中国科学院大学
2014年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：信号与系统

考生须知：
1.本试卷满分为150分，全部考试时间总计180分钟。
2.所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

一、选择(每题2 分，共20 分)

1.若连续时间LTI系统微分方程的特征根α为k阶重实根，则齐次解中相应具有分量：
(a)常数α　　$(b)e^{\alpha t}$　　$(c)\{\sum_{i=1}^{k} A_i t^{k-i}\}e^{\alpha t}$　　$(d)\pi/30$

2.实函数$f(t)$，对其傅里叶变换$F(\omega)$ 的幅度谱和相位谱对称性质表述正确的是
(a)幅度谱奇对称、相位偶对称　　(b) 皆偶对称
(c)幅度谱偶对称、相位奇对称　　(d) 皆奇对称

3.$cos(10t) - cos(30t)$的周期为
(a)非周期信号　　$(b)\pi/15$　　$(c)\pi/5$　　$(d)\pi/30$

4.因果系统的系统函数$H(z) = x = \frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}+z^{-2}}$，则此系统
(a)稳定　　(b) 不稳定　　(c) 临界稳定　　(d) 无法判断

5.若$F[f(t)] = F(\omega)$，则$F[f(6-2t)] =$
$(a)2F(-2\omega)e^{-j6\omega}$　　(b) $\frac{1}{2}F(\frac{-\omega}{2})e^{-j6\omega}$
$(c)\frac{1}{2}F(\frac{-\omega}{2})e^{-j3\omega}$　　(d) $-2F(\frac{1}{2}\omega)e^{-j3\omega}$

6.若$F[f_1(t)] = F_1(\omega)$，$F[f_2(t)] = F_2(\omega)$，则$F[R_{12}(\tau)] =$
$(a)F_1(\omega) * F_2^*(\omega)$　　(b) $\frac{1}{2\pi}F_1(\omega) * F_2^*(\omega)$
$(c)F_1(-\omega) * F_2^*(\omega)$　　(d) $F_1(\omega) * F_2(\omega)$

7.若系统的起始状态$\{x_i(0_-)\}$不为零，则系统
(a)非线性时变　　(b) 非线性时不变　　(c) 线性时不变　　(d) 线性时变

8.由系统函数极点组成的响应被称为
(a)自由响应　　(b) 零输入响应　　(c) 零状态响应　　(d) 强迫响应

9.两个有限长序列，长度分别为N、M。若希望二者的线卷积和圆卷积结果一致，则需要对这二者补零扩展的长度为
$(a)N + M - 1$　　$(b)M - 1$　　$(c)N - 1$　　$(d)N + M$

10.$X(z) = \frac{1+z^{-1}+z^2}{(1-z^{-1})(1-2z^{-1})}$
(a)不存在　　$(b)-3$　　$(c)3$　　$(d)3/2$

二、填空(共40分)

1.(3分)$\int_{-\infty}^{\infty} cos(200t)\delta(3t)dt =$____________________。

2.(3分)图1所示为信号$f(t)$ 波形，若其傅里叶变换为$F(\omega)$，则$F(0)=$______________________。

3.(4分)$H(s)$的零极点分布如图2，其滤波网络类型应属于___________(低通、高通、带通、带阻)。

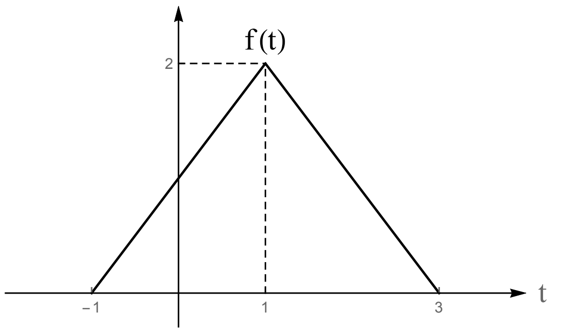


Figure 1: 图1

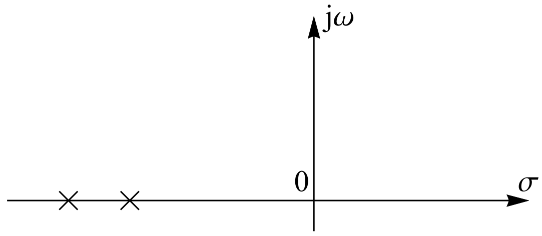


Figure 2: 图2

4.(3分)离散时间系统的状态方程和输出方程的系数矩阵分别为A、B、C、D，则在信号$E(z)$的激励下，系统零状态响应的频域表达为______________________。

