

# Topic2: Mechatronic System Design

## MSModelingAndTFApproaches

### 概述:

此書主要介紹機電一體化系統的結構和不同組件，以及機電一體化過程中所遇到的問題，主要分為五個章節講述：

1. 介紹。
2. 機電一體化系統。
3. 數學建模。
4. 基於傳遞函數的分析。
5. 基於傳遞函數的設計。

此書重於分析、設計和實現由微控制器的連續時間系統；在建模的部分，使用傳遞函數或空間狀態來表示系統的模型；在傳遞函數方法的部分，將連續時間系統的模型轉換為離散時間在空間狀態逼近的部分，並採用不同的技術進行分析及綜合；實施的部分，則是介紹如何實現在傳遞函數或基於時間狀態的控制中開發控制演算法。

### 1. 介紹:

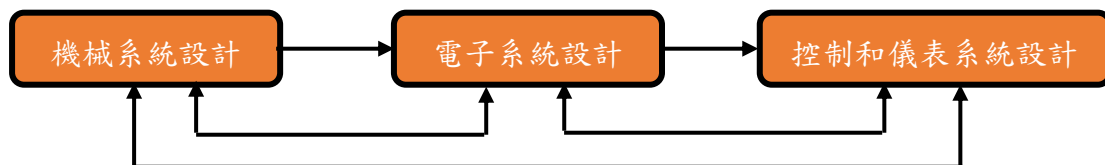
此章節主要講述機電一體化所需的零件設計，主要分為兩大類:(1)機械零件設計(2)電子電路零件設計。

**(1)機械零件設計:**機械是機電系統中的基本部分，在此部分的階段設計中，將構思和製造組成機電一體化系統，而將用於此機電一體化系統的執行器和傳感器。對於機械零件的設計，使用了機械設計的步驟，例如問題的定義，使用集思廣益或任何等效方法進行的解決方案研究、實用性研究、原型設計等。執行器和傳感器的選擇也必須遵循所使用的準則和規範。

**(2)電子電路零件設計:**如此書 [MechatronicDesignCases](#) 所介紹。

### 2. 機電一體化系統:

此章節主要講述機電一體化系統設計的兩種方法，第一種方法是先進行機械設計，在獲得滿意的機械設計後，在進行電子系統的設，最後在設計控制系統；而第二種方法則是在機械、電子和控制系統設計的同時，考慮每個系統的設計及對其他兩個系統的影響。第二種設計方法主要優點為可以對每個系統進行最佳設計，從而實現最佳整體的性能。



