

清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程____信号与系统____（试卷：A） 2022 年 6 月 13 日

姓名_____ 班级_____ 学号_____

网络考试诚信承诺书

我承诺，在考试期间，不使用、提供或接受未经授权的任何帮助或信息，不请人代考或者代替别人考试。按要求独立答卷，不与他人进行交流。

我承诺，严格遵守校规校纪，诚信考试！若有违反考试纪律行为，同意按照据《清华大学学生纪律处分管理规定》《清华大学学生纪律处分管理规定实施细则》给予处理。

我承诺，未经任课教师允许不得保留或扩散试题。

考生签字：

2020 年 06 月 13 日

（请将上述网络考试诚信承诺书抄写在下面空格里，并签名）

注意：在拍摄这一页上传照片的时候，需要将自己的学生证正面一同拍摄下来。

试卷共有八道大题

1. 不定项选择题答案表格 1:

| | | | | |
|----|----|----|----|-----|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| 6. | 7. | 8. | 9. | 10. |

2. 判断对错题答案表格 2:

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
|----|----|----|----|----|

注：前两道题目的答案都需要分别填写在上面两个表格中。

一、单项选择题：（10×1=10 分，将答案写在试卷前面的答案表格 1 中）

1. 下面信号中，那一个是**能量有限**信号？

- A. $e^{-3t} \cdot u(t)$; B. $\delta(t)$;
C. $u(2t)$; D. $\sin(\omega_0 t)$

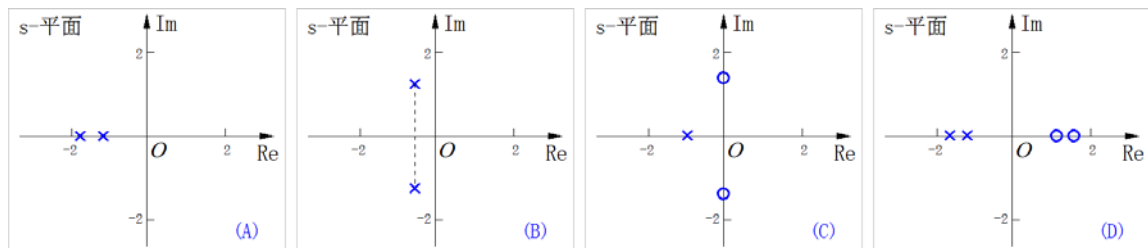
2、下面信号中，那一个是**周期**信号？

- A. $x[n] = \cos\left[\frac{2\pi n^2}{3}\right]$; B. $x(t) = e^{-j3.14 \cdot t} + e^{-j2\pi t}$;
C. $x(t) = \cos(2t) + \sin(\pi t)$; D. $x[n] = \sin^2[0.2n]$

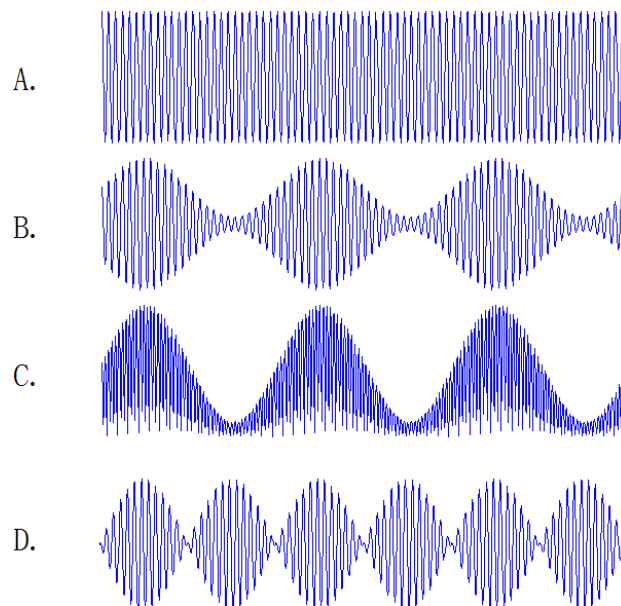
3、已知长度 $N = 8$ 的 FIR 滤波器是线性相位，它的前四个滤波器系数为 1,2,3,4，请问下面哪一组数字是该滤波器的后四个滤波器系数？

- A. 1,4,3,2; B. 1,2,3,4;
C. 4,3,2,1; D. 1,3,2,4;