5.(10分)图3所示周期信号$f(t)$的傅里叶级数中是否含有直流项 underline 、正弦项___________、余弦项___________、奇次项___________和偶次项___________。(请回答是或否)

6.(3分)$2^n u(-n) * 3^n u(-n) =$______________________。

7.(3分)$L[te^{-(t-2)}u(t-1)] =$______________________。

8.(3分)当$H(s)$________ 时，$F[h(t)] = H(j\omega) = H(s)|_{s=j\omega}$。

9.(4分)$Asin(100\pi t)cos(1000\pi t)$的功率为________；功率谱为________。

10.(4分)若$s(t)$波形如图4 所示。信号$s(5-\frac{t}{3})$ 的波形为________；其匹配滤波器的冲激响应波形为________。

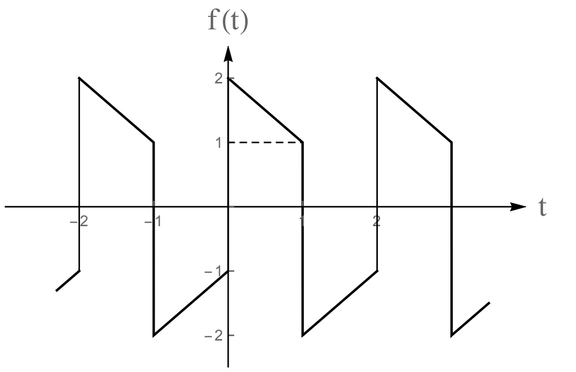


Figure 3: 图3

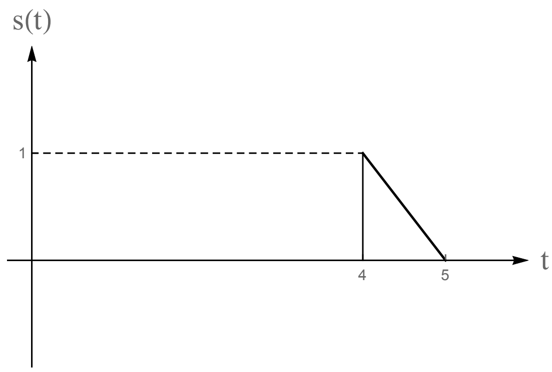


Figure 4: 图4

三、简单计算(每题7分，共35分)

1.若系统状态方程为$\frac{d}{dt}\begin{bmatrix}\lambda_{11}(t)\\ \lambda_{12}(t)\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-2 & 1\\ 1 & -2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}x_1(t)$，判断其可控性。

2.系统差分方程$r(n)-2r(n-1)=2e(n)-e(n-1)$，且激励$e(n)=n^2u(n)$，求方程特解。

3.求连续时间信号$f(t)=\begin{cases} t, & 0<t\le 1 \\ 2, & 1<t\le 2 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$的拉氏变换。

4.图5为两级RC电路串接系统，画出该电路的信号流图并根据流图求转移函数。

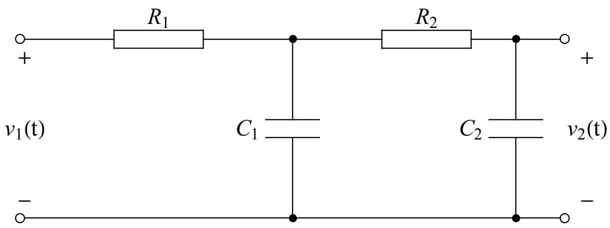


Figure 5: 图5

5.若在频域对信号$F(\omega)=\tau Sa(\frac{\omega\tau}{2})+\frac{\tau Sa(\omega\tau)}{1-(\frac{\omega\tau}{2})^2}$ 抽样。试求可以无失真恢复原信号的最大抽样间隔。

