

# 家電產品電磁干擾對策元件 Y 電容之研究

林昆平/標準局台南分局技正

葉永宏/標準局新竹分局技正

陳文松、徐震瀛/標準局新竹分局技士

廖國勝/標準局五組三科技正

## 一、前言

許多應用家電產品串激式馬達或直流馬達殼上，常可看到 Y 電容一腳跨線路 L 相或 N 相，另一腳錫焊在馬達金屬殼，並成雙出現，例如果菜汁機、吹風機、刨冰機、按摩棒、電動手工工具類等，相信電磁干擾工程師並不陌生，因為串激式馬達或直流馬達換向片火花所引發的高頻雜訊電流，就是藉由雙 Y 電容來洩放，那麼 Y 電容是對傳導干擾有效？還是功率輻射有效？其抑制頻帶又落於何處？可能是電磁干擾相關人員有興趣的話題。是故本文由雜訊引發的電磁干擾頻帶談起，再以全波整流電路(半導體開關)加直流馬達(具火花)當作干擾源來產生雜訊，分別施予市售 Y 電容規格，觀察其抑制頻帶及效果，結果提供各界參考。

## 二、電磁干擾頻段定義

傳導電壓干擾主要由共模與差模雜訊電流形成，「差模雜訊電流」由產品內部衍生，經 L 相-電源-N 相回至產品內部；「共模雜訊電流」卻是同時向 LN 相線路流通，再經由電源之接地阻抗導地，流動過程兩者於 LN 相線路均會產生電壓降而造成電壓擾動，只是流動方向不同而已。依 CNS 13783-1 家電電磁干擾傳導干擾會影響頻段在 148 kHz~30 MHz，輻射干擾頻段則落在 30 MHz~300 MHz，兩型態的干擾量測所採用的儀器是不同的。圖 1 顯示電磁干擾各頻段的定義，例如 120 Hz~3000 Hz 為極低頻段，依 CNS 14394-2 管制，採用對策為主動型與被動式濾波器；而 CNS 13783-1 管制頻段則為中高頻段，對策為電感、電容及磁環等。圖 2 顯示干擾源製作與傳導干擾量測情形，圖 3 為功率輻射測試情形，圖 4 與圖 5 為掃圖量測結果，顯示干擾源產生的傳導與輻射干擾都非常嚴重，超出限制曲線值甚多。

120	3 kHz	10 kHz	150 kHz	10 MHz	1000 MHz
極低	低	中	高		

圖 1 電磁干擾頻段定義

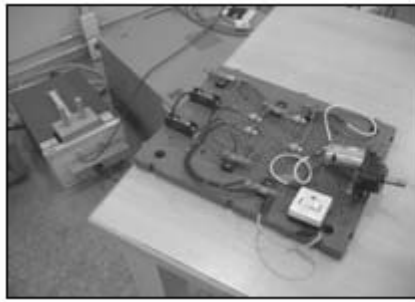


圖 2 干擾源及傳導電壓干擾量測

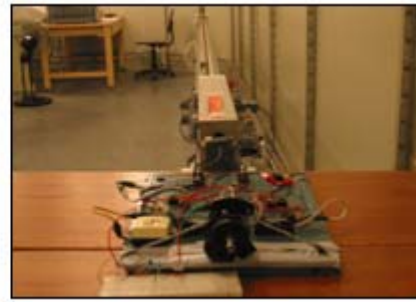


圖 3 功率輻射量測情形

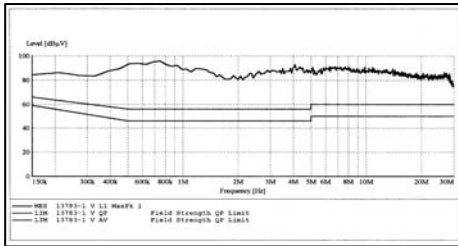


圖 4 傳導電壓干擾掃圖

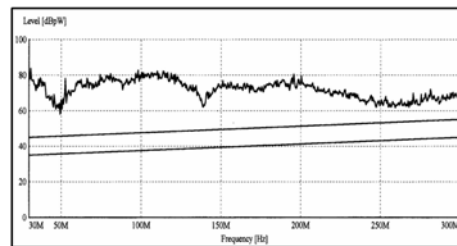


圖 5 功率輻射干擾掃圖

### 三、Y 電容對策元件研究

麵包板以適當引線自 LN 相 Y 電容安置處引出，兩顆 Y 電容各一腳連接至 L 相及 N 相，另一端共同接地至馬達金屬殼，電路連接方式及插件如圖 6~7，規格包括：33 PF、47 PF、100 PF、150 PF、220 PF、330 PF、470 PF、680 PF、1000 PF、1500 PF、2000 PF、2200 PF、3300 PF、4700 PF、10000 PF 等，投入後傳導與輻射干擾抑制對比如圖 8~9，限於篇幅僅秀(47 PF、470 PF、4700 PF)及(100 PF、1000 PF、10000 PF)，與改善前圖 4~5 對比，可發現：