### 3. 數學建模:

數學建模是一種使用數學語言(微分方程式或差分方程式)來描述動力學系統行

為的表示，以描述輸入與輸出的動態系統參數之間的關係，動態系統的數學建模主要以取決於如何處理時間變量分為兩種：(1)連續時間數學建模(2)離散時間數學建模。

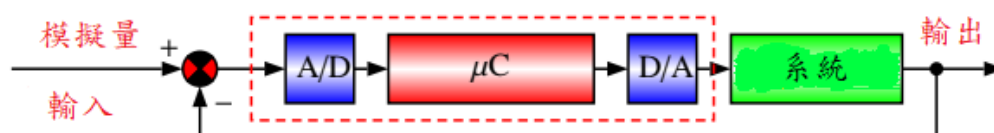
(1)連續時間數學建模：為基於一組對時間變量的任何值均有效的微分方程組。

(2)離散時間數學建模：為僅在選定的一組不同時間提供有關物理系統狀態的信息。

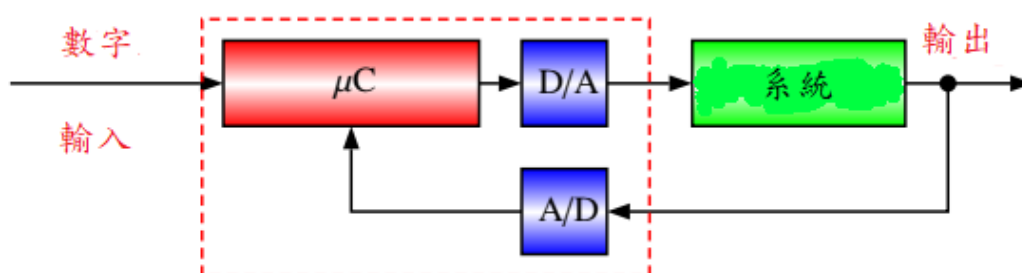
#### 4. 基於傳遞函數的分析：

傳遞函數主要是微控制器在處理在機電系統中，他用於開/關或連續時間控制，對於連續時間情況，微控制器在每個採樣週期重新接收數據，並根據選擇的算法計算所需的動作。當使用微控制器控制實際過程時，可以採用兩種結構。在第一種結構中，輸出和參考之間的誤差是連續不斷的，然後通過模數轉換器（A / D）發送到微控制器，並根據所選算法計算控制動作，而在第二種結構中，輸出將通過 A / D 轉換為數字值。

(1)信號轉換在前向路徑中進行：



(2)在反饋路徑中進行信號轉換：



#### 5. 基於傳遞函數的設計：

在獲得系統的數學建模後，通過定義所需的性能來開始設計過程，這將能夠確定控制器的結構及其參數；控制系統的設計通常是為了保證某些性能；考慮系統的閉環動力學，可以將這種性能概括為瞬態和穩態狀態的穩定性和行為，通過尊重給定系統的局限性，通常情況下，我們會通過尋找系統可能存在的過衝與其速度之間的折衷來尋求改善瞬態的方法，對於穩態，我們進行搜索以確保誤差小於某個選定的公差。在藉由這些條件經由上章節的傳遞函數分析進行一連串的傳遞函數設計，達到機電一體化的目的。

總結：

透過此書，我們理解到機電一體化並不是那麼容易，必須先考慮機械與電子電路的設計，還須經過數學建模，完成動力學系統的作動，最後再進行傳遞函數的分析與設計，最終才能達到機電一體化。

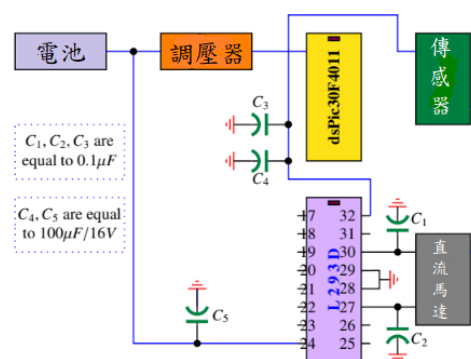
## MechatronicDesignCases

### 概述：

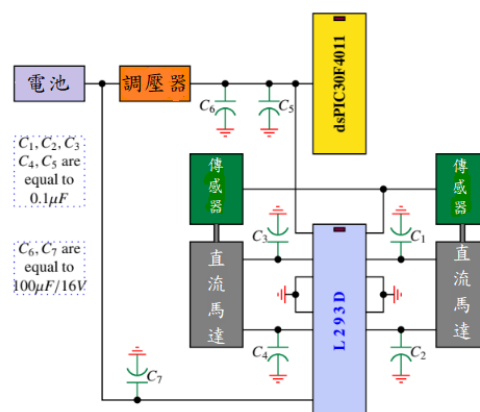
主要分別介紹四個機電套件：

1. 直流電動機的速度控制。
2. 直流電動機的位置控制。
3. 平衡裝置的控制。
4. 磁懸浮系統。

### 直流電動機電子電路圖：



### 平衡裝置電子電路圖：



### 1. 直流電動機的速度控制和位置控制：

大多數的電機系統都採用此類直流電動機，採用此系統首先必須考慮系統具有的理想性能：(1)系統穩定在閉環狀態(2)建立時間  $t_s$  為 2% 等於我們可以擁有的最佳時間 (3)超調等於 5% (4)階躍函數作為輸入的穩態等於零。然而該電動機的數據表給出了所有重要參數，因此容易獲得該執行器的傳遞函數，此傳遞函數是藉由帶有刻度的小磁盤作為負載，使磁盤速度和輸入電壓之間產生傳遞函數，然而利用傳遞函數當作數據而達到控制直流電動機的速度，再藉由傳遞函數及速度控制導出的結果來控制位置。

### 2. 平衡裝置的控制：

平衡裝置是一個具有挑戰性的系統，因為它屬於一個不穩定的開環系統，平衡裝置的概念為研究目的而開發的，它能使正在學習機電一體化的學生能夠達成他們的控制算法並熟悉複雜的系統。