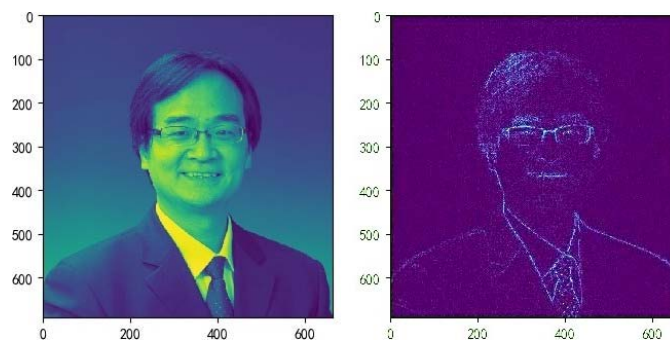
4、下面各图中 LTI 系统函数的零极点分布，所描述的幅频特性为带阻系统为：（ ）



5、信号为等幅正弦波，它的单边带调制信号波形为：（ ）

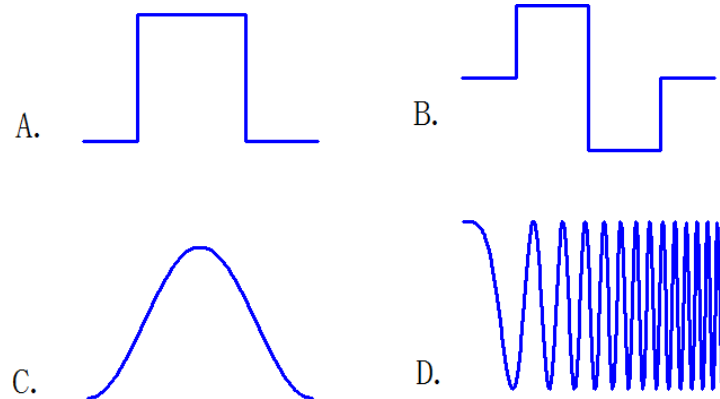


6、如果对二维图像进行傅里叶变换，图像的边缘信息蕴含在图像频谱的哪一部分？

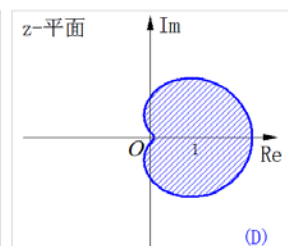
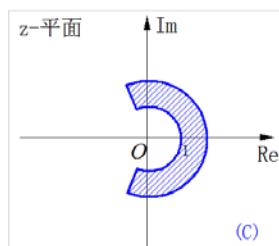
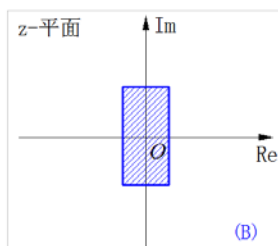
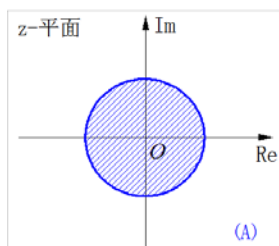
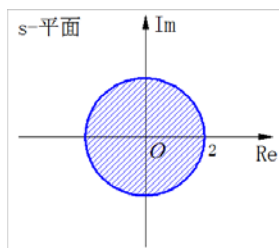


- A. 幅度谱；
B. 相位谱；
C. 频谱的实部；
D. 频谱的虚部；

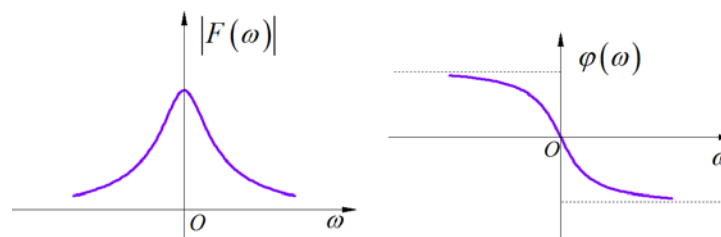
7、 如果使用匹配滤波器来检测接收信号中的时间延迟， 那么下面四个信号中哪一个最适合作为发送信号？



