化工程序控制詳解

(习题)

曉園出版社
世界图书出版公司

内容简介

本书是根据美国普陀大学D.库格诺尔等人所著"Process Systems Analysis & Comtrol"一书翻译的习题解。

化工程序控制详解(习题)

何春松 译著

晓园出版社 出版

世界图书出版公司 北京分公司重印

(北京朝内大街137号)

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992年2月重印 850×11 68 ⅓₂

1992年第1次印刷 印张：7.5

印数：001 —950

ISBN7-5062-1186.6/0.36

定价：7.60元

前　言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

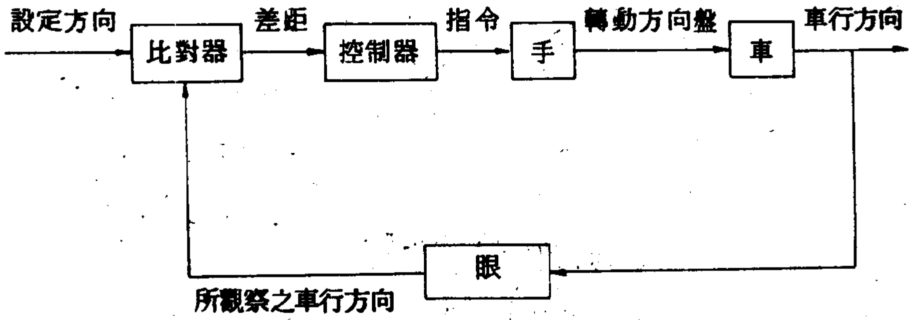
化工程序控制詳解(习題

目　　錄

第一章　緒　論

1-1　畫出人駕車所產生的控制系統塊解圖。

解



此塊解圖乃閉迴路系統，人的眼睛就像機器控制系統中的測量元件。本題中的比對器與控制器乃駕駛人的腦子。

第三章　部份分式法反轉求解

3-1　用拉氏轉換解下列問題。

a. $\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{dx}{dt}+x=1 \qquad x(0)=x'(0)=0$

b. $\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{2dx}{dt}+x=1 \qquad x(0)=x'(0)=0$

c. $\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{3dx}{dt}+x=1 \qquad x(0)=x'(0)=0$

把這些解的圖形畫在同一張圖上，$\dfrac{dx}{dt}$ 的係數產生什麼樣的效應？

解　a. $\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{dx}{dt}+x=1 \qquad x(0)=x'(0)=0$

拉氏轉換得：

$$s^2x(s)+sx(s)+x(s)=\frac{1}{s}$$

$$x(s)=\frac{1}{s(s^2+s+1)}$$

$$=\frac{A_1}{s}+\frac{A_2}{s-r_1}+\frac{A_3}{s-r_2}$$

$$r_1=\frac{-1+\sqrt{3}\,j}{2}$$

$$r_2=\frac{-1-\sqrt{3}\,j}{2}$$

$$A_1=\left.\frac{1}{(s-r_1)(s-r_2)}\right|_{s=0}=1$$

$$A_2=\left.\frac{1}{s(s-r_2)}\right|_{s=r_1}=\frac{-3+\sqrt{3}\,j}{6}$$

$$A_3=\left.\frac{1}{s(s-r_1)}\right|_{s=r_2}=\frac{-3-\sqrt{3}\,j}{6}$$

∴拉氏反轉換得：

$$x(t)=1+\left(\frac{-3+\sqrt{3}j}{6}\right)\cdot e^{\left(\frac{-1+\sqrt{3}j}{2}\right)t}+\left(\frac{-3-\sqrt{3}j}{6}\right)\cdot e^{\left(\frac{-1-\sqrt{3}j}{2}\right)t}$$

$$=1+\frac{1}{6}\cdot e^{-\frac{1}{2}t}\cdot\left[(-3+\sqrt{3}j)\cdot\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}t\right.\right.$$

