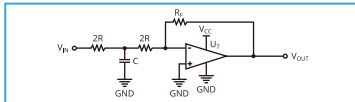


運算放大器電路中射頻、電磁干擾的解決方案

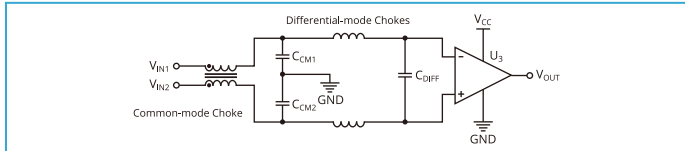
作者：黃榮田 主任應用工程師



傳統的運算放大器電路 EMI/RFI 解決方案，是使用靠近輸入端的低通濾波器 (LPF) 防止它們進入運算輸入級，如右圖。

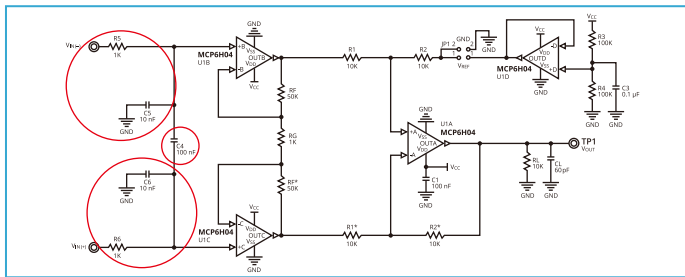


而精密儀表放大器 (INA) 或差動放大器由於對直流偏移誤差特別敏感，存在共模 (CM) EMI/RFI，對 EMI/RFI 的敏感度更高；低功耗運算放大器同樣也有類似的問題。而共模扼流圈提供了一個簡單的單一組件 EMI/RFI 保護，可取代被動 RC 濾波器。然而，選擇合適的共模扼流圈至關重要，如下圖。



又如圖帶有 RC 的傳統三運算放大器的 INA 在輸入端進行 EMI/RFI 過濾。如果 $R_5 - C_5$ 的時間常數和 $R_6 - C_6$ 匹配不佳，部分輸入 V_{in} 處的共模訊號將轉換為儀器上的差模訊號放大器輸入。因此， C_5 和 C_6 必須配對很好，要比 C_4 小很多。而且， R_5 和 R_6 也一定要配合好。

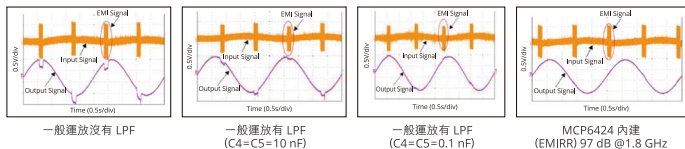
在這種類型的濾波器， C_4 必須遠大於 C_5 或 C_6 ($C_4 \gg C_5$ 和 $C_4 \gg C_6$) 以抑制雜散 CM 轉換產生的差分訊號，總濾波器頻寬必須至少是輸入訊號頻寬的 10 倍。



原則上，濾波器組件必須對稱安裝在具有大面積接地層的 PC 板上並靠近儀表放大器輸入端以獲得最佳性能。對稱放置組件的一種方法是 $R_5 - C_5$ 和 $R_6 - C_6$ 的放置圍繞 C_4 對稱。

下圖是 MCP6H04 評估板 (評估板編號：MCP6H04EV) 與其他三個電路進行測試與比較。個人手機被用作 EMI 的產生訊號源，輸入訊號為 10 mV 峰對峰值正弦波。手機距離評估板輸入端 10 厘米，產生的訊號大約是 850 MHz 的 GSM 訊號。

從下面的四個波形不難看出，內建 (EMIRR) 97 dB @ 1.8 GHz 的運放具有簡單、高效率的 EMI/RFI 抑制能力，完全不需要設計、調整。



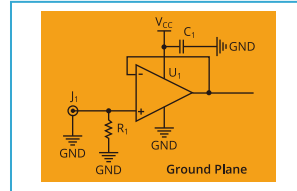
而針對 EMI/RFI 的 PCB 設計技巧提示如下：

一般 EMI 會透過設計時的無意環路產生天線傳播。電流大小、EMI 頻率和環路面積決定了天線的有效性，EMI 感應電流與環路面積成正比，越高的訊號頻率會與越大 PCB 上相鄰導體耦合。因此，相鄰導體可以充當天線，包含環路電流的 PCB 走線和接線，並將 EMI/RFI 耦合進或出電路。