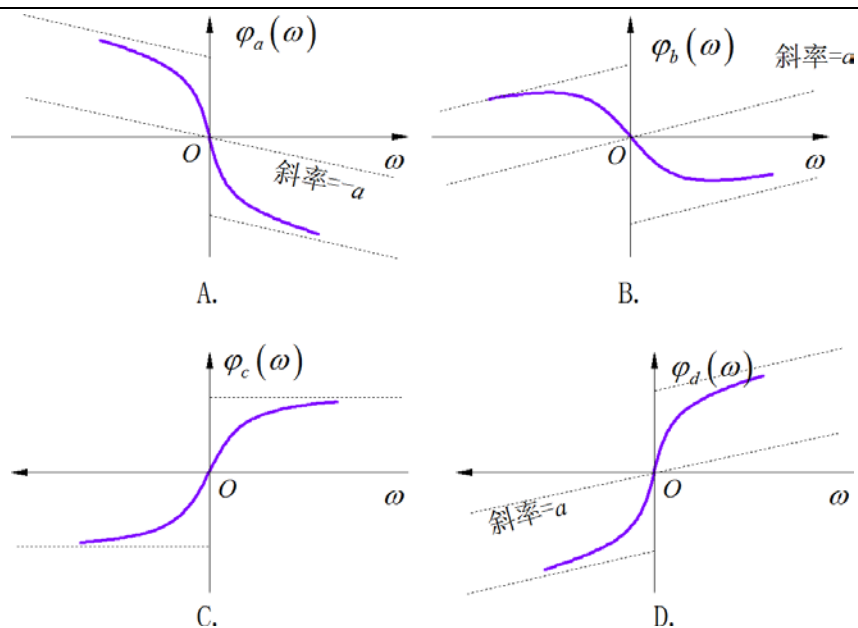
8、 可能与下面 s 平面区域对应的 z 平面区域为 ()：



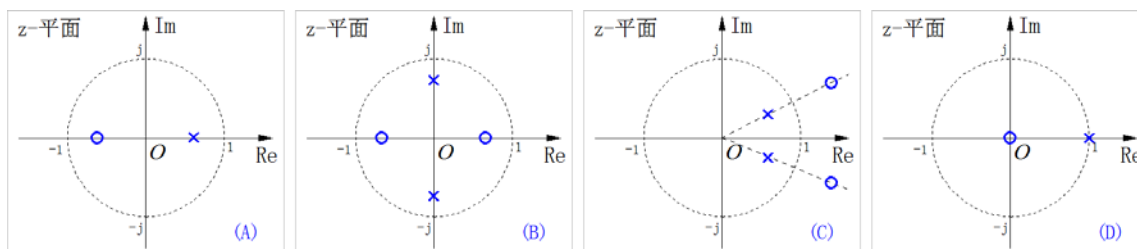
9、 已知信号的幅度谱和相位谱如下图所示：



将该信号反褶之后，再往左平移时间 a ,信号的相位谱为：



10、已知离散时间 LTI 系统的系统函数 $H(z)$ 的零极点分布如下图所示，其中幅频特性为全通系统的是：

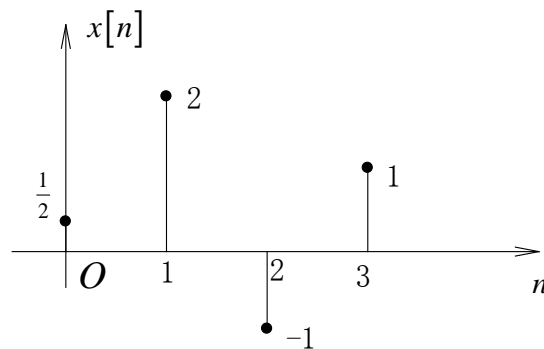


二、判断对错题：（5×1=5 分，正确画√，错误画×，结果写在试卷前面的答案表格 2 中）

- 恒等式 $\sum_{n=-\infty}^{+\infty} e^{-j\omega n} = 2\pi \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(\omega - 2\pi n)$ 是正确的。
- 微分系统的系统函数不满足佩里-维纳准则，但它是因果系统。
- 一个周期信号与一个非周期信号叠加的结果有可能是周期信号。
- 如果一个线性时不变离散时间系统的系统函数的收敛域包含单位圆，则系统是 BIBO 稳定的。
- 任何一个线性时不变系统都可以分解成一个最小相位系统与全通系统的级联。

三、填空题：(2+2+3+3+3+2=15 分，将答案写在题目中空线上)

1、已知序列长度 $N = 4$ ，如下图所示：



$$y[n] = x[n] \otimes_5 x[n]$$

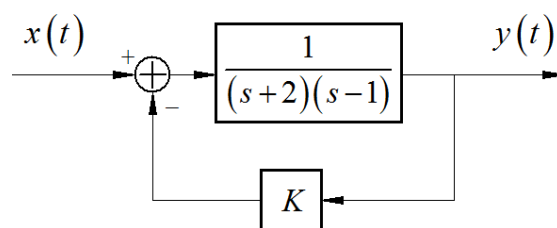
则 $y[2] = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(其中 \otimes_5 是长度为 5 的圆卷积)