$$\left.+j\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t\right)+(-3-\sqrt{3}j)\cdot\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}t\right.$$

$$\left.\left.-j\cdot\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t\right)\right]$$

$$=1-e^{-\frac{1}{2}t}\cdot\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}t+\frac{\sqrt{3}}{3}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t\right)$$

b. $\frac{d^2x}{dt^2}+2\frac{dx}{dt}+x=1 \qquad x(0)=x'(0)=0$

拉氏轉換得：

$$s^2x(s)+2sx(s)+x(s)=\frac{1}{s}$$

$$x(s)=\frac{1}{s(s+1)^2}$$

$$=\frac{A_1}{s}+\frac{A_2}{s+1}+\frac{A_3}{(s+1)^2}$$

$A_1=1$, $A_2=-1$, $A_3=-1$

$$x(t)=1-e^{-t}-t\cdot e^{-t}$$

$$=1-e^{-t}(1+t)$$

c. $\frac{d^2x}{dt^2}+3\frac{dx}{dt}+x=1 \qquad x(0)=x'(0)=0$

拉氏轉換得：

$$x(s)=\frac{1}{s(s^2+3s+1)}$$

$$=\frac{A_1}{s}+\frac{A_2}{s-r_1}+\frac{A_3}{s-r_2}$$

$$r_1=\frac{-3+\sqrt{5}}{2}\quad,\quad r_2=\frac{-3-\sqrt{5}}{2}$$

$$A_1=\frac{1}{(s-r_1)(s-r_2)}\bigg|_{s=0}=1$$

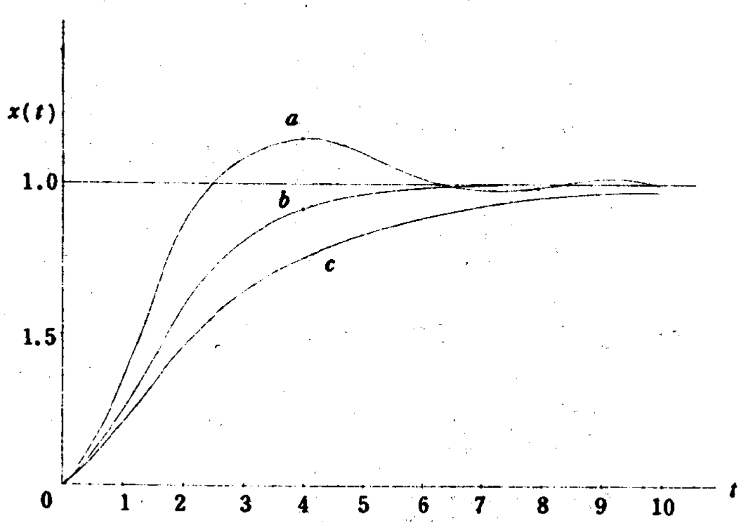
$$A_2=\frac{1}{s(s-r_2)}\bigg|_{s=r_1}=\frac{-(5+3\sqrt{5})}{10}$$

$$A_3=\frac{1}{s(s-r_1)}\bigg|_{s=r_2}=\frac{-(5-3\sqrt{5})}{10}$$

拉氏反轉換得：

$$x(t)=1-\frac{5+3\sqrt{5}}{10}\cdot e^{(\frac{-3+\sqrt{5}}{2})t}-\frac{5-3\sqrt{5}}{10}\cdot e^{(\frac{-3-\sqrt{5}}{2})t}$$

	t	0	1	2	4	6	8	10	∞
$x(t)$	a	0	0.34	0.85	1.15	1.0	0.98	1.0	1.0
	b	0	0.26	0.59	0.91	0.98	1.0	1.0	1.0
	c	0	0.21	0.46		0.88		0.97	1.0



