

山洋風扇具有 PWM 控制功能



厚利台中營業所

2022 年 11 月 5 日

撰寫人: 林佳民

山洋風扇具有 PWM 控制功能

PWM 風扇功能介紹

一、概述

PWM 控制功能是使用「脈衝寬度調變 (Pulse Width Modulation; PWM)」的控制功能，通過改變脈衝信號工作週期，來改變風扇的轉速，進而有效降低熱源。所謂工作週期 (Duty Cycle) 表示在一個週期內，工作時間(T1)與總時間(T)的比值，以百分比%標示。



以 San Ace 92 為例，風扇的導線有 ⊕ 紅線 ⊖ 黑線 Sensor 黃線 與 Control 棕線。透過外部改變 Control 棕線 與 ⊖ 黑線 之間輸入脈衝信號工作週期，就能改變風扇的轉速。

PWM 風扇搭配熱敏電阻與 PWM 控制電路可以根據設備的發熱狀態，在必要時調整最佳風量，因此可以有效進行冷卻，從而有效降低設備的功耗與噪音。

PWM 控制功能具有以下優點：

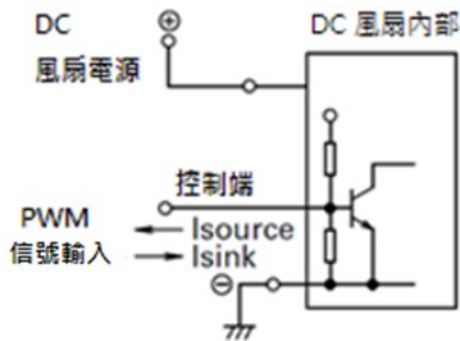
- (1) 可以達到精確的轉速控制。
- (2) 可以同時控制多台 PWM 風扇。
- (3) 可根據使用者需求去設計 PWM 輸入信號，例如：PWM 信號工作週期為 0%時風扇停止，或低速運轉。

二、風扇接線與輸入訊號控制

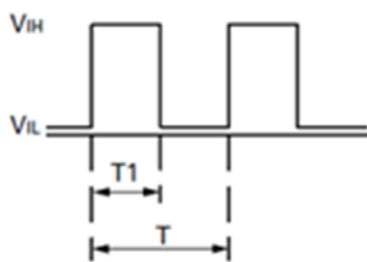
根據下面風扇接線範例，首先風扇需要輸入 DC 電源，PWM 信號輸入可使用開集極電路 (Open Collector) 或漏極開路 (Open Drain) 輸入，輸入信號電壓和頻率不可超出風扇的使用規範，否則風扇轉速與 PWM 工作週期的所對應關係會有所改變。因此，在進行風扇接線時，需要留意風扇的信號輸入 電壓 與 頻率。

以下圖的輸入訊號範例，高電平 V_{IH} 為 4.75~5.25V，低電平 V_{IL} 為 0~0.4V，PWM 頻率為 25kHz，此時風扇的轉速就可以根據 PWM 工作週期進行控制，其中工作週期是工作時間(T1)與總時間(T)的比值，一般以百分比標示。

■ 風扇接線範例



■ 輸入訊號範例



$$V_{IH} = 4.75 \sim 5.25V$$

$$V_{IL} = 0 \sim 0.4V$$

$$\text{PWM 工作週期}(\%) = \frac{T_1}{T} \times 100$$

$$\text{PWM 頻率 } 25(\text{kHz}) = \frac{1}{T}$$

電源 source (I_{source}) = 1 mA max. (當控制電壓為 0V 時)