(1)傳導性電磁干擾(150 kHz~30 MHz)：

- a. 電容值介於 100 PF 以下者，幾乎對傳導干擾無抑制效果。
- b. 電容值介於 100 PF~1000 PF 者，抑制頻段約發生在 10 MHz~15 MHz。
- c. Y 電容值介於 1000 PF~10000 PF 者，抑制頻段約發生在 3 MHz~10 MHz。
- d. 若以常安置於小家電內部的 3300 PF 及 4700 PF 兩規格而言，其抑制點約落在 5 MHz 附近，並左右延伸有 10 MHz 頻寬的抑制效果。

(2)輻射干擾(30 MHz~300 MHz)：

Y 電容對輻射幾乎沒有效果。

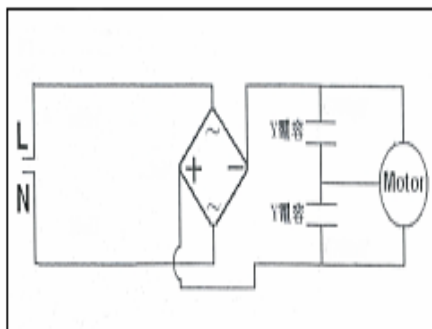


圖 6 干擾源及 Y 電容連接電路

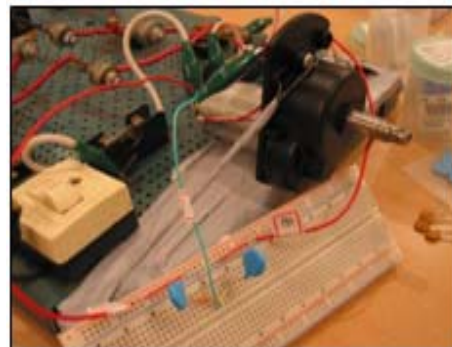
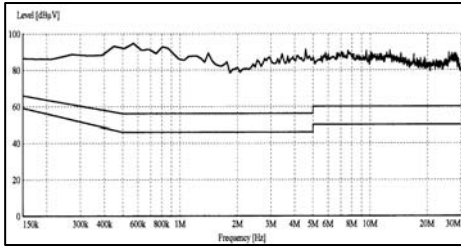
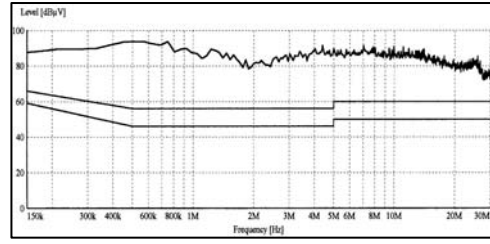