2、已知信号 $x(t)$ 的拉普拉斯变换为 $X(s) = \frac{2s^2 + s + 1}{s(s+2)}$, $\text{Re}(s) > 0$ ，则信号的初值

$x(0_+) = \underline{\hspace{2cm}}$ ；信号的终值 $x(+\infty) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3、下面系统中为了保证系统是稳定的，参数 K 的取值范围是： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



4、一个线性时不变系统的输入输出分别 $x(t)$, $y(t)$ ，它们之间的关系可以由下面的微分方程

所描述：
$$\frac{d}{dt} w(t) = y(t) + x(t)$$

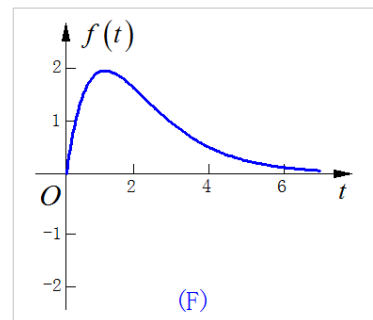
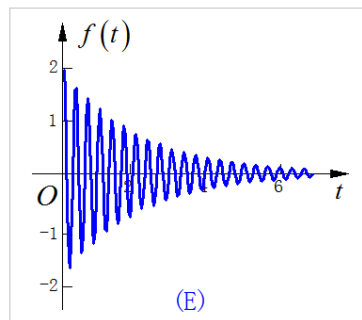
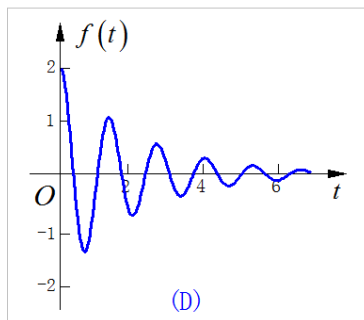
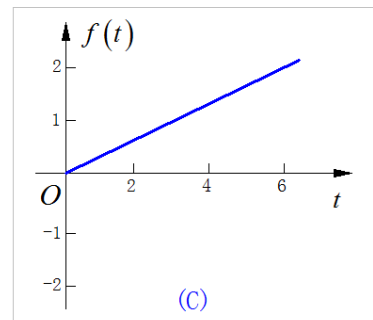
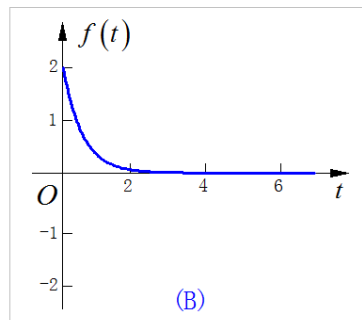
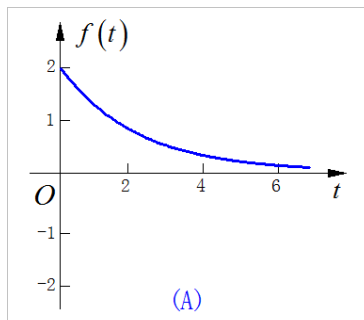
$$\frac{d}{dt} y(t) = -w(t)$$
。其中 $w(t)$ 是中间变量。