方程式中 $\dfrac{dx}{dt}$ 的係數影響 $x(t)$ 阻尼的程度，圖形(a)為欠阻尼，圖形(b)為臨界阻尼，而圖形(c)為超阻尼。

3-2　用拉氏轉換解下列微分方程。

$$a.\ \frac{d^4x}{dt^4}+\frac{d^3x}{dt^3}=\cos t \qquad x(0)=x'(0)=x'''(0)=0 \quad x''(0)=1$$

$$b.\ \frac{d^2q}{dt^2}+\frac{dq}{dt}=t^2+2t \qquad q(0)=4 \qquad q'(0)=-2$$

解　$$a.\ \frac{d^4x}{dt^4}+\frac{d^3x}{dt^3}=\cos t \qquad x(0)=x'(0)=x'''(0)=0$$

$$x''(0)=1$$

拉氏轉換得：

$$s^4x(s)-s+s^3x(s)-1=\frac{s}{s^2+1}$$

$$s^3x(s)(s+1)-(s+1)=\frac{s}{s^2+1}$$

$$x(s)=\frac{1}{s^3}\left[1+\frac{s}{(s^2+1)(s+1)}\right]$$

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

$$=\frac{A_1}{s}+\frac{A_2}{s^2}+\frac{A_3}{s^3}+\frac{A_4}{s+1}+\frac{A_5}{s+j}+\frac{A_6}{s-j}$$

$$A_4=\left.\frac{s^3+s^2+2s+1}{s^3(s^2+1)}\right|_{s=-1}=\frac{1}{2}$$

$$A_5=\left.\frac{s^3+s^2+2s+1}{s^3(s+1)(s-j)}\right|_{s=-j}=\frac{1-j}{4}$$

$$A_6=\left.\frac{s^3+s^2+2s+1}{s^3(s+1)(s+j)}\right|_{s=j}=\frac{1+j}{4}$$

$$A_3=\left.\frac{s^3+s^2+2s+1}{(s+1)(s^2+1)}\right|_{s=0}=1$$

$A_1=-1$　　（∵ s^5 的係數爲 0 ∴ $A_1+A_4+A_5+A_6=0$ ）

$A_2=1$　　（∵ s 的係數爲 2 ∴ $A_2+A_3=2$ ）

拉氏反轉換：

$$\therefore x(t)=-1+t+\frac{t^2}{2}+\frac{1}{2}e^{-t}+\left(\frac{1-j}{4}\right)e^{-jt}+\left(\frac{1+j}{4}\right)\cdot e^{jt}$$

$$=-1+t+\frac{t^2}{2}+\frac{1}{2}e^{-t}+\left(\frac{1-j}{4}\right)(\cos t-j\sin t)$$

$$+\left(\frac{1+j}{4}\right)(\cos t+j\sin t)$$

$$=-1+t+\frac{t^2}{2}+\frac{1}{2}e^{-t}+\frac{1}{2}\cos t-\frac{1}{2}\sin t$$

b. $\dfrac{d^2q}{dt^2}+\dfrac{dq}{dt}=t^2+2t$　　　$q(0)=4$, $q'(0)=-2$

$$s^2Q(s)-4s+2+sQ(s)-4=\frac{2}{s^3}+\frac{2}{s^2}$$

$$Q(s)=\frac{4s^4+2s^3+2s+2}{s^4(s+1)}$$

$$=\frac{A_1}{s}+\frac{A_2}{s^2}+\frac{A_3}{s^3}+\frac{A_4}{s^4}+\frac{A_5}{s+1}$$