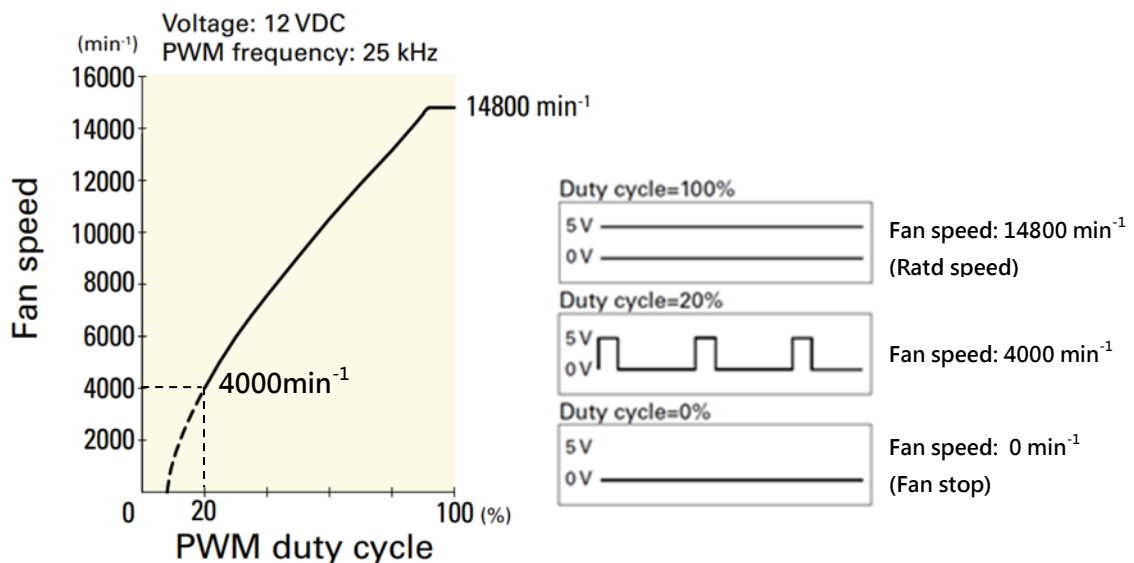
電源 sink (I_{sink}) = 1 mA max. (當控制電壓為 5.25V 時)

控制端電壓 = 5.25V max. (當控制端開路時)

三、PWM 工作週期與風扇轉速的關係

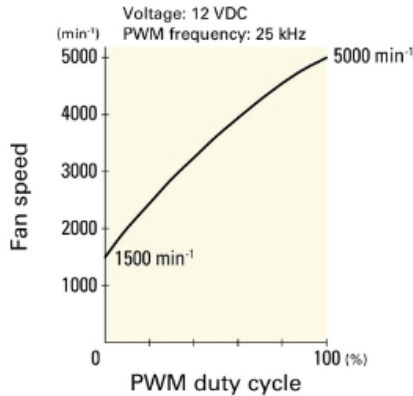
具有 PWM 控制功能的風扇，其轉速(Fan speed)可以隨著輸入 PWM 工作週期(Duty Cycle)的百分比而變化。因此使用者可以根據實際情況調整所需的風扇轉速。

以下是 PWM 工作週期為 0% 時，轉速 0 min^{-1} (風扇停止)；工作週期為 20%，轉速 4000 min^{-1} ；工作週期為 100%，轉速為 14800 min^{-1} 。因此可以描繪出風扇轉速與 PWM 工作週期的特性曲線，曲線虛線部分 (PWM 工作週期在 20% 以下的區域) 表示該區域的風扇轉速處於不穩定狀態。



PWM 的工作週期為 0%，風扇的轉速不一定是 0 min⁻¹ (風扇停止)。以 SanAce 92 的 9GA0912P4J03 為例，當 PWM 工作週期為 0%時，風扇轉速為 1500min⁻¹。

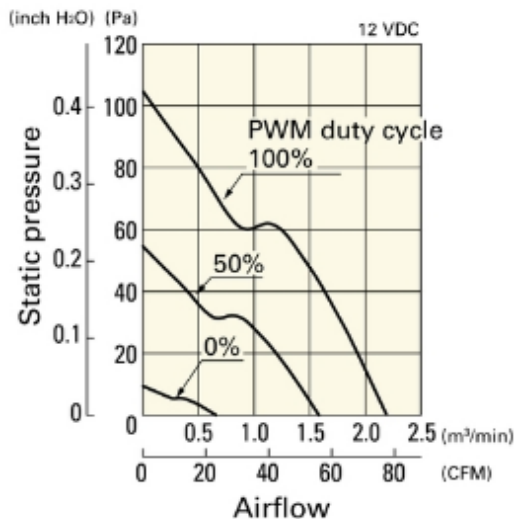
PWM duty - Speed characteristics example