四、(10分)设计长度$N=13$的FIR数字滤波器，要求其频率响应特性逼近理想低通滤波器的频响特性

$$H_d(e^{j\omega})=\begin{cases} 1 & |\omega|<\frac{\pi}{5} \\ 0 & \frac{\pi}{5}|\omega|<\pi \end{cases}$$

请写出此FIR数字滤波器的冲激响应和频率响应；若要求系统为因果可实现的，画出二者示意图。

五、(10分)求$X(z)=\frac{1}{z-1-z^{-N+1}+z^{-N}}(|z|>1)$ 的逆变换。

六、(15分)利用单边拉氏变换，求$f(t)=e^{-a|t|}sin\omega t(a>0)$的双边拉式变换并标明收敛域。

七、(20分)模拟电视广播图像信号使用残留边带传输。发送端的调制器模型如图6所示。若残留边带滤波器为低通型且满足互补对称性，即传递函数$H_V(\omega)$的介质特性在$|\omega|=\omega_c$ 点上，相对于1/2幅度点呈奇对称，如图7所示。

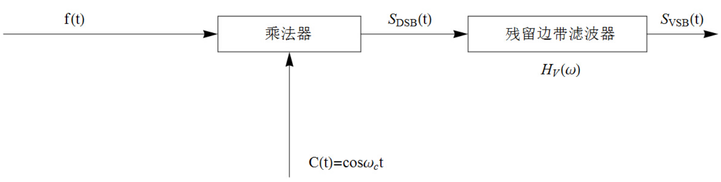


Figure 6: 图6

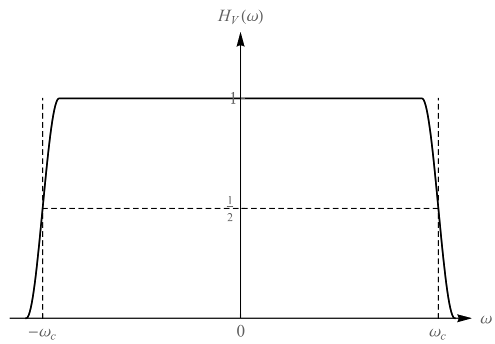


Figure 7: 图7

(1)若$f(t)=\frac{1}{2}Sa^2(\frac{t}{4})$，大致画出$S_{DSB}$和$S_{VSB}$ 信号的频谱；
(2)证明可采用相干解调器恢复原始信号$f(t)$，并画出相干解调器模型的框图。

青島大學
QINGDAO UNIVERSITY
山东省青岛市宁夏路308号 266071
308 Ningxia Rd. Qingdao
Shandong, PRC, 266071
http://www.qdu.edu.cn

中科院
14年信号与系统 819 选择&填空.

一、选择（2分×10=20分）

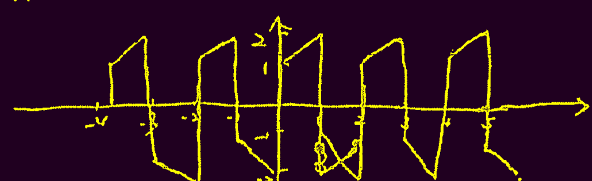
9. $x(n)$ 长度为 N，$y(n)$ 的长度为 M，则若使其线卷积与圆卷积相等，则需补零的个数为 ____.

A. N　B. M　C. $M+N$　D. $M+N-1$

其它选择题涉及到 F、L、Z 三大变换的性质，及还有因果稳定性判断。题目很基础，大家只需将大纲要求的知识点记清即可。

二、填空（大约40~45分）

1. 下图波形若作傅里叶级数，则是否包含直流项____，奇次项____，偶次项____，正弦项____余弦项



2. 下图波形的 $f(3t-5)$ 的波形是____．若 $f(t)$ 与一匹配滤波器相适应，则匹配滤波器的冲激响应波形为____.

