　)Mbps。

A.1.544　　B.2.048　　C.1.93　　D.1.92

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

11.下面关于源端口地址和目标端口地址的描述中，正确的是(　　)。

A.在 TCP/UDP 传输段中，源端口地址和目的端口地址是不能相同的

B.在 TCP/UDP 传输段中，源端口地址和目的端口地址是必须相同的

C.在 TCP/UDP 传输段中，源端口地址和目的端口地址是可以相同的

D.以上说法都不对

12.TCP 协议为了实现可靠传输，采用超时重传和确认技术，并规定确认序号为(　　)。

A.已正确接收的上一个传输段载荷的首字节序号

B.已正确接收的上一个传输段载荷的末字节序号

C.希望接收的下一个传输段载荷的首字节序号

D.希望接收的下一个传输段载荷的末字节序号

三、填空题

1.可以隔离 MAC 层广播帧的网络设备是_____。

2.一个持续 40ms，速率为 25MBps 的突发，经过一个输出速率为 2MBps，容量为 1MB 的漏桶后，其流量被平滑至_____Bps，并持续_____ms。

3.分组交换方式可分为两种：_____分组交换和_____分组交换。

4.在大型网络中，为了防止路由表过大，减小路由开销，通常会采用_____路由策略。

5.衡量介质访问控制子层中多路访问协议性能的主要指标有_____和_____。

6.当透明网桥收到一个 MAC 帧时，按照以下步骤转发处理：

(1)_____

(2)_____

(3)_____

7.希望获得 TCP 服务的发送方和接收方必须创建被称为套接字的端点，每个套接字端点的主要参数包括_____和_____。

8.在 TCP 协议中，发送方的窗口大小取决于_____窗口和_____窗口。

9.回退 *N* 滑动窗口协议(序号空间为 *n* 比特)的发送窗口最大为_____，接收窗口为_____。

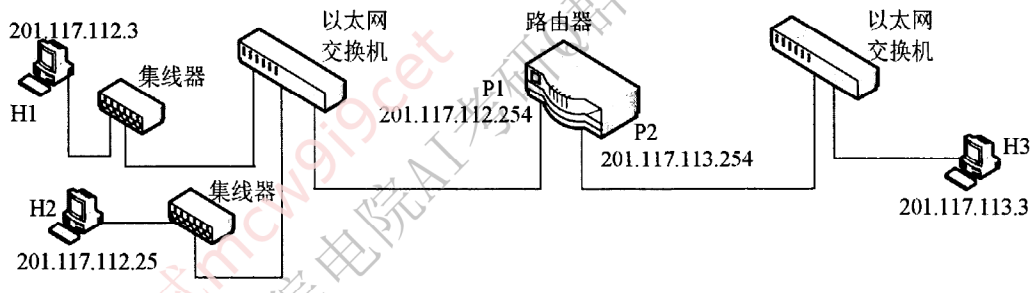
10.按照 HDLC 位填充协议，比特流 0111101111101111110 经过位填充之后变成为_____。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、简答题

1.请说明 OSI 分层模型各协议层的主要功能及相互关系。

2.请针对如图网络，填写相应表格。



图中各设备的名称和地址如下表：

设备名	标号	IP 地址	MAC 地址
主机 1	H1	202.117.112.3	MAC_H1
主机 2	H2	202.117.112.25	MAC_H2
主机 3	H3	202.117.113.3	MAC_H3
路由器端口 1	P1	202.117.112.254	MAC_P1
路由器端口 2	P2	202.117.113.254	MAC_P2

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

设 MAC_FF 表示 MAC 层广播地址 FF:FF:FF:FF:FF:FF，MAC_ZERO 表示 MAC 层全 0 地址 00:00:00:00:00:00，已知封装 ARP 请求/应答消息的 MAC 帧格式如下：