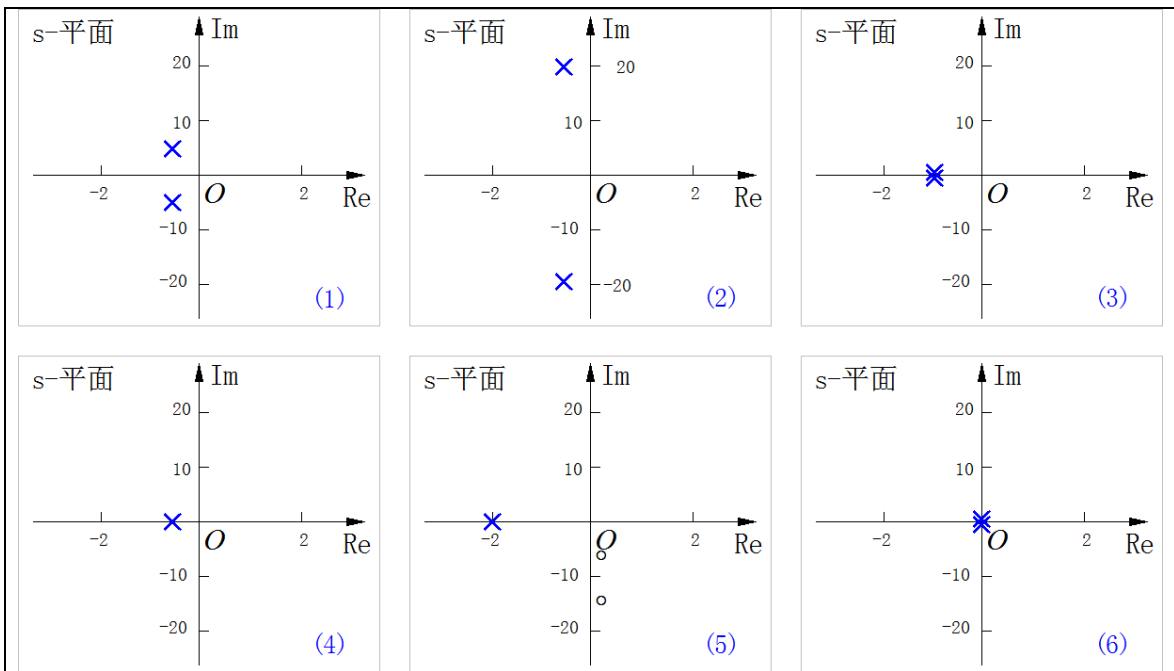
那么该系统的系统函数为： $H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

系统的单位冲激响应 $h(t) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

5、已知序列 $x[n]$ 对应的 Z 变换为 $X(z)$ ，那么它的抽点三倍压缩序列信号 $x_1[n] = x\left[\frac{n}{3}\right]$ 对应的 Z 变换为_____。

6、已知连续时间 LTI 系统的单位冲激响应信号波形如下图(A)~(F)所示，在下图后面给出了六种零极点分布示意图(1)~(6)，请按照(A)~(F)对应单位冲激响应波形写出对应系统零极点分布顺序:_____。





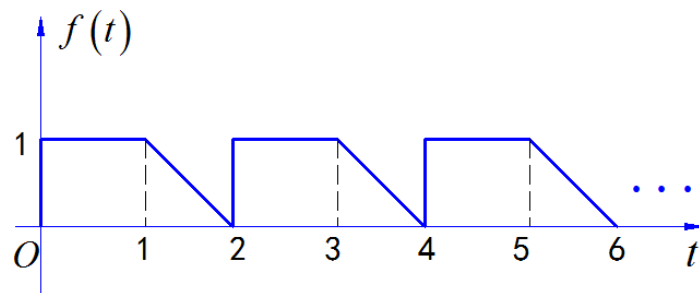
四、简答题：（5+5+5=15 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

- 1、请简要说明“匹配滤波器”的特点以及应用的条件。
- 2、如果已知连续时间系统的系统函数 $H(\omega) = R(\omega) + jX(\omega)$ ，请列举两个判断其为因果系统的必要条件。
- 3、什么是“频率泄露”现象？如何减少频谱泄露对于频谱分析的影响？

五、计算题：(5+5+5+5+5=25 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号)

1、已知信号 $f(t)$ 的频谱 $F(\omega) = \operatorname{Re} \left[e^{-j2\omega} \frac{1}{j\omega + 3} + \delta(\omega) \right]$ ，求 $f(t)$ 的表达式。

2、已知单边周期信号 $f(t)$ 的波形如下，求 $f(t)$ 的拉普拉斯变换。

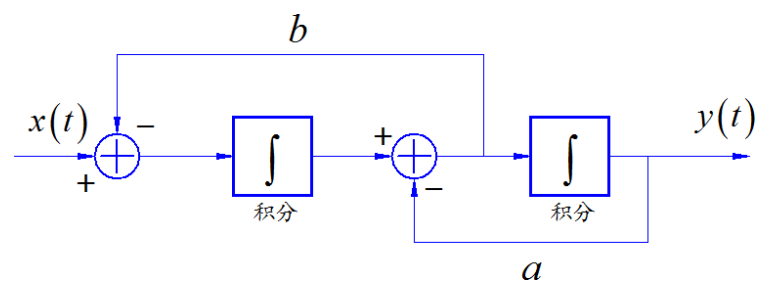


3、已知某一 z 变换的象函数 $X(z) = \frac{2z^2}{(z-0.5)(z-2)}$ ，收敛域为 $0.5 < |z| < 2$ ，求出原序列。

4、已知长度为 N 的序列 $x[n] = \sin \frac{n\pi}{N}$ ， $n = 0, 1, \dots, N-1$ ，求该序列的离散傅里叶变换 (DFT)。