~~3. $f(t)=te^{-2(t+1)}u(t-1)$ 的拉氏变换为 $\mathcal{L}[f(t)]=$ ____.~~

4. $f(t)=\sin(100\pi t)\times\cos(100\pi t)$，求 $f(t)$ 的能量谱为

____.

青島大學
QINGDAO UNIVERSITY
山东省青岛市宁夏路308号 266071
308 Ningxia Rd. Qingdao
Shandong. PRC. 266071
http://www.qdu.edu.cn

中国科学院大学 2014年考研 859 真题（回忆）

一、选择：（10题×2'=20分）

二、填空（若干）

选择、填空涉及知识均为最基本的知识，没有计算、概念上的难度，做题过程中，基本上是读一遍题目就可以读出答案。因此，题目记不太清楚。大家也只需将大纲涉及内容依次掌握即可。提醒大家一点的是，千万别抱有侥幸心理，漏记知识点，一定要全面的记清每一个公式。

三、基础计算（5题×7分=35分）

1. $$\begin{bmatrix} \dot{\lambda}_1(t) \\ \dot{\lambda}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1(t) \\ \lambda_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} e(t)$$

   试判断该系统状态方程是否可控。

2. 设计一个 $N=13$ 的 FIR 滤波器，使其满足如下参数：

$$H(e^{jw}) = \begin{cases} e^{-jw\alpha} & \pi - w_c \le w \le \pi \\ 0 & 0 \le w \le \pi - w_c \end{cases}$$

注：公式记不太清了，但是FIR滤波器设计很重要。

3. 求 $X(z)$ 的逆z变换

$$X(z) = \frac{1}{(z-1)(1-z^{-N})} \quad |z|>1$$

4. 求 $e(n) = n^2 u(n)$ 时方程的特解。

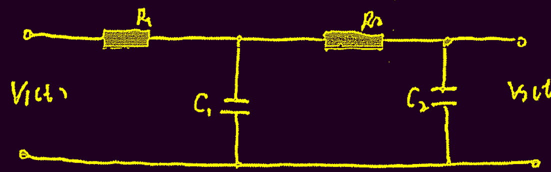
$$r(n) - 2r(n-1) = e(n) - e(n-1)$$

青島大學
QINGDAO UNIVERSITY
山东省青岛市宁夏路308号 266071
308 Ningxia Rd, Qingdao
Shandong, PRC, 266071
http://www.qdu.edu.cn

5. 关于求系统的转移矩阵. 具体题目记不清了.

大致方法参考《信号与系统(第二版)》下册 P314 页 求 e^{At} 部分.

四. 按照如下双端口网络,画出信号流图,并给出系统的转移函数 (10')

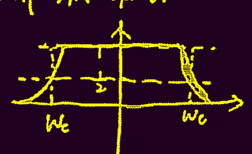


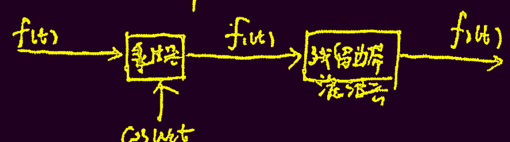
五. 用单边拉氏变换的方法求双边拉氏变换 $f(t)=e^{-a|t|}\sin(\omega_0 t)$ $-\infty<t<\infty$.

并给出双边拉氏变换的收敛域.

六、对 $F(\omega)=Sa(\frac{\omega}{4\pi})+\frac{Sa(\frac{\omega}{2\pi})}{1+\tau^2}$ 进行时域抽样. 抽样时间最大为多少,可保证无失真而不失真还原.

七. 残留边带调制器 (VSB) 的幅频特性如下,调制过程如下: (20')





对于信号 $f(t)=\frac{1}{2\pi}Sa^2(\frac{t}{\omega})$,

请试画出 $f_1(t)$. $f_2(t)$ 的幅频特性;并 ~~证明~~ 设计一个解调电路框图,并证明 $f(t)$ 可被无失真还原.