目的 MAC 地址	源 MAC 地址	0x0806	ARP 首部	发送者 MAC 地址	发送者 IP 地址	接收者 MAC 地址	接收者 IP 地址

请填写以下内容：

(1)当从主机 H1 处发起命令：PING 202.117.112.25 时，则主机 H1 发出的 ARP 请求报文内容应为：

		0x0806	ARP 首部	MAC_H1	202.117.112.3	MAC_ZERO	

H1 接收到的 ARP 应答报文内容应为：

		0x0806	ARP 首部		202.117.112.25		

(2)当从主机 H1 处发起命令：PING 202.117.113.3 时，则主机 H1 发出的 ARP 请求报文内容应为：

		0x0806	ARP 首部	MAC_H1	202.117.112.3	MAC_ZERO	

H1 接收到的 ARP 应答报文内容应为：

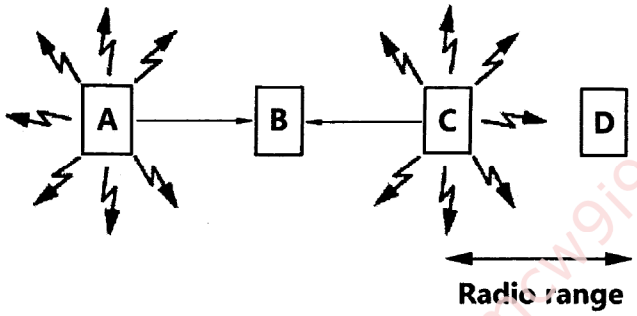
		0x0806	ARP 首部				

3.假设某学校申请了一段 IP 地址空间 202.117.0.0/18，该学校有四个学院 A、B、C、D，其中学院 A、B 分别需要 4000 个地址空间，学院 C 需要 2000 个地址空间，学院 D 需要 500 个地址空间，请把网络分配结果填入下表：

学院	起始地址	终止地址	CIDR 块表示
学院 A	202.117.0.0		
学院 B		202.117.31.255	
学院 C			
学院 D		202.117.45.255	

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.请简要说明无线局域网中隐藏站的问题，并给出可行的解决方案。



5.下图为以太网的帧格式，请详细解释其中“填充域”存在的原因。

字节数	8	6	6	2	0-1500	0-46	4
	先导域	目标地址	源地址	类型	数据	填充域	校验和

6.简述数据链路层的流量控制和差错控制机制与传输层的流量控制和差错控制机制的相同点与不同点。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2013 年参考答案

一、请写出下列缩写的中文全称。

CIDR：无类别域间路由　　SONET：同步光网络

ISO：国际标准化组织　　DMT：离散多音

HDLC：高级数据链路控制　PAN：个人局域网

UDP：用户数据协议　　ARP：地址解析协议

BGP：边界网关协议　　WDM：波分复用

二、选择题

CBAAD CABDA AC

8.B　　评注：16bits/8=2B。

11.A　　评注：在 TCP/UDP 传输段中，源端口地址和目的端口地址是不能相同的，否则就会建立自己到自己的连接，白白耗费资源。网络攻击中的 LAND 攻击就是利用这个这一点进行攻击的。

三、填空题

1.路由器

2.2M；500

评注：1MB/2MBps=500ms。

3.虚电路；数据报

4.分层

5.迟延；吞吐量(低负载下的延迟；高负载下的信道利用率)