### 3. 磁懸浮系統：

磁懸浮系統由兩部分組成：一個固定的部分代表線圈並產生電磁力，另一個是通過作用於電磁場產生的電磁力而放置在某個位置的鐵磁物體，該系統的目的是通過輸入電壓調節電磁體中的電流來控制移動物體的垂直位置。使用霍爾效應傳感器測量物體位置。dsPIC30F4011 周圍的電子電路通過一個集成電路 L298

向線圈供電，電流與致動器的指令電壓成正比。由於磁力僅具有吸引力，因此互導放大器會關閉以執行負命令。

**總結：**

通過閱讀此書中的幾個電機套件，了解到機電一體化系統的設計和實驗的知識，在機電控制方面是非常困難的，首先要先達到套件的執行條件，再經由許多實驗導出來的公式和一些輔助裝置才能夠達成。

**MechaFutureAndChallenges**

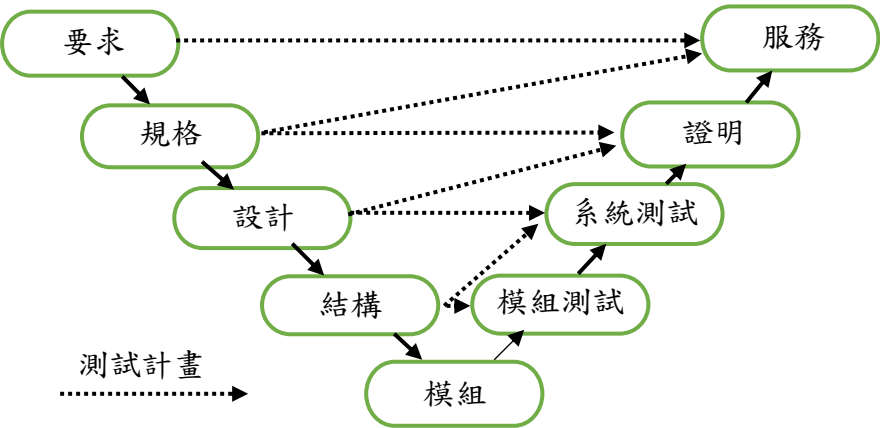
**概述：**

機電一體化領域最早開始於 1970 年代，當時機械系統需要更精確的受控運動。這迫使工業界和學術界探索傳感器和電子輔助反饋，引入反饋控制的運動構成了使機械工程師和電子工程師能夠更好地協作並相互理解語言的基礎，並且採取了各種舉措來發展共同的語言或方法，然而機電一體化成為一門新興學科。

其中在機械工程師和電子工程師之間的溝通與資料的傳輸與物聯網有相當重要的關係：



然而其設計方面通常遵循簡化 V 型路徑：



### 總結：

通過閱讀此書，了解機電一體化的重要性，以及機電一體化的未來、機電一體化所要面對的挑戰，隨著時代進步，機電一體化的要求越來越高，需要解決的問題是多向性，且複雜的，在機電一體化的未來我們將面臨極大的挑戰。

## MechaEducFutureNeed

### 概述：

此書分成兩章節，分別講述機電一體化教育的重要性及其教育方法，以及全球的趨勢與其對機電一體化的影響。

### 機電一體化教育的重要性及其教育方法：

機電一體化能大幅地提高和改善系統的性能，在工業方面占有極大的優勢，成為現代學生必須研究的方向，而其教育方法分為：(1)演講(2)講座討論(3)示範(4)模擬(5)協同學習(6)合作學習(7)實例探究(8)角色扮演

### 全球的趨勢與其對機電一體化的影響：

對於全球趨勢，主要分別為：(1)人口變化以及老齡化社會醫療系統(2)流動性(3)全球化以及勞力、經濟、金融的變化(4)城市化和個性化(5)氣候變化和環境變化以及能源和資源、持續性(6)智慧型社會以及無所不在的情報、數位文化。

這些趨勢的結果也是該技術必須向前發展，由於多種學科的結合，機電一體化產品具有很高的產品開發潛力。然而機電一體化必須考慮的眾多方面：(1)問題與挑戰(2)系統設計、建模和模擬(3)製造技術(4)物聯網和網路物理系統(5)通訊及訊息技術(6)機電一體化的教育。

### 機電一體化未來地圖：