青島大學
QINGDAO UNIVERSITY
山东省青岛市宁夏路308号 266071
308 Ningxia Rd, Qingdao
Shandong, PRC, 266071
http://www.qdu.edu.cn

几点感想：

1.从中科院859的命题趋势中可以很明显地感受到，从注重基础到注重理解与思路的一个转变。之前的题目，如12年13年，课后习题占多数。而14年真题，课后习题占比重很少(几乎没有)考察的题目更加灵活。如最后一道大题，对VSB的考察，虽然是在考纲之外，但该知识在通信原理中学习过，且完全可根据考纲之内的知识推导完成。

2. 建议大家在复习时一定要全面。如大题中有一考察时域抽样最大间隔问题，在复习中几乎不算重点，因其易容易遗忘。

3. 虽然大纲将《信号与系统(2nd)》上下册中删减部分内容，但强烈建议将全部课本从头到尾学习。如双边z，本来非大纲要求，但由于可以利用单边z变换求得，则双边z也现在试卷上也可是可能的。

4 公式很重要，理解更重要，思路最重要。对于每一章节内容，不仅要弄清楚公式，更要理解公式含义，最好也知道公式是为什么而被需要，用来解决哪些问题等等。

各位学弟学妹，祝好！

14年1月6日

No.

Date

2014年真题

一、填空题（10题×2'）

1. 系统 $y(t)=e(1-t)$ 是否为线性的、时不变的、因果的系统（ ）

A. 线性 时不变 因果系统　　B. 线性 时变 因果系统

C. 线性 时变 非因果系统　　D. 非线性 时不变 非因果系统

2. 若 $f(t)$ 的傅立叶变换为 $F(\omega)$，则 $f(at-t_0)$ 的傅立叶变换为（ ）

A. $\frac{1}{a}F(\frac{\omega}{a})e^{j\frac{\omega}{a}t_0}$　　B. $\frac{1}{|a|}F(\frac{\omega}{|a|})e^{-j\frac{\omega}{a}t_0}$

C. $\frac{1}{|a|}F(\frac{\omega}{a})e^{-j\frac{\omega}{a}t_0}$　　D. $\frac{1}{a}F(\frac{\omega}{a})e^{-j\frac{\omega}{a}t_0}$

3. 信号 $Sa(100t)+Sa(50t)$ 的最低抽样率与奈奎斯特间隔（ ）

A $\frac{\pi}{100}$, $\frac{100}{\pi}$　　B $\frac{\pi}{50}$, $\frac{100}{\pi}$　　C $\frac{\pi}{50}$ $\frac{50}{\pi}$　　D. $\frac{\pi}{150}$, $\frac{150}{\pi}$

4. 函数 $\frac{s+6}{(s+2)(s+5)}$ 的初值与终值分别为（ ）

A 0，0　　B 1，0　　C 1 1　　D 都不存在

5. 若连续时间系统为最小相移网络系统，则该系统的传递函数满足（ ）

~~A. 零极点以虚轴互为镜像~~　　~~B. 极点在 s 左半平面~~

C. 零点在 s 左半平面　　D. 零点在 s 左半平面或虚轴

6. 若 LTI 系统的冲激响应为 $h(t)$，其傅立叶变换为 $H(j\omega)$，输入信号的自相关函数为 $R_e(t)$，其傅立叶变换为 $R_e(j\omega)$，则输出信号 ~~$R_r(\omega)$~~

No.

Date

的自相关函数 $R_x(\tau)$ 的傅立叶变换为（ ）

A $R_e(j\omega)\cdot H(j\omega)\cdot H^*(j\omega)$　　B $R_e(j\omega)\cdot H(j\omega)\cdot H(-j\omega)$

C $R_e(j\omega)\cdot H(j\omega)\cdot H^*(-j\omega)$　　D $R_e(j\omega)\cdot H(-j\omega)\cdot H^*(j\omega)$

7. 若以下为系统的单位样值响应 $h(n)$，则其中代表不稳定系统的是（ ）

A [illegible] $u(n)$　　B. $\frac{1}{n}u(n)$　　C. $0.5^n u(n)$　　D. $3^n u(-n)$

8. 若因果离散时间系统传输函数为 $H(z)=\frac{3+2z^{-1}+z^{-2}}{1+2z^{-1}+3z^{-2}}$，

则该系统是（ ）

A 二阶系统　B 最小相移系统　C. 全通系统　D 稳定系统

9. 若某离散系统稳定，则状态方程中矩阵A的特征值 a_i 满足（ ）

A $a_i<1$　　B $|a_i|<1$　　C $Re[a_i]>1$　　D $Re[a_i]>0$

~~10. 某系统的状态方程为 $\dot{x}(t)=Ax(t)+Bf(t)$，其中~~

~~$A=$~~　　~~$B=$~~

No.