6.(1)如果去往目标地址的端口与源端口相同，则丢弃该帧；

(2)如果去往目标地址的端口与源端口不同，则转发该帧到目标端口；

(3)如果目标端口未知，则使用泛洪法，将帧发到所有的端口，除了它入境的那个。

评注：课本 P259。

7.IP 地址；端口号

8.接收方允许；拥塞

9. 2^n-1；1

评注：若是选择性重传协议，则答案变为 2^{n-1}、2^{n-1}。

10. 011110111110011111010

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、简答题

1.答：物理层负责相邻设备之间的比特流传输。

数据链路层在比特流传输的基础上实现帧定界、差错控制、流控。

网络层利用数据链路层的服务，从源到宿逐跳路由、转发，提供从源到宿的分组转发能力。

传输层在网络层服务的基础上实现端到端可靠通信。

表示层统一全网信息表示方式（编解码）。

会晤层同步、协调通信参与方之间的操作关系。

应用层负责应用相关功能。

2.(1)当从主机 H1 处发起命令：PING 202.117.112.25 时，则主机 H1 发出的 ARP 请求报文内容应为：

MAC_FF	MAC_H1	0x0806	ARP 首部	MAC_H1	202.117.112.3	MAC_ZERO	202.117.112.25

H1 接收到的 ARP 应答报文内容应为：

MAC_H1	MAC_H2	0x0806	ARP 首部	MAC_H2	202.117.112.25	MAC_H1	202.117.112.3

(2)当从主机 H1 处发起命令：PING 202.117.113.3 时，则主机 H1 发出的 ARP 请求报文内容应为：

MAC_FF	MAC_H1	0x0806	ARP 首部	MAC_H1	202.117.112.3	MAC_ZERO	202.117.113.3

H1 接收到的 ARP 应答报文内容应为：

MAC_H1	MAC_P1	0x0806	ARP 首部	MAC_P1	202.117.113.3	MAC_H1	202.117.112.3

评注：ARP 映射最开始大家一无所知，所以发送时无论是否处于同一网段都应采用广播。发送完成后，已经有了路径，所以应答时定向。无论发送接收，源/目的 IP 地址都应该是发起呼叫和目的地的 IP 地址，传输过程中 MAC 地址(交换原理中称作硬件地址)会改变。

3.答：

学院	起始地址	终止地址	CIDR 块表示
学院 A	202.117.0.0	202.117.15.255	202.117.0.0/20
学院 B	202.117.16.0	202.117.31.255	202.117.16.0/20
学院 C	202.117.32.0	202.117.39.255	202.117.32.0/21
学院 D	202.117.44.0	202.117.45.255	202.117.44.0/23

评注：分配地址可以不连续。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.答：如上图所示，当 C 正在检测介质的话（侦听信道），它将不会听到 A，因为 A 处于其距离范围之外，因此其会错误的得出结论：它可以向 B 发送数据。如果 C 真的开始向 B 发送数据，则可能会对 A 送给 B 的帧产生干扰。即由于竞争者离的太远而导致一个站无法检测到潜在的介质竞争对手，这个问题称为隐藏站问题。

解决方法：采用 MACA 协议或 MACAW 协议。（两种写一种即可）

MACA 原理：在 A 向 B 发送数据之前，首先发送 RTS 帧，包含了随后要发送数据帧的长度，B 用 CTS 帧作为应答，其中也包含了数据长度。此时，C 也可以收到 B 发出的 CTS 帧，那么在接下来的数据传输过程中其保持沉默，沉默时长与数据帧长度相关(从 CTS 中可以解析)。