注：要求将结果化简到没有累加和的实数表达式。

5、已知 LTI 的系统框图如下图所示，请写出该系统的在拉普拉斯变换下的系统函数：



图中 a, b 为常数。

六、系统分析：（8 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

已知离散时间线性时不变系统的频率特性为： $H(e^{j\Omega}) = j \tan(\Omega)$ 。请

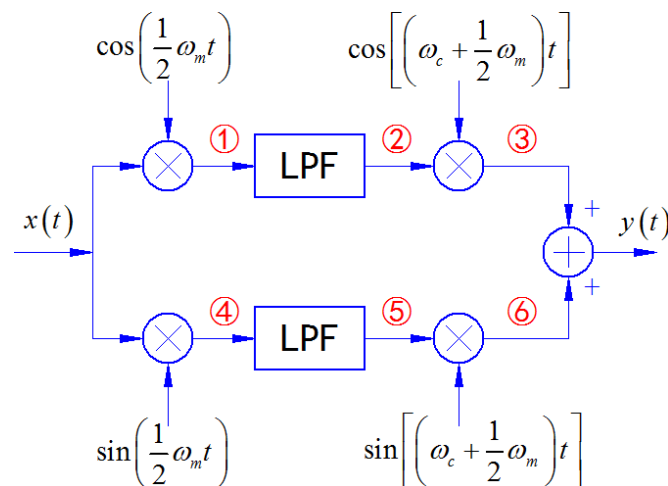
(1) 写出该离散时间系统对应的差分方程。

(2) 绘制出系统函数零极点分布，并判断系统幅频特性的特点，即它属于低通，高通，带通，带阻哪一类滤波器。

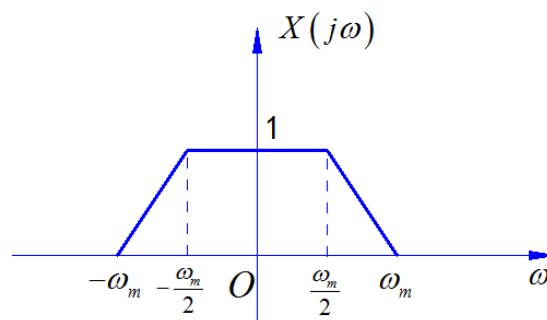
提示：
$$j \tan(\Omega) = \frac{2j \sin(\Omega)}{2 \cos(\Omega)} = \frac{e^{j\Omega} - e^{-j\Omega}}{e^{j\Omega} + e^{-j\Omega}}$$

七、信号处理频谱分析：（12 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

在下面的信号调制电路中， $\omega_c \gg \omega_m$ 。低通滤波器（LPF）是理想低通滤波器，截止频率为 $\omega_m / 2$ 。



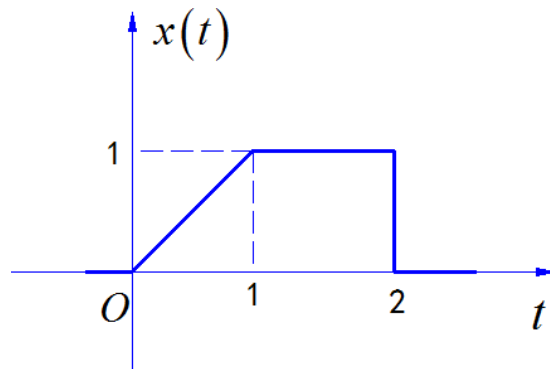
已知输入信号 $x(t)$ 的频谱 $X(j\omega)$ 如下图所示。请绘制出上图中 (1) ~ (6) 处以及输出信号 $y(t)$ 的频谱，标明重要的频率与幅值对应的数值。



注：如果某一处信号 $G(j\omega)$ 是纯虚函数，绘制 $-j \cdot G(j\omega)$ 对应的实数频谱图像。

八、系统响应分析（10 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

已知 LTI 系统的单位冲激响应为： $h(t) = e^{-t} [u(t) - u(t-1)]$ 。系统的输入信号 $x(t)$ 如下图所示，求系统的零状态响应 $y(t)$ 。



注：在利用卷积求解过程中，要求将信号 $h(t)$ 进行反褶。