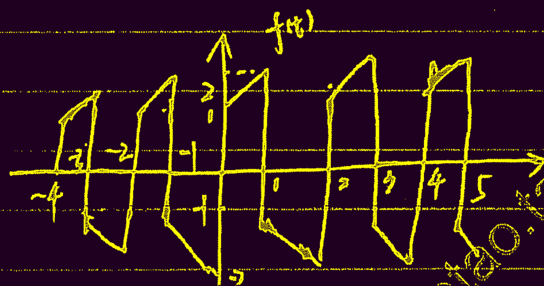
Date

10. $x(n)$ 长度为 N，$y(n)$ 的长度为 M，则若使其线性卷积与圆周卷积相等，则需补零的个数为（　　）

A N　B M　C $M+N$　D $M+N-1$

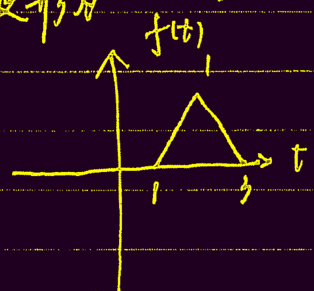
二. 填空题

1. 下图波形若作傅里叶级数，则是否包含直流项 ___ 奇数项___　偶次项___　正弦项___　余弦项 ___.



2. 下图波形的 $f(3t-5)$ 波形是 ___

若 $f(t)$ 与一匹配滤波器相适应，则匹配滤波器的冲激响应波形为



3. $f(t)=te^{-2(t+1)}u(t-1)$ 的拉氏变换为 $\mathcal{L}[f(t)]=$

4. $f(t)=\sin(100\pi t)\times\cos(100\pi t)$，则 $f(t)$ 的能量谱为

No.

Date

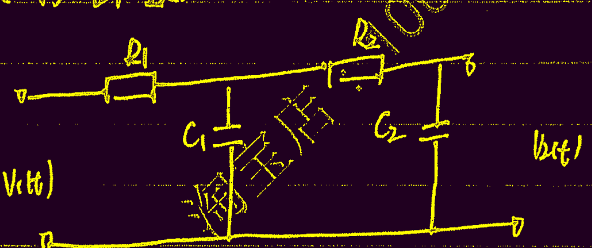
三. 基础计算 (5×7').

1. $\begin{bmatrix}\dot{\lambda}_1(t)\\ \dot{\lambda}_2(t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & 1\\ 0 & -1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\lambda_1(t)\\ \lambda_2(t)\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}e(t)$, 试判断该系统状态方程是否可控

2. 求 $e(n)=n^2u(n)$ 时, 方程的特解.

$r(n)-2r(n-1)=e(n)-e(n-1)$

3. 按照如下双端口网络, 画出信号流图, 并给出系统的转移函数.



4. 对 $F(w)=Sa(\frac{4\pi}{w})+\frac{Sa(\frac{\pi}{w})}{1+w^2}$ 进行时域抽样, 抽样间隔最大为多少, 可保证可不失真还原

No.

Date

5. 已知 $A=\begin{bmatrix} -2 & 2 & -1 \\ 0 & -2 & 0 \\ 1 & -4 & 0 \end{bmatrix}$，求系统的转移矩阵 e^{At}

四. 用单边拉氏变换的方法 求双边拉氏变换

$f(t)=e^{-a|t|}\sin(w_0 t)$，$-\infty<t<+\infty$，并给出双边拉氏变换的收敛域

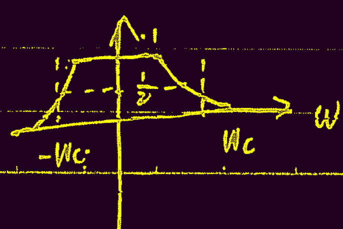
五. 求 $X(z)$ 的逆 z 变换.

$$X(z)=\frac{1}{(z-1)(1-z^{-1})}, \quad |z|>1$$

六. 设计一个 $N=5$ 的 FIR 滤波器，使其满足如下要求.