5.提示：以太网冲突检测时间 2τ， 51.2μs， 10Mbps，64 字节，46 字节。

6.数据链路层流量控制主要考虑接收方接收能力，差错控制主要针对误码，往返实验比较稳定，基本没有乱序；

传输层往返迟延变化大，网络存在拥塞问题，流量控制要与拥塞控制相结合，差错控制主要针对分组丢弃、乱序。

西电通院复试mcw9@cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2012 年

一、请写出下列缩写的中文全称。

ISO_____ SONET_____

ARP_____ PPP_____

DNS_____ NAT_____

RIP_____ ADSL_____

OFDM_____ IETF_____

二、选择题

1.点到点网络和广播网络的主要区别是(　　)。

A.差错控制　　B.路由交换　　C.流量控制　　D.传输带宽

2.同步地球卫星与地面站之间的传播时延应该在(　　)。

A.40~50ms　　B.120~150ms　　C.40~50μs　　D.120~150μs

3.半双工工作模式下，10M 以太网多址接入协议采用的机制，最准确的描述为(　　)。

A.采用 CSMA/CD 的多址接入机制，收端对收到的每一帧都要进行确认

B.提面向连接的可靠的传输服务

C.采用 CSMA/CD 的多址接入机制，可以利用 Hub 和 Switch 进行组网

D.帧长限制在 0~1500 字节之间

4.集线器工作于(　　)，以太网交换机工作于(　　)。

A.物理层　　B.数据链路层　　C.网络层　　D.传输层

5.以下几种业务中，对可靠性要求最高的是(　　)，对延时要求最高的是(　　)。

A.单向视频点播　　B.视频会议　　C.文件传输　　D.即时消息

6.传输层功能不包括(　　)。

A.差错控制　　B.流量控制　　C.拥塞控制　　D.路由选择

7.TCP 头固定字段不包括下述(　　)字段。

A.序列号　　B.源端口号　　C.服务类型　　D.窗口大小

8.以下 IP 地址中，(　　)可以作为主机地址(其中前 22 位是网络地址)。

A.132.117.112.0　　B.154.117.127.255　　C.169.192.112.255　　D.69.168.100.0

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

三、填空题

1.与计算机通信相关的国际标准化组织有_____、_____和_____。

2.请给出三种有线传输介质：_____、_____和_____。

3.电话网中，一路话音经过 PCM 编码后的传输速率为_____。

4.时隙 ALOHA 的冲突窗口为_____个时隙。

5.某 IP 地址的十六进制表示为 C22F1582，则其点分十进制表示应该为_____。

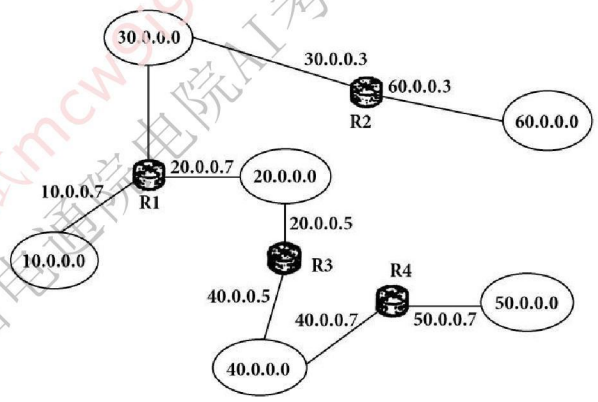
6.TCP 协议中，为了避免拥塞，发送方根据_____窗口和_____窗口确定发送窗口大小。

7.RIP 是基于_____算法的动态路由协议，OSPF 是基于_____算法的动态路由协议。

8.PING 命令基于_____协议。

9.对于 n 比特编号的回退 N 帧数据链路层传输协议，其发送窗口应小于_____，接收窗口为_____。

10.请写出下图中路由器 R3 的路由表。



目的网络	下一跳
10.0.0.0	
20.0.0.0	直接交付
30.0.0.0	
40.0.0.0	直接交付
50.0.0.0	
60.0.0.0	

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、简答题

1.给出数据链路层帧定界的 4 种方法并做简要说明。

2.简述无线局域网通信的站点隐藏和站点暴露问题。

3.简述数据链路层和传输层的异同点。

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

4.简述传输层建立连接的功能和过程。

5.简述距离矢量路由算法的基本原理。

6.简述透明网桥的基本原理。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2012 年参考答案

一、英译汉

ISO：国际标准化组织　SONET：光同步传送网

ARP：地址解析协议　PPP：点对点协议

DNS：域名服务系统　NAT：网络地址转换

RIP：路由信息协议　ADSL：非对称数字用户环路

OFDM：正交频分复用　IETF：因特网工程任务组

二、选择题

BBCAB CBDCC

5.C 评注：将各选项网络地址写为二进制。IP 地址共 32 位，前 22 位为网络地址，所以我们主要看后 10 位是否为主机地址。当后 10 位全为 0 时为网络地址 IP(A、D 选项)，后 10 位全为 1 时为广播 IP(B 选项)，这两种情况应排除。故只有 C 符合题意。

三、填空题

1.ITU-T；IEEE；IETF；ISO（任写三个）

2.双绞线；同轴电缆；光纤

3.64kbps

4.1

5.194.47.21.130

6.接收；拥塞

7.距离矢量路由；链路状态路由

8.ICMP

9. 2^n-1；1

10.

