



LVDT原理、設計與實作

報告人：任志強 博士

中華民國 102 年 11 月 06 日





目錄

- ▶ 一、LVDT的應用
- ▶ 二、LVDT的原理
- ▶ 三、LVDT的雛型實作設計
- ▶ 四、LVDT的實驗結果
- ▶ 五、結論





第一章 LVDT的應用



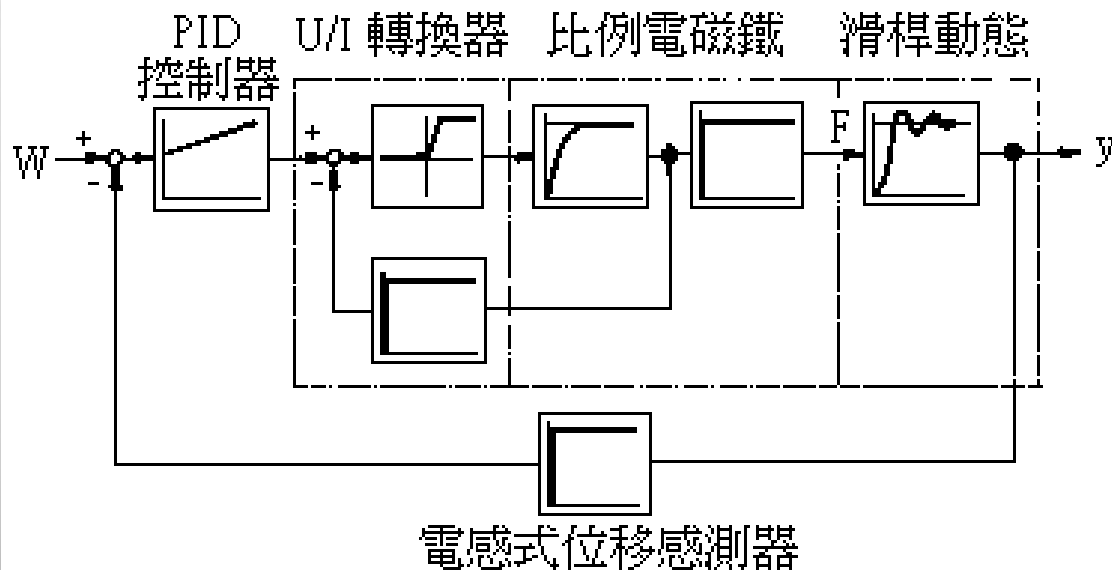
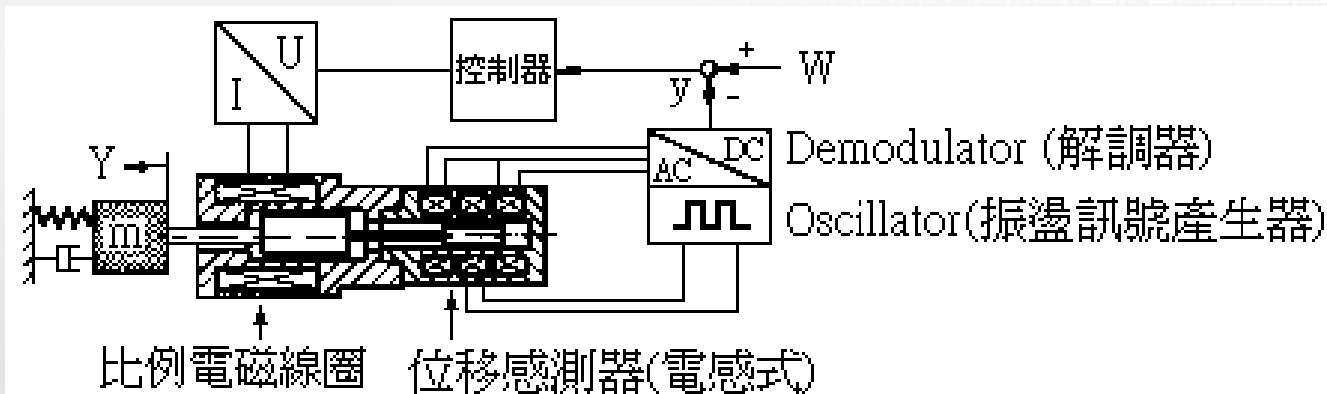


LVDT (Linear Variable Differential Transformer) ，為機電轉換器的一種，可將一個物件之直線運動的機械變化量轉換成相對應的電子信號。