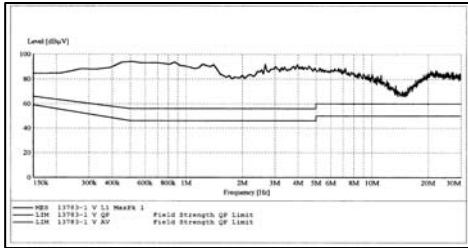
圖 7 對策 Y 電容插件方式



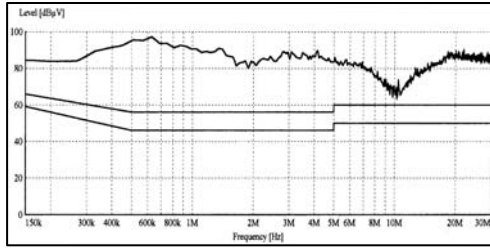
Y=47 PF



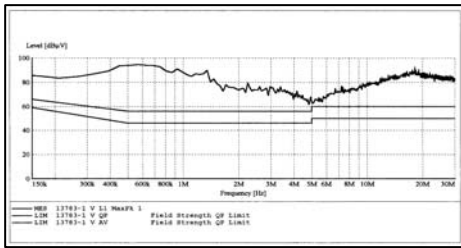
Y=100 PF



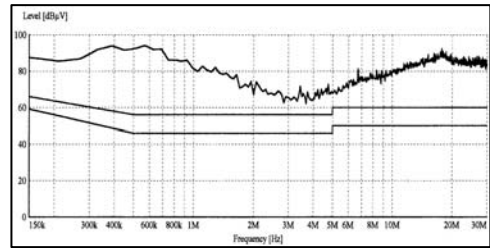
Y=470 PF



Y=1000 PF

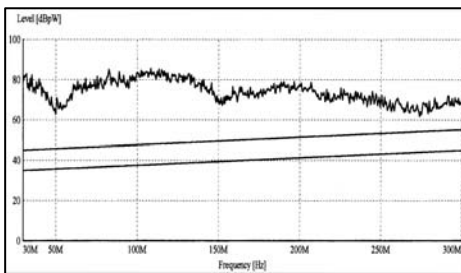


Y=4700 PF

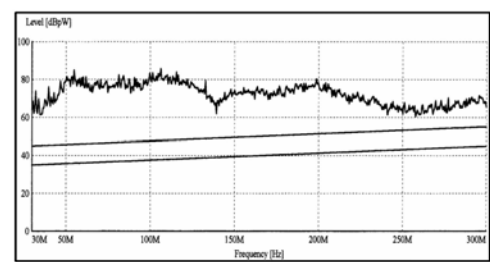


Y=10000 PF

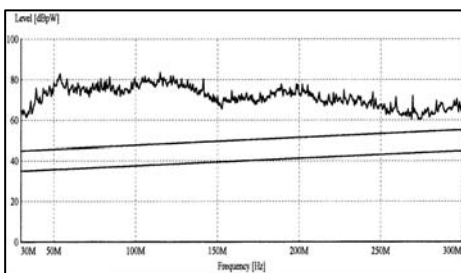
圖 8 (47 PF、470 PF、4700 PF)及(100 PF、1000 PF、10000 PF)傳導干擾抑制對比



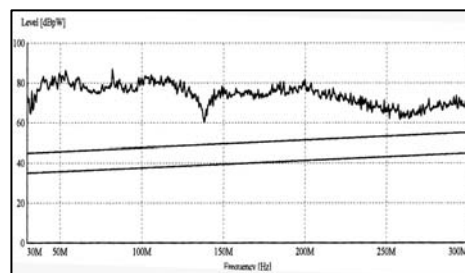
Y=47 PF



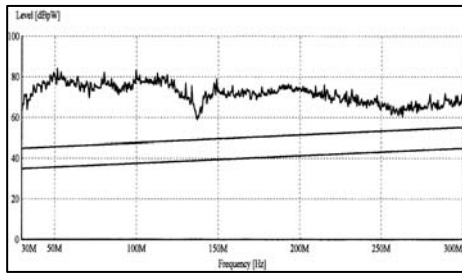
Y=100 PF



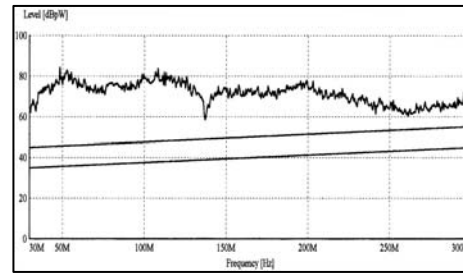
Y=470 PF



Y=1000 PF



Y=4700 PF



Y=10000 PF

圖 9 (47 PF、470 PF、4700 PF)及(100 PF、1000 PF、10000 PF)輻射干擾抑制對比

#### 四、結論

單憑 Y 電容是不可能將小家電的傳導干擾抑制下來的，從本研究發現其有效抑制頻段出現在 3 MHz~15 MHz，抑制頻段較窄，應用於電磁干擾對策較設限，除降幅僅約 20 dB，對功率輻射干擾也沒效果，其主要功能應還是在防止過多雜訊電流通過控制基板上的精密電子元件，如二極體、電晶體、閘流體、MOSFET 等，因為這類電子零件大部份無法承受過多雜訊干擾，Y 電容因其遇高頻呈現低阻抗特性，可有效將這些雜訊旁通導地，避免家電內部控制基板誤動作，但對家電產品整體電磁干擾防制，顯得較有限。