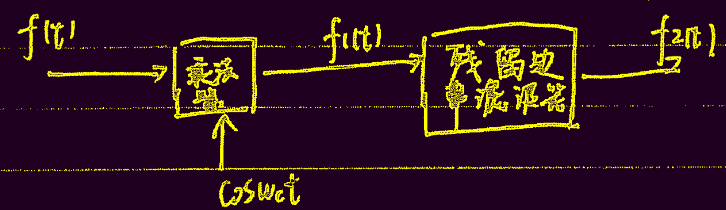
$$H(e^{jw})=\begin{cases} e^{-jw}, & \pi-w_c\le w\le\pi \\ 0, & 0\le w<\pi-w_c \end{cases}$$

七. 残留边带滤波器 (VSB) 的幅频特性和调制过程如下：



No.

Date



对于信号 $f(t)=\frac{1}{2}Sa^2(\frac{t}{\omega})$，试画出 $f_1(t)$、$f_2(t)$ 的幅频特性。并设计个解调电路框图，证明 $f(t)$ 可被无失真还原。

No.
Date

2014年真题答案

一. 填空题

1-5 CCABD　　　　6-10 ACDBD

解析: 1. $e_1(t)$、$e_2(t)$ 的对应输出为 $r_1(t)$、$r_2(t)$

~~$k[e_1(1-t)]$~~ $= k_1e_1(1-t)+k_2e_2(1-t) = k\,r_1(t)+k\,r_2(t)$，满足线性

令输入为 $e(t-t_0)$，则代入 输出为 $e(-t+1-t_0) \neq e(1-t+t_0)$

即 $\neq r(t-t_0)$，不满足时不变性

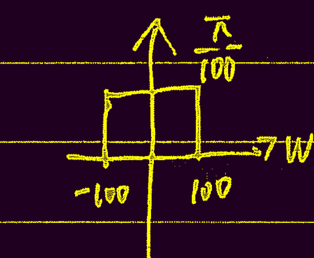
当 $t=0$ 时，$r(0)=e(1)$，也不满足因果性. 故选 C

2. ~~$f(t)$~~ $\rightarrow f(at-t_0) = f[a(t-\frac{t_0}{a})]$，其变化过程如下:

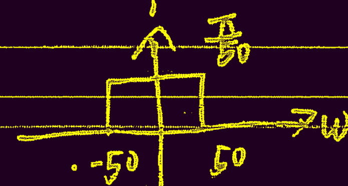
$f(t) \rightarrow f(at) \rightarrow f[a(t-\frac{t_0}{a})]$，所以对应的傅立叶变换

$F(w) \rightarrow \frac{1}{|a|}F(\frac{w}{a}) \rightarrow \frac{1}{|a|}F(\frac{w}{a})e^{-j\frac{w}{a}t_0}$，故选 C

3. $Sa(100t)$ 的频率谱图为



$Sa(50t)$ 的频谱图为



所以，信号 $Sa(100t)+Sa(50t)$ 的频谱最大宽为 $100\,w$

∴ 最低抽样率 $f_s = 2f_c = \frac{100}{\pi}$，奈奎斯特间隔

$T = \frac{1}{f_s} = \frac{\pi}{100}$，故选 A

4. 初值 $\lim_{s\to\infty}\frac{s(s+6)}{(s+2)(s+5)}=1$

$F(s)=\frac{s+6}{(s+2)(s+5)}$ 的极点 $p_1=-2$. $p_2=-5$，所以终值存在，为

$\lim_{s\to 0} sF(s)=0$，故选 B

5. 选D.