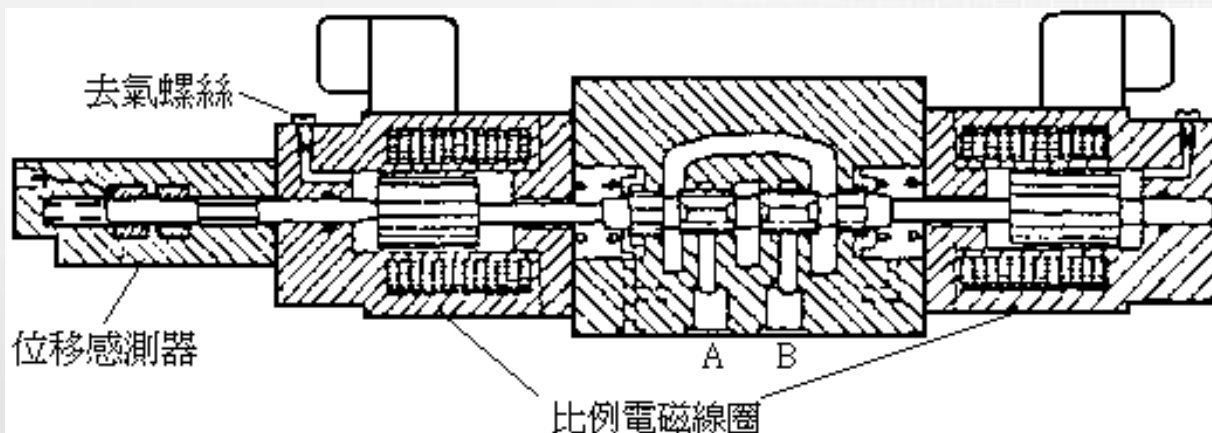


I : 比例線圈上的應用

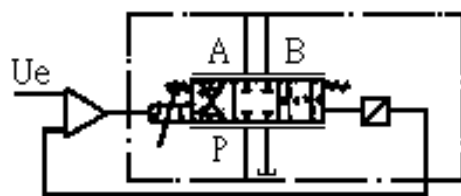




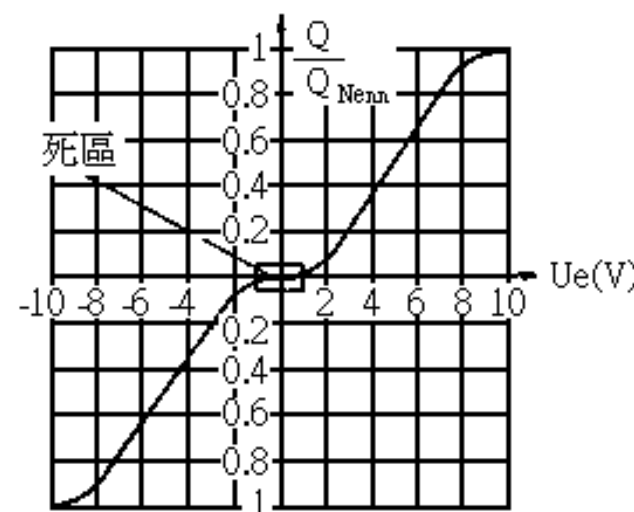
II : 液壓及氣壓比例閥上的應用



(a) 結構圖



(b) 符號(4/3閥)

