

声明：1. 本人绝对未在考试中实施任何作弊行为，也绝对未将试卷、稿纸等带出考场。  
2. 仅凭记忆整理，只能保证题目考点对应正确，具体数值、措辞等可能与原卷稍有出入。

---

哈尔滨工业大学（深圳）2023年秋季学期  
**系统建模与仿真期末试题（回忆版本）**

Oliver Wu 2023.11

说明：考试时间 120 分钟，满分 100 分。

注意行为规范 遵守考场纪律

**一、简答题（满分 20 分）**

1. 请简述系统的定义。系统的三要素是什么？请举出一个实例来说明。
2. 请写出线性定常连续系统的数学模型（至少 4 种）。
3. 白噪声序列具有什么性质？可以用什么方法生成白噪声序列？
4. 系统辨识常用的输入信号有哪些？（至少三种）

**二、MATLAB 编程题（满分 15 分）**

1. 请看下面代码并写出 C、D、E 的结果。

```
A=[1,2,3;4:6;7:9];
```

```
C=[A;[10 11 12]];
```

```
D=C(1:3,[2 3]);
```

```
E=C(2,1:2);
```

2. 下面生成 M 序列的代码有误，请找出错误并改正。

```
N = 6;
```

```
Np = 2^N-1;
```

```
a = 2;
```

```
M = [0,0,0,0,0,0];
```

```
M_list = zeros(1,Np);
```

```
u = zeros(Np,1);
```

```
for i = 1:Np
```

```
    for j = Np : -1 : 2
```

```
        M(j) = M(j-1);
```

```
        temp = or(M(4),M(7));
```

```
        M(1) = temp;
```

```
        M_list(i) = M(6);
```

```
    end
```

```
a = 6;
```

```
u = (1-2*M_list)*a;
```

### 三、(满分 14 分)

某一阶倒立摆系统的数学模型为

$$\begin{cases} \ddot{X}(t) = -6\theta(t) + 0.8F(t) \\ \ddot{\theta}(t) = 40\theta(t) - 2.0F(t) \end{cases}$$

- (1) 写出  $X(t)$  与  $F(t)$ 、 $\theta(t)$  与  $F(t)$  的传递函数模型;
- (2) 写出系统的状态空间模型。

### 四、计算题 (满分 23 分)

1. 系统状态变量  $x(1), x(2)$ , 测得三组输出量  $y(1), y(2), y(3)$ , 且知

$$\begin{cases} y(1) = 3 = x(1) + x(2) + v(1) \\ y(2) = 1 = x(1) + v(2) \\ y(3) = 2 = x(2) + v(3) \end{cases}$$

其中  $v(1), v(2), v(3)$  为白噪声序列, 试用最小二乘法估计状态变量  $x(1), x(2)$  的值。

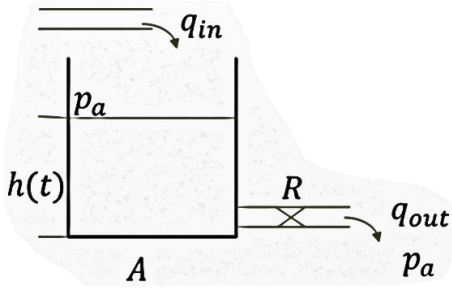
2. 已知常微分方程  $\frac{dx(t)}{dt} = x(t)$ , 且初始条件  $x(0) = 1$ , 取步长为  $h = 0.1$ , 试分别用欧拉法、

梯形法、4 阶龙格-库塔法求出  $t = 2h$  时的  $x(t)$ 。其中 4 阶龙格-库塔法的公式为

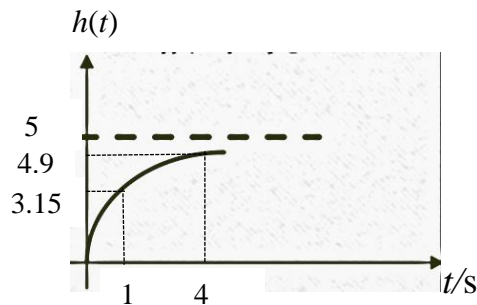
$$\begin{cases} y_{k+1} = y_k + \frac{h}{6}[K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4] \\ K_1 = f(t_k, y_k) \\ K_2 = f(t_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{hK_1}{2}) \\ K_3 = f(t_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{hK_2}{2}) \\ K_4 = f(t_k + h, y_k + hK_3) \end{cases}$$

### 五、(满分 12 分)

如图所示水箱液面控制系统, 水箱中液体密度  $\rho$  (单位  $\text{kg/m}^3$ ), 液面高度为  $h$ , 底面积为  $A = 1\text{m}^2$ , 大气压强为  $p_a$  (单位为  $\text{Pa}$ ), 水箱底部压强为  $p_1$  (单位为  $\text{Pa}$ ), 上方注水管注水速率为  $q_{\text{in}}$  (单位为  $\text{m}^3/\text{s}$ ), 下方出水管出水速率为  $q_{\text{out}}$  (单位为  $\text{m}^3/\text{s}$ ), 流阻定义为  $R = \frac{p_a - p_1}{\rho q_{\text{out}}}$ , 重力加速度为  $g$  (单位  $\text{m/s}^2$ )。



- (1) 试写出输出变量  $h$  和被控量  $q_{in}$  的数学模型（微分方程或传递函数形式）。
- (2) 若  $q_{in}$  为阶跃输入信号时， $h(t)$  随时间的变化规律如图所示，试写出  $h(t)$  的时域表达式，并求出阶跃输入信号的幅值和流阻  $R$  的大小。



## 六、(满分 16 分)

一质量  $M=1\text{kg}$  的箱子放在光滑水平地面上，其左侧与左侧墙面间连有阻尼系数  $b=0.3\text{N}/(\text{m}/\text{s})$  的阻尼器和  $k=1\text{N}/\text{m}$  的弹簧。箱子初始时处于静止状态，记此时为坐标原点。现在在箱子上作用一水平向右的力  $F=1\text{N}$ ，持续时间为  $3\text{s}$ 。请写出系统的传递函数和状态空间模型，并画出 Simulink 仿真框图。