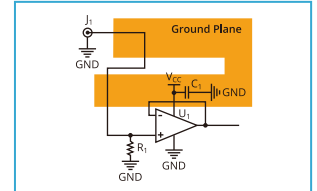
平衡/對稱線路和平衡/對稱 PCB 訊號走線可用於幫助防止共模傳導或將感應的 EMI 轉換為差分訊號。如果沿線的電路表現出 EMI 頻率下的共模抑制 (CMR)，共模 EMI 將被消除到一定程度。平衡線由兩條相同且分離的導體，彼此之間等距，並且具有一致的介電特性，使得它們的阻抗相同，且 EMI 的電壓/電流相同。

遵守以下準則，可有效消除或減少傳導引起的噪音：

1. 在低電位時對運算電源線進行去耦頻率和高频
2. 降低共模阻抗
3. 消除共享路徑
4. 使用低阻抗電容和局部低電感去耦合
5. 使用接地層和電源層
6. 優化系統設計



建議的 Ground Plane



不建議的 Ground Plane

在一些微訊號且高共模阻抗噪聲的應用中，干擾是很難被抑制的，系統架構可能需要改變。可能的變化包括：

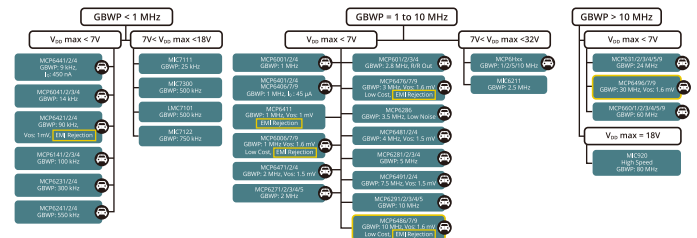
- 以差分形式傳輸訊號
- 將訊號放大至更高水準以改善訊號雜訊比 (SNR)
- 將訊號轉換為電流傳輸
- 將訊號直接轉換為數位形式

結論：

EMI 是當今的現實問題，它會影響大多數電子設備，包括醫療和航空電子設備裝置。現代設備 IC 常包含 EMI 濾波器，以確保設備在惡劣的 EMI 環境中正常運作。Microchip 的運算放大器有越來越多的品項內建有 EMIRR 的功能而且高達上百 dB。

本文說明了 EMIRR 運算放大器在抑制 EMI/RFI 干擾方面比其他沒有 EMIRR 運算放大器更簡便有效；也說明了其他沒有 EMIRR 的運算放大器如何使用外部濾波器抑制 EMI、注意事項與可期待的效能。Microchip 提供越來越多的內建 EMIRR 運放，不論是高中、低帶寬的運放，請參考下圖。

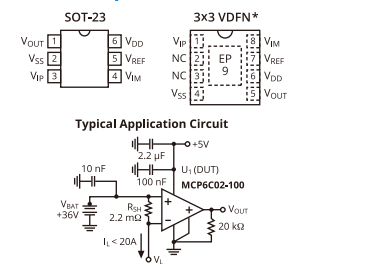
General Purpose Op Amps



MCP6C02

65V, 500kHz, Zero-Drift Current Sense Amplifier

- Features:
- Bidirectional or Unidirectional
- Input (Common-Mode) Voltages:
 - +3.0V to +50V, specified
 - +2.8V to +68V, operating
 - -0.3V to +70V, survival
- Power Supply:
 - 2.0V to 5.5V
 - Single or Dual (split) Supplies
- High DC Precision:
 - V_{OS} : $\pm 1.65 \mu V$ (typical)
 - CMRR: 154 dB (typical)
 - PSRR: 138 dB (typical)
 - Gain Error: $\pm 0.1\%$ (typical)
- Preset Gains: 20, 50 and 100 V/V
- Bandwidth: 500 kHz (typical)
- Supply Current: 490 μA (typical)
- Enhanced EMI Protection:
 - EMIRR: 118 dB at 2.4 GHz (typical)
- Temperature Range:
 - -40°C to +125°C (SOT-23 Package)
 - -40°C to +150°C (VDFN Package)



歡迎參閱下列 Microchip 網址，了解更多相關的產品資訊：

- <https://www.microchip.com/en-us/products/amplifiers-and-linear-ics/operational-amplifier-ics>
- <https://www.microchip.com/en-us/product/mcp6424>

聯繫信息 > Microchip 台灣分公司 電郵：rtc.taipei@microchip.com 技術支援專線：0800-717-718
聯絡電話：• 新竹 (03) 577-8366 • 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



Microchip 的名稱和徽標組合以及 Microchip 徽標均為 Microchip Technology Incorporated 在美國和其他國家或地區的註冊商標。在此提及的所有其他商標均為各持有公司所有。© 2024 Microchip Technology Inc. 及其子公司，保留其版權及所有權利。2/24