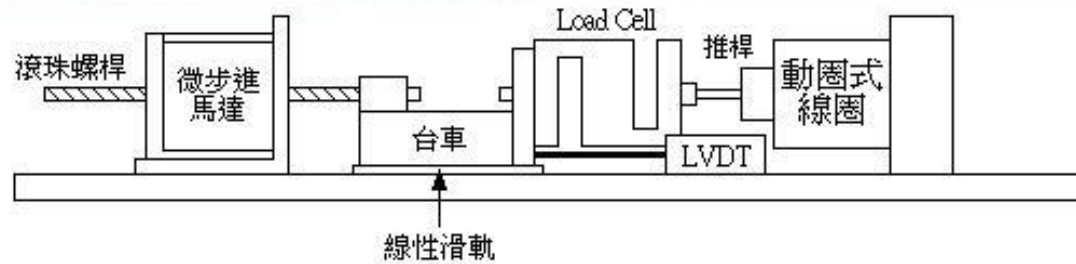


(c) 流量-控制訊號曲線





III : 小行程定位系統之應用



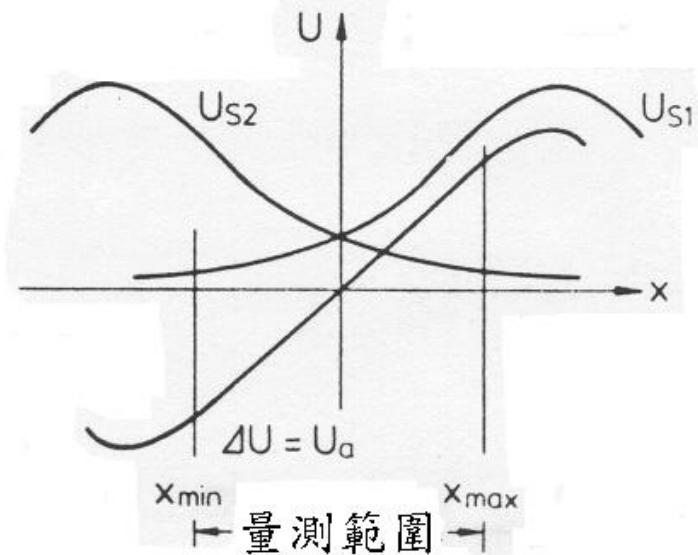
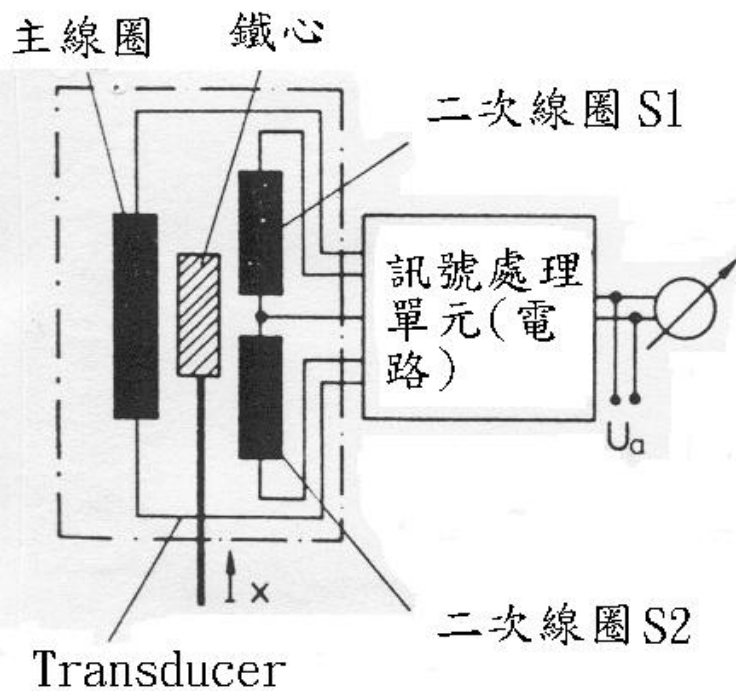