6. 输出相关函数 $R_y(\tau)$ 与输入函数 $R_x(\tau)$ 之间关系为 $R_y(\tau)=R_x(\tau)*h(t)*h^*(-t)$，故其傅立叶变换 $R_y(j\omega)=R_x(j\omega)\cdot H(j\omega)\cdot H^*(j\omega)$，故选 A

7. 稳定系统满足 $\sum_{n=-\infty}^{\infty}|h(n)|<\infty$，代入验证

$\sum_{n=-\infty}^{\infty}(\frac{1}{5})^n u(n)=\sum_{n=0}^{\infty}(\frac{1}{5})^n=\frac{5}{4}<\infty$，是稳定系统

$\sum_{n=-\infty}^{\infty}\frac{1}{n}u(n)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n}$，调和级数，收敛 即系统稳定

$\sum_{n=-\infty}^{\infty}0.5^n u(-n)=\sum_{n=-\infty}^{0}0.5^n=\sum_{n=0}^{\infty}2^n=\infty$，不稳定

$\sum_{n=-\infty}^{\infty}3^n u(-n)=\sum_{n=-\infty}^{0}3^n=\sum_{n=0}^{\infty}(\frac{1}{3})^n=\frac{3}{2}<\infty$，系统稳定

故选 C

No.
Date

8. $H(z)=\dfrac{3+2z^{-1}+z^{-2}}{1+2z^{-1}+3z^{-2}}=\dfrac{3z^2+2z+1}{z^2+2z+3}$，所以是二阶系统

其零点 $z_{1,2}=-\frac{1}{3}\pm j\frac{\sqrt{2}}{3}$，极点 $p_{1,2}=-1\pm j\sqrt{2}$

由于 $|z|=\sqrt{(-\frac{1}{3})^2+(\frac{\sqrt{2}}{3})^2}=\frac{\sqrt{3}}{3}<1$，所以零点都在单位圆内，是最小相移系统

因为 $|p|=\sqrt{(-1)^2+(\sqrt{2})^2}=\sqrt{3}$，那么 $r_1=\frac{1}{r_2}$，即零、极点关于单位圆对称，是全通系统。∴故选D

9. 选B

10. 选D

二. 填空题

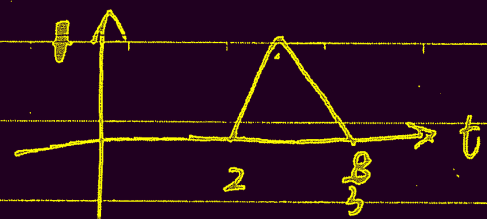
1. $f(t)$ 关于纵轴对称，即 $f(t)$ 为偶函数.
$f(t-1)$ 左移1后再沿横轴翻转后与 $f(t)$ 形状相同，即 $f(t)$ 为奇谐函数.

∴ $f(t)$ 中不包含直流项，含有奇次项，不含有偶次项，不含有正弦项，含有余弦项

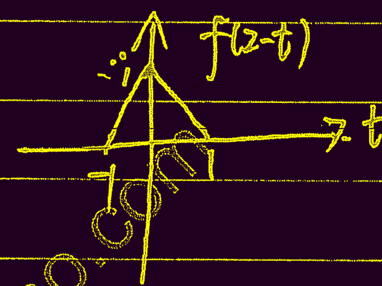
No.
Date

2. $f(t) \to f(3t) \to f(3(t-\frac{5}{3}))$

即 $f(3t-5)$ 的波形



匹配滤波器为 $f(2-t)$



3. $f(t)=te^{-2(t+1)}u(t-1) = te^{-2(t-1)}u(t-1)e^{-4}$

$e^{-2t}u(t) \to e^{-2(t-1)}u(t-1) \to te^{-2(t-1)}u(t-1) \to te^{-2(t-1)}u(t-1)e^{-4}$

拉氏变换 $\frac{1}{s+2} \to \frac{1}{s+2}e^{-s} \to -\frac{d}{ds}[\frac{1}{s+2}e^{-s}] \to \frac{e^{-(s+4)}(s+3)}{(s+2)^2}$

4. $f(t)=\frac{1}{2}\sin(200\pi t)$，则 $f(t)$ 的自相关函数为

$\frac{1}{8}\cos(200\pi\tau)$ $\therefore$ $f(t)$ 的能量谱 $\frac{\pi}{8}[\delta(\omega-200\pi)+\delta(\omega+200\pi)]$