目的网络	下一跳
10.0.0.0	20.0.0.7
20.0.0.0	直接交付
30.0.0.0	20.0.0.7
40.0.0.0	直接交付
50.0.0.0	40.0.0.7
60.0.0.0	20.0.0.7

西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、简答题

1.解：

(1)比特填充：发送方连续 5 个 1 后插入 1 个 0，接收方连续 5 个 1 后删除一个 0，按照 01111110 定界；

(2)字符填充：FLAG 字符，ESC 字符，发送方在数据 FLAG 和数据 ESC 前插入 ESC，接收方删除 ESC FLAG 和 ESC ESC 的第一个 ESC，按照单个 FLAG 定界；

(3)物理层冗余编码：如用两个物理码元表示 1bit，用多余的物理码元图样表示帧定界；

(4)字符计数+头部校验：例如用字符集数和头部校验搜索头部，实现帧定界。

2.解：终端隐藏：2 个发送方给一个接收方发送数据，无线信号覆盖范围有限，2 个发送方互相不知道对方在发送数据，在接收方冲突；

终端暴露：A、B、C、D 一字排开，B 的信号可以覆盖 A、C，C 的信号可以覆盖 B、D，B 正在给 A 发送数据，C 本来可以给 D 发送数据，但 C 认为信道忙，不能发送数据。相对于 C，B 是暴露终端。

3.答：层次不同，覆盖范围不同：直接相邻设备之间，跨越网络的端设备之间；

差错控制问题不同：传输时延、多路径、副本；

协议不同：连接管理，缓存管理。

4.答：分别确定合适的起始序号，互相通知起始序号，互相确认起始序号，避免序号混淆无法区分以往数据和本次连接数据。三次握手建立连接。

5.答：

(1)确定相邻节点的距离，建立最初路由表；

(2)与相邻节点互相交换路由表；

(3)根据收集到的相邻节点的路由表和到相邻节点的距离，优化计算新的路由表；

(4)反复交换反复优化计算，动态掌握路由信息。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6.答：透明网桥的工作原理如下：

(1)每个网桥保存一个动态路由表（目的站点地址，端口号）。

(2)初始时，该路由表为空，以后通过逆向自学习方法获取路由信息。逆向自学习方法：当一个 MAC 帧到达网桥时，网桥根据其源 MAC 地址以及到达的端口号，向路由表增加或刷新一条记录。

(3)路由表的每一项都设置一个超时计时器，若超时，则删除该项，以适应拓扑结构的变化。

(4)当某一帧到达网桥时，查询路由表。

若找到目的地址，则向对应的端口转发。

若找不到目的地址，则向所有的端口广播（除了它所到达的端口外）。

(5)当网络拓扑结构出现环路时，应阻塞某些网桥的某些端口，消除环路，使网络呈现出生成树结构（Spaning tree）。

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2011 年

一、请写出下列缩写的中文全称。(10 分)

PDU_____ QoS_____

ITU_____ ADSL_____

TDM_____ CSMA_____

OFDM_____ HDLC_____

NAT_____ ICMP_____

二、选择题。(10 分)

1.以下哪个选项不是网络层的功能：(　　)

A.路由选择　　B.分组转发　　C.多址接入控制　　D.拥塞控制

2.在链路层可能有，而在传输层没有的功能是：(　　)