第二章 LVDT的原理



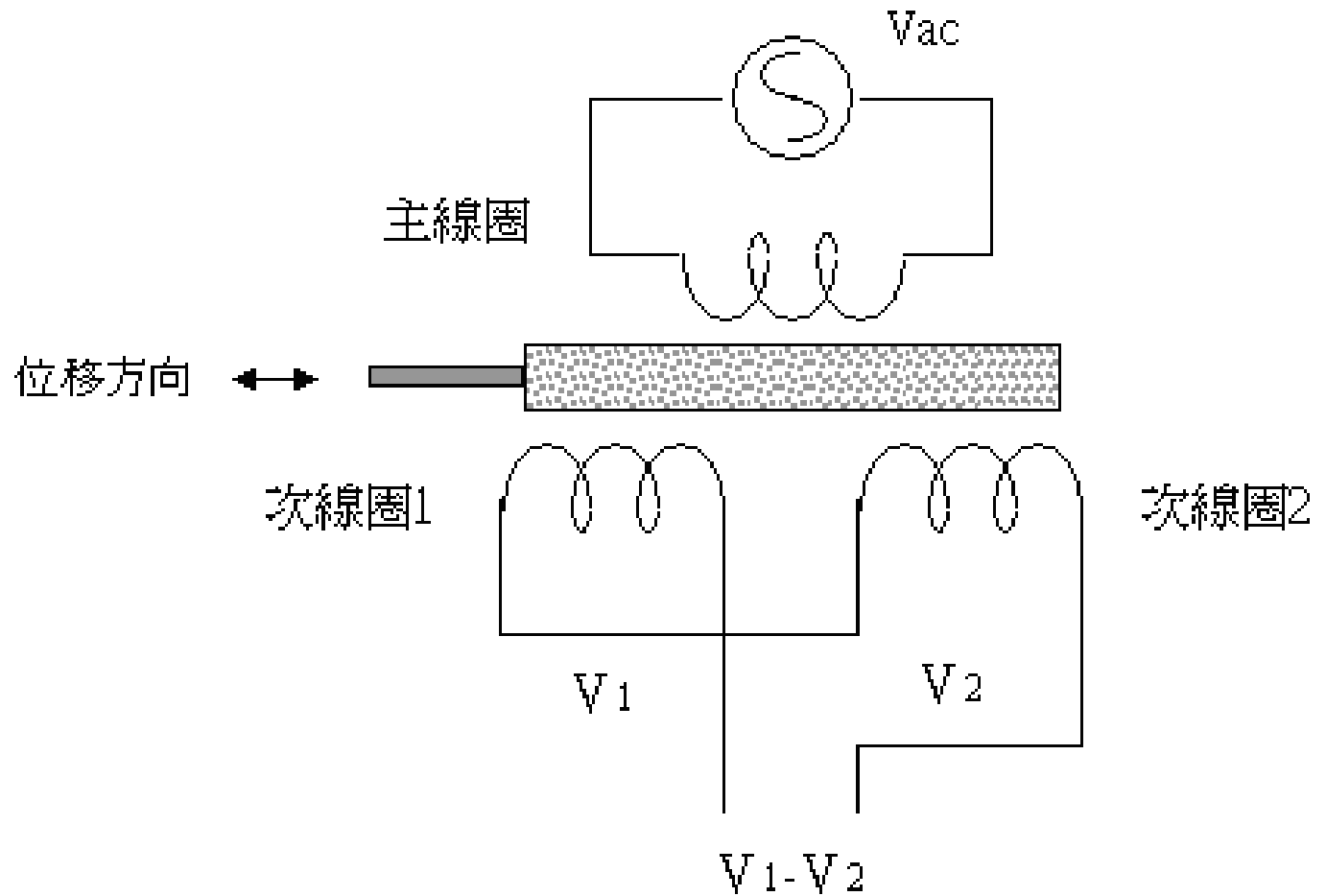


I : 基本原理





II : 細部原理說明





鐵芯位置	V_1	V_2
中央		
中央偏左		
中央偏右		

V_{ac} : LVDT之激磁訊號，兩端次線圈感應出交流訊號為 V_1 、 V_2





第三章

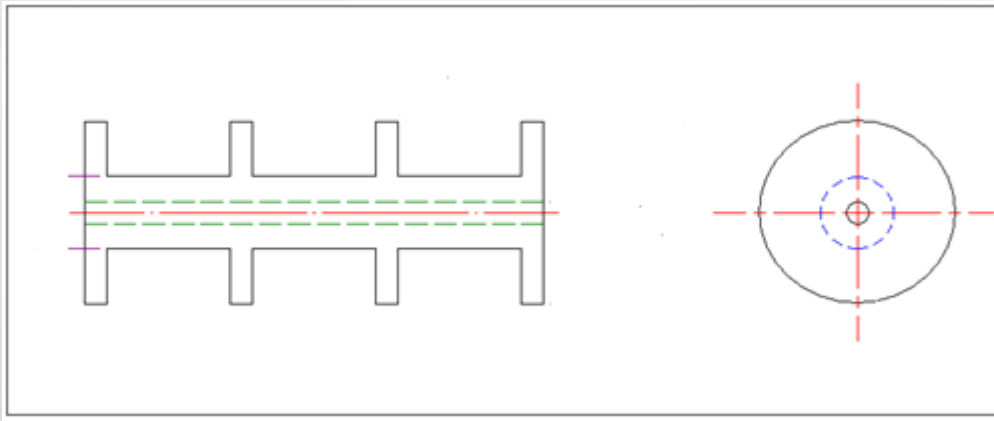
LVDT的雛型設計實作



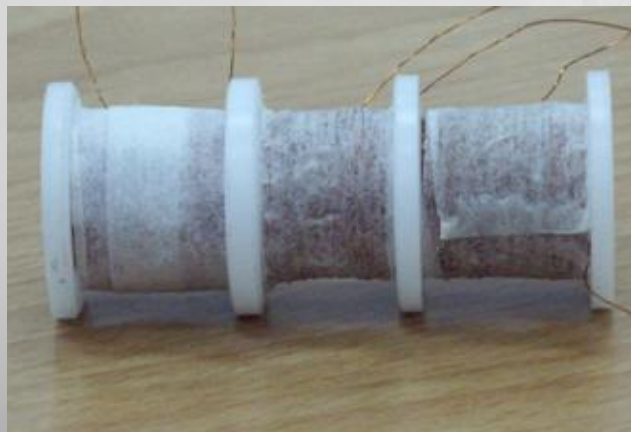


I : LVDT之線圈組設計

- ▶ 將三組線圈以相同的方向繞於PE塑膠上，經模擬後發現若左右兩側線圈組的電感大於中央線圈時，其左右線圈組的感應電壓差會較大，使靈敏度提高，因此設計時，將左右兩側線圈之繞線匝數較中央線圈多，如下圖所示。