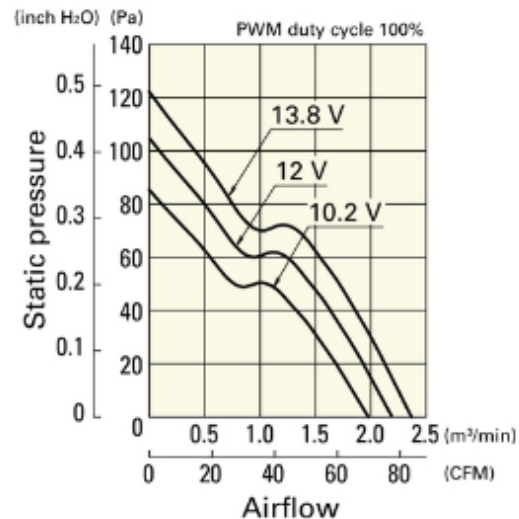
在設備散熱的過程，仍有靜壓(Static pressure)與出風量(Airflow)的考量，不同的工作電壓或 PWM 工作週期也會影響靜壓與出風量的大小。

以 SanAce 92 的 9GA0912P4J03 為例，額定電壓為 DC12V，工作電壓範圍為 10.2~13.8V，在不同的工作電壓範圍有不同的靜壓(Static pressure)與出風量(Airflow)；相對的，不同的 PWM 工作週期也會有不同的靜壓與出風量。

PWM duty cycle



Operating voltage range



四、設備安裝測試的過程中，在沒有 PWM 信號產生器的情況下，如何獲得 PWM 工作週期 100% 或 0% 的性能

PWM 工作週期 100% 下的性能：將控制線(棕線)保持開路且無連接。

PWM 工作週期 0% 下的性能：將控制線(棕線)直接連接到 ⊖ 黑線。

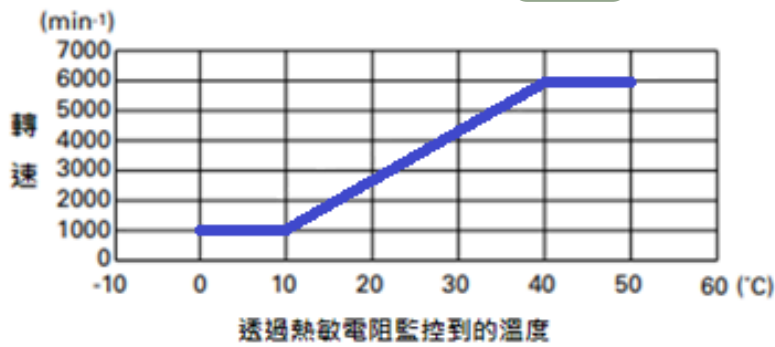
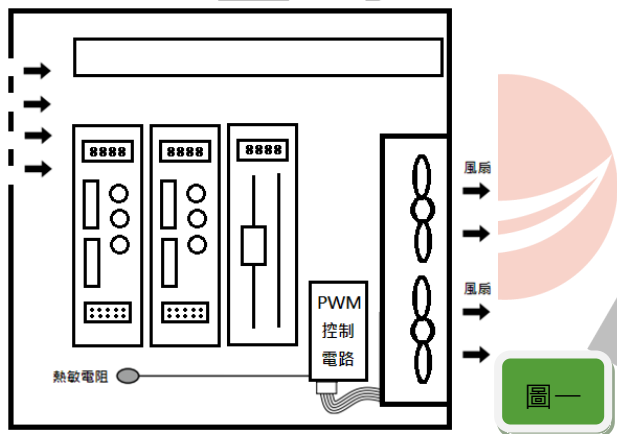
以 9GA0912P4J03 為例，在 PWM 工作週期為 100%時，額定轉速為 5000 min^{-1} ；在 PWM 工作週期為 0%時，額定轉速為 1500 min^{-1} 。

五、利用熱敏電阻、PWM 控制電路與 PWM 風扇製作溫控設備

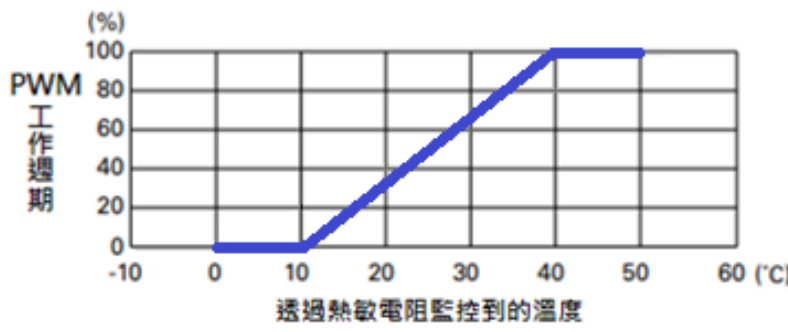
熱敏電阻(Thermistor)是當溫度發生改變時(含環境溫度)，熱敏電阻會改變電阻值作為回應。一般而言，熱敏電阻分為 NTC 與 PTC 兩種類型，由不同材料製成，以特定的方式回應溫度。NTC 是負溫度係數，這種熱敏電阻的電阻會隨著溫度上升而減小；相反的，PTC 是正溫度係數，這種熱敏電阻的電阻會隨著溫度上升而增大。