A.连接管理　　B.拥塞控制　　C.路由选择　　D.媒质接入控制

3.路由器通过(　　)构建路由表，以太网交换机通过(　　)构建转发表。

A.地址自学习　B.存储转发机制　　C.路由协议　　D.媒质接入控制协议

4.在一个星座图中，如果所有的点都位于一个以圆点为中心的圆上，则其采用的调制方案是：(　　)

A.调频　　B.调相　　C.调幅　　D.QAM

5.对于一块网卡，其功能不属于物理层的是：(　　)

A.规定网卡接口的形状、尺寸、引线数目和排列。

B.指明接口上出现的电压范围。

C.指明接口上某一电平的电压表示的意义。

D.规定网卡物理地址的格式定义。

6.下面关于 MAC 子层的说法，正确的是(　　)

A.MAC 层是无线通信中特有的协议层，有线通信没有

B.不存在无冲突的 MAC 层协议

C.MAC 层协议只用在广播网络中

D.链路层中 MAC 子层位于 LLC 子层之上

7.下面有关透明网桥的描述，不正确的是(　　)

A.透明网桥是链路层设备

B.透明网桥采用逆向学习法发现目标地址

C.透明网桥是网络层设备

D.透明网桥不存在广播风暴问题，而交换机存在

8.整个报文(message)的端到端(end end)传递是(　　)层的事情。

A.数据链路层　B.网络层　　C.运输层　　D.表示层

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

9.在 IP 数据报转发中，路由选择算法根据(　　)进行路由表的查找。

A.MAC 地址　　B.IP 地址　　C.目的网络地址　　D.目的主机地址

10.采用子网划分后，IP 地址的组成结构是(　　)

A.网络号＋子网号＋主机号　　B.子网号＋网络号＋主机号

C.网络号＋主机号＋子网号　　D.主机号＋网络号＋子网号

三、填空(20 分)

1.SONET 传输协议体系分为三个子层_____、_____和_____。

2.下层为上层提供的服务通常是通过一组系统调用或层间命令来实现，这些调用或命令在协议体系结构中被称为_____。

3.WDM 从本质上讲，是一种_____复用方式。

4.纯 ALOHA 协议最大能够获得的吞吐率是_____，分槽 ALOHA 协议最大能获得的吞吐率是_____。

5.端口的长度为_____字节，主要作用为_____。

6.数据链路层成帧的四种方法是_____、_____、_____、_____。

7.某主机 IP 地址 192.223.240.160 和子网掩码 255.255.255.192，则相应的网络地址为_____，该子网最大可以容纳_____台主机。

8.ARP 的功能是将 IP 地址转换成_____地址。

9.与网络通信相关的标准化组织主要有：_____、_____、_____和_____。

四、简答题(60 分)

1.请简述在网络体系结构中，协议和服务的区别和关系。

2.请说明拥塞控制与流量控制两种机制的区别。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

3.共有 4 个站进行码分多址 CDMA 通信，4 个站的码片序列为

A：(-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)　　B：(-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)

C：(-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)　　D：(-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)

现收到这样的码片序列：(-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)。 问哪个站发送数据了？发送站发送的的 1 还是 0？

4.简述 1 持续 CSMA、非持续 CSMA 以及 P 持续 CSMA 协议的工作过程。

5.简述 TCP 协议连接建立和连接释放过程。

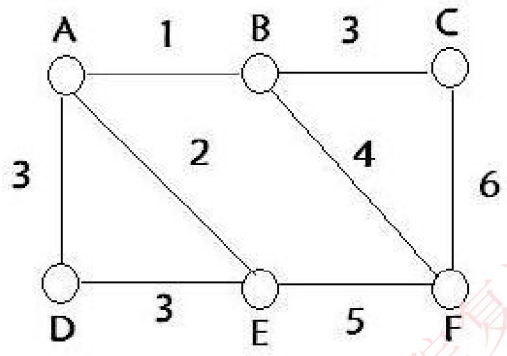
西电通院复试mcw9i9cet 西电通院电院AI考研Q群：680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