LVDT導線架設計圖



線圈組實體圖





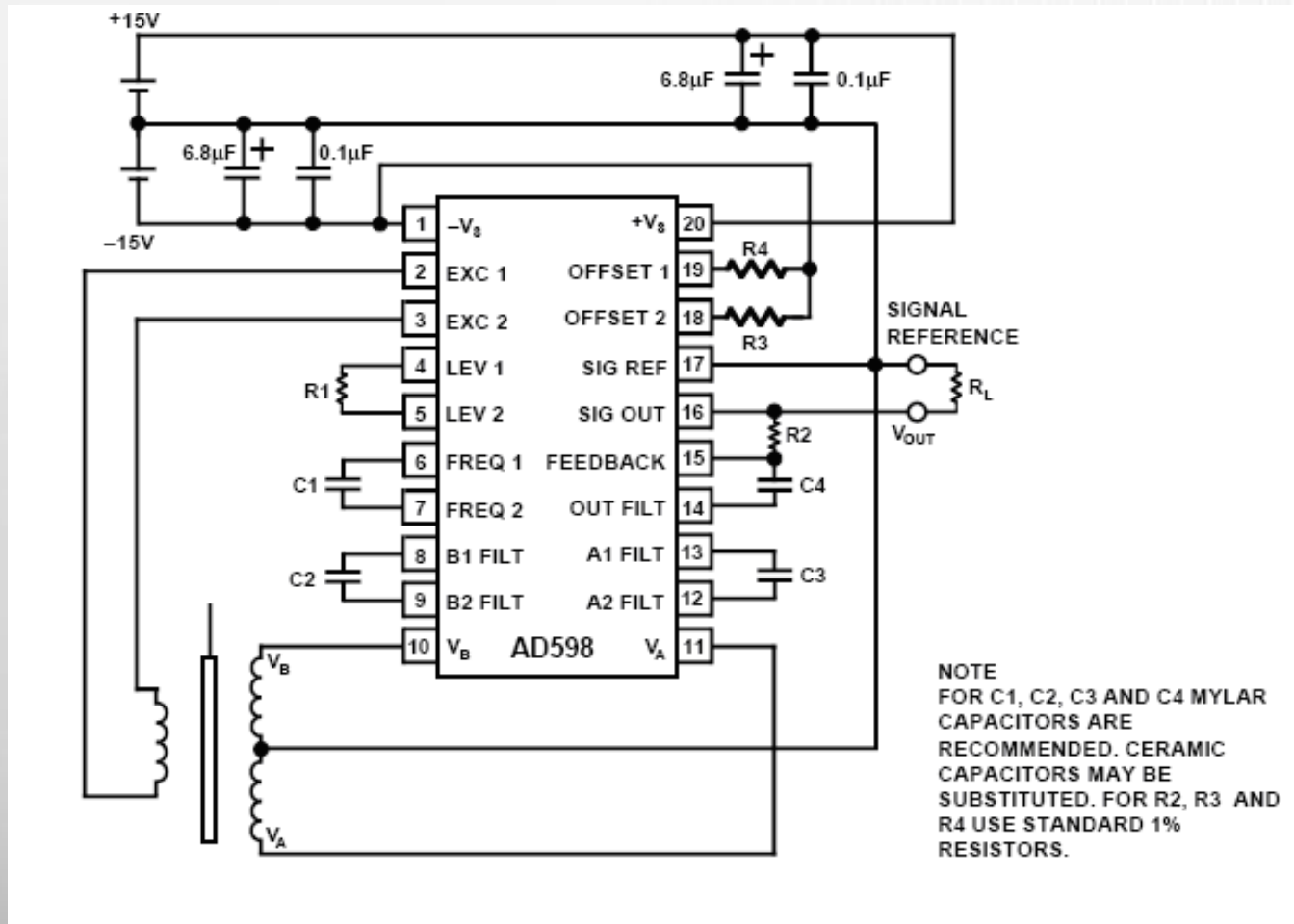
線圈組等效電路參數值

R_1	$\sim 29\Omega$	L_1	$\sim 7 \text{ mH}$
R_2	$\sim 21\Omega$	L_2	$\sim 4.5\text{mH}$
R_3	$\sim 29\Omega$	L_3	$\sim 7 \text{ mH}$





II : LVDT之電路設計(基於 IC AD598)





III : 載波交流頻率之選擇

給主線圈不同交流頻率下所對應之鐵心行程範圍之靈敏度實測值

交流頻率(KHz)	靈敏度
1.9	1.08V/mm
3.8	0.87V/mm
7.8	0.65V/mm
15.5	0.39V/mm

- ★ 當LVDT的靈敏度較高時，則量測時之精確度較高
- ★ 本雛型設計採用 3.8 KHz，為靈敏度次佳，但輸出電壓較符合需求 (10 mm 大致對應 10 Volt)