註: 山洋風扇建議使用 NTC 熱敏電阻規格

以下面的圖表為例，熱敏電阻(Thermistor)結合 PWM 控制電路來檢測環境溫度，根據溫度變化來控制具有 PWM 控制功能的風扇達到溫控的效果(圖一)。當熱敏電阻監控到設備的溫度在 40 度以上，風扇提升到 6000 min^{-1} 轉速加強散熱(圖二)；當溫度低於 10 度時，轉速維持 1000 min^{-1} 。而當溫度介於 10~40 度，可以根據溫度變化控制風扇的轉速(圖三)。



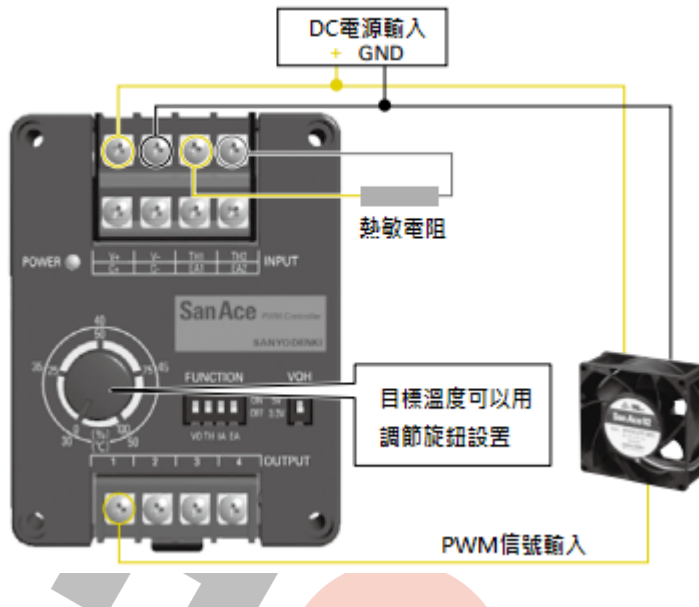
圖二



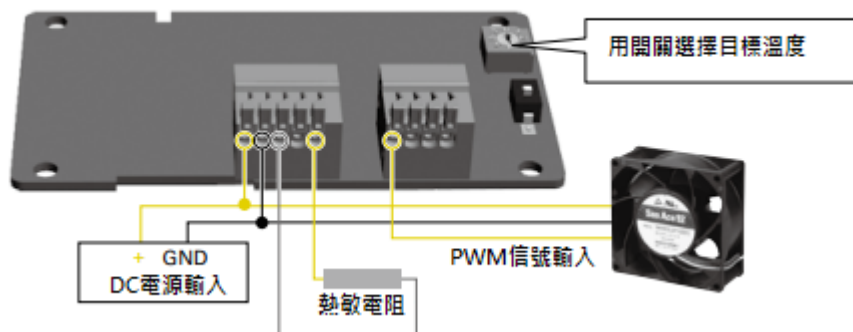
圖三

山洋電氣提供 9PC8666X-S001 與 9PC8045D-T001 的 PWM 控制電路，搭配 NTC 熱敏電阻與 PWM 風扇就可以簡單的製作出溫控設備。

● Box type



● PCB type (Model no.: 9PC8045D-T001)



控制條件

T_{ST} : 使用調節旋鈕設置溫度(30 到50°C)

T_{TH} : 使用NTC熱敏電阻檢測溫度

建議的熱敏電阻的規格

Type: NTC

R_{25} (Resistance at 25°C): 10 kΩ

B value: $B_{25/85} = 3435$ K

溫度條件	工作週期	風扇轉速
$T_{ST} < T_{TH}$	增加	增加
$T_{ST} > T_{TH}$	減少	減少
$T_{ST} \approx T_{TH}$	保持	保持