6.网络如图所示，链路旁注明的数字代表链路的长度。

(1)试用 Dijkstra 算法求出从节点 A 到所有其他节点的最短路由（要求过程正确）；

(2)画出节点 A 到所有其他节点的路由表。



西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

2011 年部分参考答案

二、选择题

CDCABD CCCCA

三、填空题

1.段层；线路层；路径层

2.原语

3.频分

4. $\frac{1}{2e}$； $\frac{1}{e}$

5.2；标识应用程序或通信进程

6.字符计数法；字节填充的分节符法；比特填充的分节符法；物理层的编码违例法

7.192.223.240.128； 2^6-2

8.MAC

9.ISO；ITU；IETF；IEEE

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附 1：教材勘误表

P9 7.1.3 域名服务器

P117 数字用户线路接入复用器

P128 Gbps

P204 $0 < N \leq 1$； $N \approx 0$； $G \approx N$

P220 二进制指数后退的 CSMA/CD

P233 基于不用黑体

P315 图 5-29 (a)(b)(c)MB/s (d)(e)(f)令牌桶

P402 图中 ~~ACR~~ACK

西电通院复试mcw9i9cet
西电通院电院AI考研Q群:680630306

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

附 2：补充练习

一、名词解释：

LAN	局域网	PPP	点对点协议
MAN	城域网	ICMP	因特网控制信息协议
WAN	广域网	IGMP	因特网组管理协议
POP	汇接点	SNMP	简单网络管理协议
OSI	开放式系统互联	HDLC	高级数据链路控制协议
DNS	域名服务器	ARP	地址解析协议
HTML	超文本标记语言	RARP	逆地址解析协议
CRC	循环冗余校验	DHCP	动态主机设置协议
VPI	虚通道标识	FTP	文件传输协议
VCI	虚通路标识	HTTP	超文本传输协议
VPN	虚拟私人网络	IP	因特网协议
VLAN	虚拟局域网	TCP	传输控制协议
ADSL	非对称数字用户环路	UDP	用户数据报协议
ATM	异步传输模式	IGP	内部网关协议
AAL	ATM 适配层	EGP	外部网关协议
CDMA	码分多址	RIP	路由信息协议
PDH	准同步数字序列	RTP	实时传送协议
SDH	同步数字序列	OSPF	开放最短优先路径协议
SONET	同步光网络	ISO	国际标准化组织
ARQ	自动重传机制	ITU	国际电信联盟
CSMA/CD	带冲突检测的载波侦听多址协议	ITU-T	国际电信联盟电信标准化部门
CSMA/CA	尽量避免冲突的载波侦听多址协议	CCITT	国际电报电话咨询委员会
		ICCC	国际计算机通信协会
PSTN	公共交换电话网	IEEE	美国电气和电子工程师协会
ISDN	综合业务数字网		
GSM	全球移动通信系统	IETF	因特网工程任务组
WiFi	无线网络终端通信技术	DMT	离散多音
		MPLS	多协议标签交换
CIDR	无类别域间路由	xDSL	数字用户线路
NAT	网络地址转换		