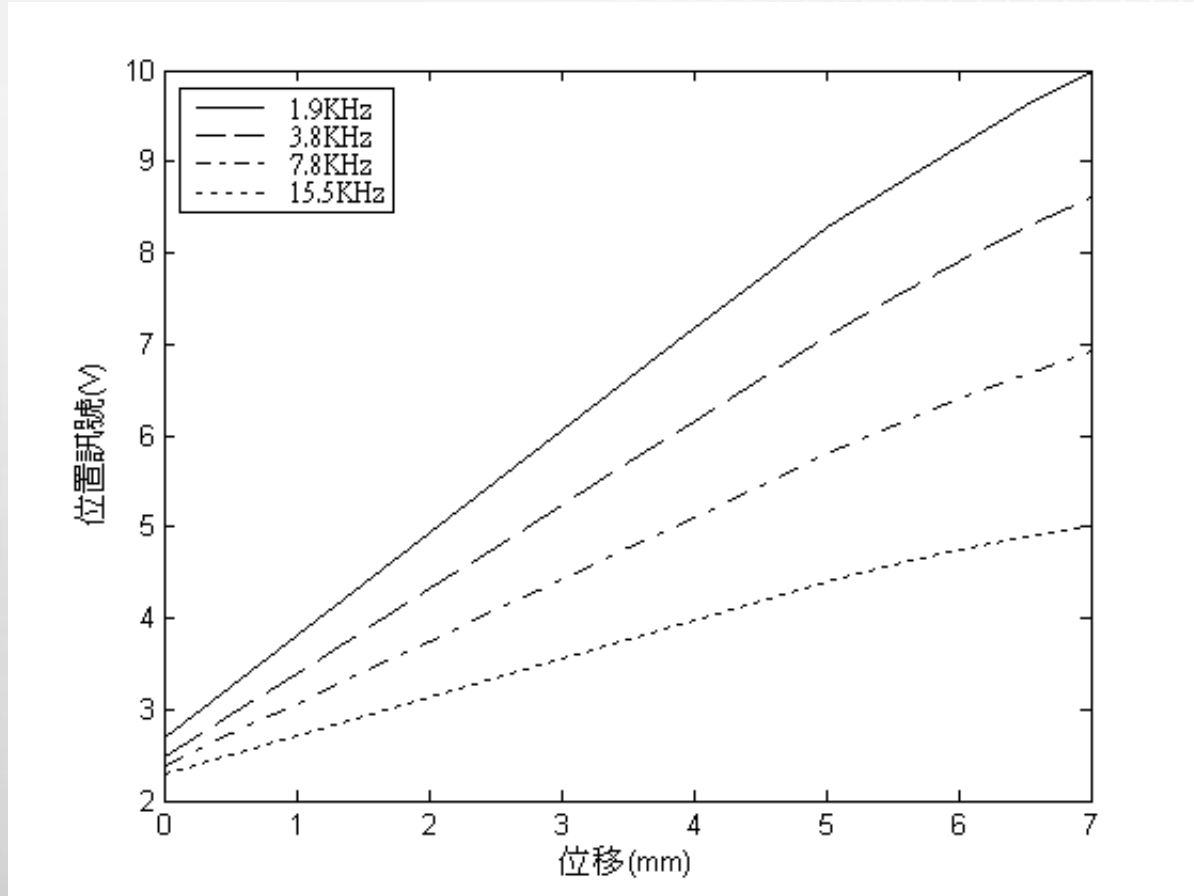
第四章

LVDT的實驗結果





I : 不同的交流頻率之訊號與位置關係圖



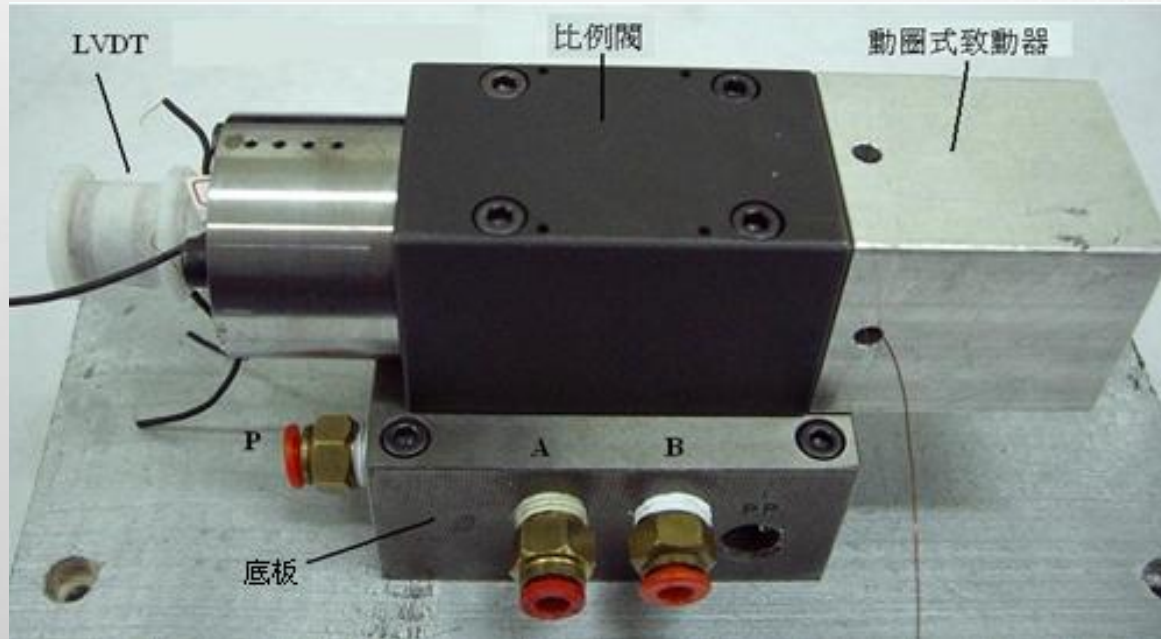
由於測試時之鐵心初始位置是固定於比例閥閥軸上，一開始並沒有在兩組二次線圈的中間，因此其初始感應電壓值並非為零





II : 應用實例

- ★ 自行設計之動圈式致動器搭配型號NG03比例閥閥體
- ★ 結合自行製作之LVDT(線性行程為0~6mm)作為閉迴路控制
- ★ 達成具有高速響應及高定位精度雙重功能之動圈式氣壓比例閥