$$A_5=\left.\frac{4s^4+2s^3+2s+2}{s^4}\right|_{s=-1}=2$$

$$A_4=\left.\frac{4s^4+2s^3+2s+2}{s+1}\right|_{s=0}=2$$

$A_3=0$　　（∵ s 的係數爲 2 ∴ $A_3+A_4=2$ ）

$A_1=2$　　（∵ s^4 的係數爲 4 ∴ $A_1+A_5=4$ ）

$A_2=0$　　（∵ s^2 的係數爲 0 ∴ $A_2+A_3=0$ ）

$$\therefore q(t)=2+\frac{1}{3}t^3+2e^{-t}$$

3-3　求下列拉氏反轉換：

a. $\dfrac{3s}{(s^2+1)(s^2+4)}$

b. $\dfrac{1}{s(s^2-2s+5)}$

c. $\dfrac{3s^3-s^2-3s+2}{s^2(s-1)^2}$

解　a. $G(s)=\dfrac{3s}{(s^2+1)(s^2+4)}$

$$=\frac{s}{s^2+1}-\frac{s}{s^2+2^2}$$

$\therefore G(t)=\cos t-\cos 2t$

b. $G(s)=\dfrac{1}{s(s^2-2s+5)}$

$$=\frac{A}{s}+\frac{Bs+C}{(s-1)^2+2^2}$$

$$=\frac{\frac{1}{5}}{s}+\frac{-\frac{1}{5}s}{(s-1)^2+2^2}+\frac{\frac{2}{5}}{(s-1)^2+2^2}$$

$$=\frac{\frac{1}{5}}{s}+\frac{-\frac{1}{5}(s-1)}{(s-1)^2+2^2}+\frac{2}{10(s-1)^2+2^2}$$

$$\therefore G(t)=\frac{1}{5}-\frac{1}{5}\cdot e^t\cos 2t+\frac{1}{10}e^t\sin 2t$$

c. $G(s)=\dfrac{3s^3-s^2-3s+2}{s^2(s-1)^2}$

$$=\frac{A}{s}+\frac{B}{s^2}+\frac{C}{(s-1)}+\frac{D}{(s-1)^2}$$

$$B=\left.\frac{3s^3-s^2-3s+2}{(s-1)^2}\right|_{s=0}=2$$

$$D=\left.\frac{3s^3-s^2-3s+2}{s^2}\right|_{s=1}=1$$

$A=1$　　　（$\because$ s 的係數爲 -3　$\therefore A-2B=-3$）

$C=2$　　　（$\because$ s^3 的係數爲 3　$\therefore A+C=3$）

$$\therefore G(s) = \frac{1}{s} + \frac{2}{s^2} + \frac{2}{s-1} + \frac{1}{(s-1)^2}$$

$$\therefore G(t) = 1 + 2t + 2e^t + t \cdot e^t$$

第四章　轉換性質

4-1　若函數 $f(t)$ 有拉氏轉換。

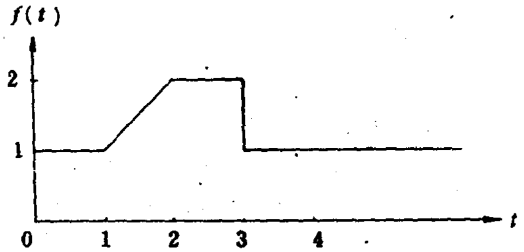
$$f(s)=\frac{1}{s}+\frac{e^{-s}-e^{-2s}}{s^2}-\frac{e^{-3s}}{s}$$

作出 $f(t)$ 之圖形。

解

$$f(s)=\frac{1}{s}+\frac{e^{-s}-e^{-2s}}{s^2}-\frac{e^{-3s}}{s}$$

$$f(t)=1+(t-1)u(t-1)-(t-2)u(t-2)-u(t-3)$$



4-2　由下列方程式解 $y(t)$

$$\int_0^t y(\tau)d\tau=\frac{dy(t)}{dt}\qquad y(0)=1$$

解

$$\int_0^t y(\tau)d\tau=\frac{dy(t)}{dt}\qquad y(0)=1$$

取拉氏轉換：

$$\frac{Y(s)}{s}=sY(s)-1$$

$$Y(s)=\frac{s}{s^2-1}=\frac{\frac{1}{2}}{s+1}+\frac{\frac{1}{2}}{s-1}$$

$$y(t)=\frac{1}{2}e^{-t}+\frac{1}{2}e^{t}=\cosh t$$