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

二、选择题

1.127.0.0.1 属于(　　)。

A.广播地址　　B.回环地址　　C.本地链路地址　　D.网络地址

2.HTTP 会话有四个过程，不包括(　　)。

A.建立连接　　B.发出请求信息　　C.发出响应信息　　D.传输数据

3.ISO/OSI 参考模型中，网络层的主要功能是(　　)。

A.提供可靠的端到端服务，透明地传送报文

B.路由选择、拥塞控制与网络相连

C.在通信实体之间传送以帧为单位的数据

D.数据格式变换、数据加密与解密。数据压缩与恢复

4.子网掩码中“1”代表(　　)。

A.主机部分　　B.网络部分　　C.主机个数　　D.无任何意义

5.给出 B 类地址 190.168.0.0 及其子网掩码 255.255.224.0，请确定它可以划分(　　)个子网？

A.8　　B.6　　C.4　　D.2

6.传输层功能不包括(　　)。

A.差错控制　　B.流量控制　　C.拥塞控制　　D.路由选择

答案：BDBBAD

5.A 评注：这里是划分子网而不是主机号，在现在的计算机网络中已经可以支持全 0 和全 1 的子网。

三、填空题

1.ARP 协议用于将_____映射成_____。

2.时隙 ALOHA 的冲突窗口是_____。

3.Ethernet 局域网采用的媒体访问控制方式为_____，无线局域网 802.11 采用的媒体访问控制方式为_____。

答案：IP 地址；MAC 地址；1 时隙；CSMA/CD；CSMA/CA

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

四、简答题

1.试论述 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型的异同和特点。

相同点：他们都是基于独立的协议栈的概念；而且，层的功能也大体相似。

不同点：TCP/IP 没有网络接口层进行细分；OSI 先有分层模型，后有协议规范，TCP/IP 模型则相反。OSI 模型明确地区分了服务、接口和协议的差异，TCP/IP 模型则没有；OSI 模型比 TCP/IP 模型具有更好的隐蔽性和通用性。

2.简述 UDP 和 TCP 之间的区别。

TCP(传输控制协议)提供的是面向连接、可靠的字节流服务。当客户和服务器彼此交换数据前，必须现在双方之间建立一个 TCP 连接，之后才能传输数据。TCP 提供超时重发、丢弃重复数据、检验数据、流量控制等功能，保证数据能从一端传到另一端。

UDP(用户数据报协议)是一个简单的面向数据报的传输层协议。UDP 不提供可靠性，它只是把应用程序传给 IP 层的数据报发送出去，但是并不能保证它们能到达目的地。由于 UDP 在传输数据报前不用再客户和服务器之间建立一个连接，且没有超时重发等机制，故而传输速度很快。

3.简述数据链路层与传输层的区别。

数据链路层负责建立和管理节点间的链路，考察的是一段直连的链路，级点对点的通信。主要功能是通过各种控制协议，将有差错的物理信道变为 5 无差错的、能可靠传输数据帧的数据链路。

传输层是考察的是端到端的通信，中间可能经过多个节点。主要任务是向用户提供可靠的端到端的差错和流量控制，保证报文的正确传输。

4.简述 NAT 工作原理。

NAT 技术使得一个私有网络可以通过互联网注册 IP 连接到外部世界，位于内部网络和外部网络中的 NAT 路由器在发送分组之前，负责把内部 IP 翻译成外部合法地址。该翻译通过 IP 地址+端口地址的形式进行映射，并存储在 NAT 路由中。在内部主机连接到外部网络时，当第一个分组到达 NAT 路由时，路由器检查它的 NAT 表，然后路由器将分组的内部局部 IP 更换为内部全局地址，再转发出去。外部主机接收分组，用接收到的内部全局地址来响应，NAT 接收到外部回来的分组，再根据 NAT 表将地址翻译成内部局部 IP，转发过去。

更多考研咨询，请加西电通院电院AI考研Q群：680630306、晋程猫头哥微信：jcmtg666

免责声明

晋程考研辅导班所建的 QQ 群和钉钉群仅供讨论考研、学习相关的内容，为营造良好的学习氛围，群成员不得发布或传播反动、暴力、恐怖言论等违法信息，不得有辱骂、诽谤、言语攻击他人以及其他妨碍他人学习交流的行为。请各位成员认真遵守上述纪律，群管理员有权将违反纪律者移除相应群并无条件终止服务。

该材料为晋程考研辅导班的内部赠送电子材料，仅供个人登录晋程考研提供的账号和密码线上观看学习或打印使用，该电子材料为非卖品，禁止盗版，翻印，传播等侵权行为。

以上声明最终解释权归晋程考研所有。

西电通信复试mcw9i9cet