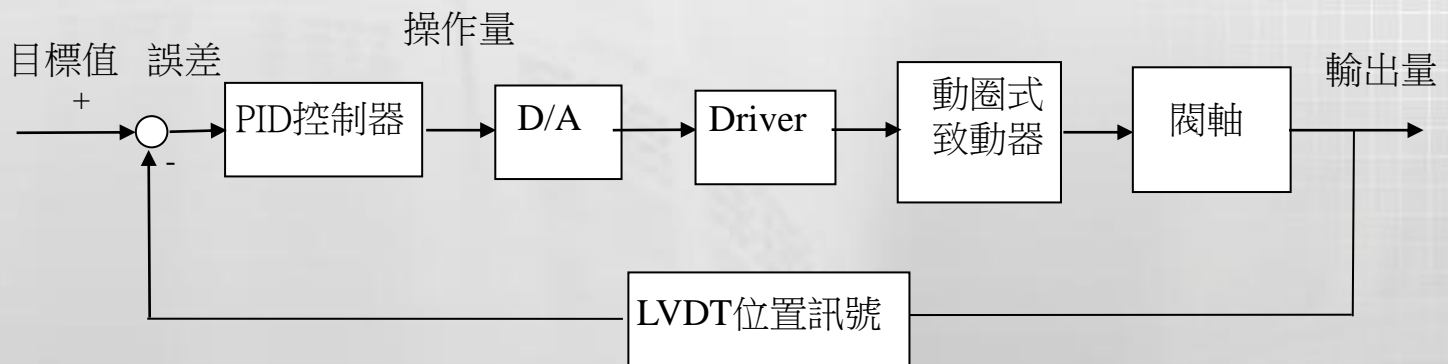


閉迴路動圈式氣壓比例閥之實體圖



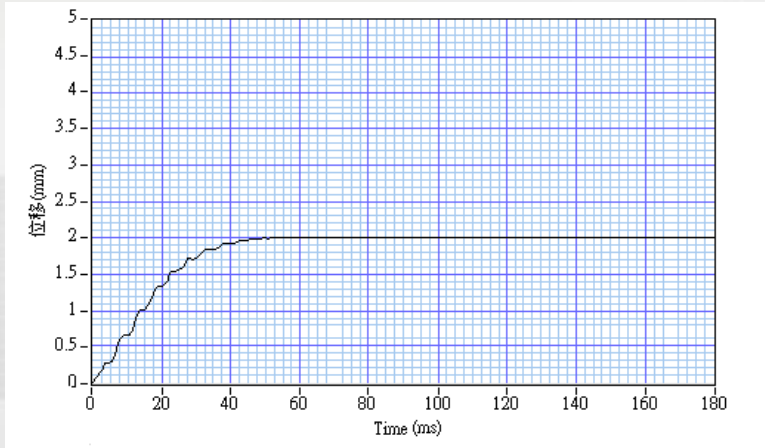


利用電腦 **LabView 圖控程式** 將激磁訊號透過資料擷取卡數位類比 (D/A) 傳輸至驅動器 (Driver) 產生電流後，激磁動圈式致動器，進而推動閥軸，利用 **LVDT** 讀取閥軸移動之距離值做為迴授訊號，來進行 PID 控制，動圈氣壓比例閥PID控制系統方塊圖如下圖所示，其中輸入給 PID 控制器的訊號為目標值減去LVDT之位置迴授訊號。

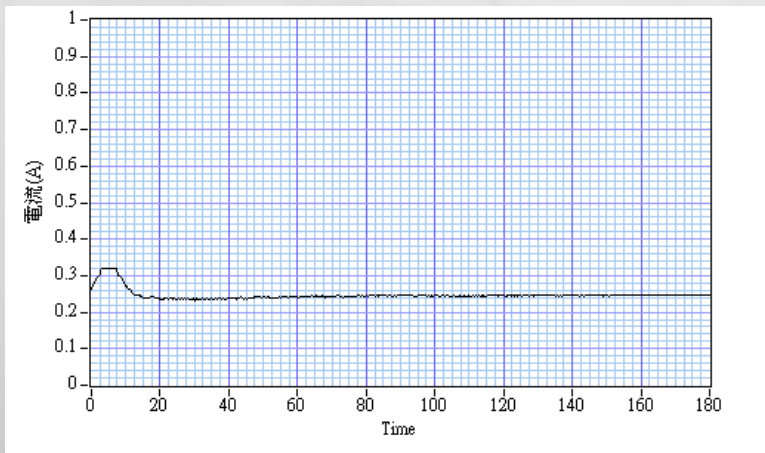


動圈氣壓比例閥 PID控制系統方塊圖





定位於2mm動態響應圖(空載下)



定位於2mm電流圖(空載下)

目標值	4mm	3mm	2mm
延遲時間 $t_d(0 \sim 50\%)$	23.74ms	17.89ms	16.53ms
安定時間 $t_s(e_s < 1\%)$	73.25ms	62.23ms	50.02ms
穩態誤差 e_{ss}	$< 10\mu\text{m}$	$< 10\mu\text{m}$	$< 10\mu\text{m}$



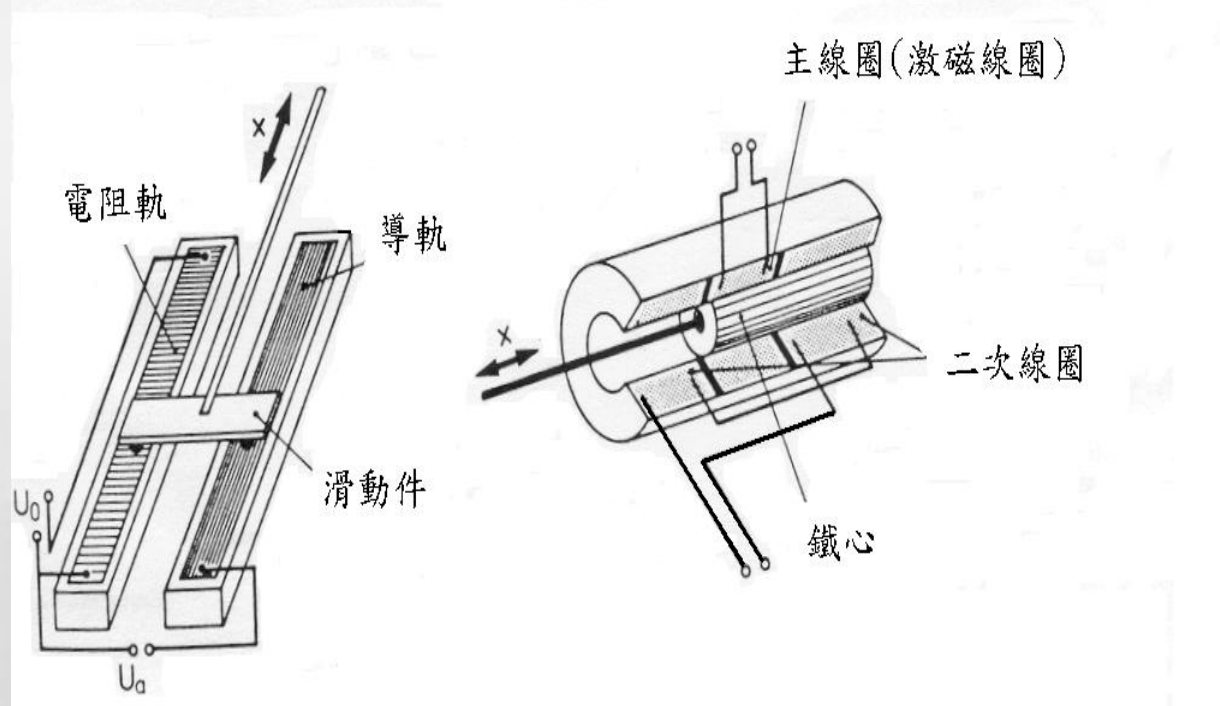


第五章 結論





I：電阻尺與LVDT之比較

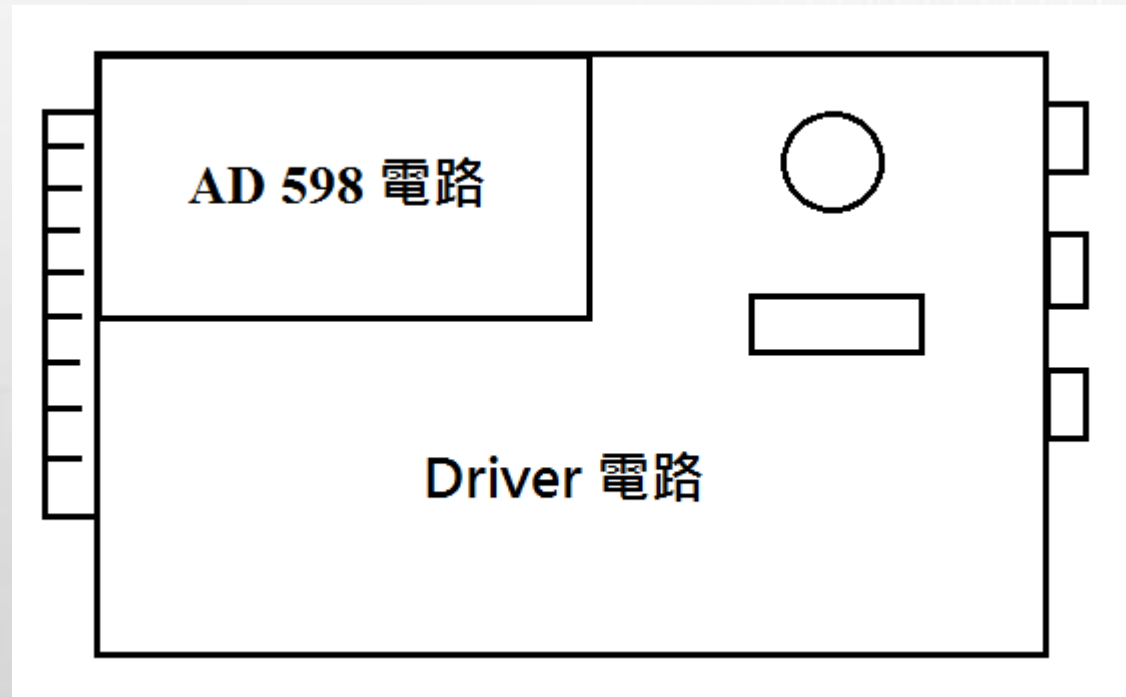


- 電阻尺 ----- 价格便宜
解析度佳
有磨耗之可能
接觸點易受外界干擾 (noise)
- LVDT ----- 無接觸式，故無磨耗
價格較高
精確度稍差
需額外之放大電路





II：AD598 輕薄短小，可輕易整合入原始電壓轉電流
驅動器(Driver)電路板中



III：歡迎產學合作!!





報告結束 謝謝

