

BD66FM52xx 馬達感測應用

文件編號：AN0612TC

簡介

馬達感測工作中最重要的元件之一：Hall Sensor(霍爾傳感器)，利用霍爾效應(Hall effect)原理製成的傳感器。霍爾效應是指在導體上施加一磁場，導體裡的電子會受到勞倫茲力而產生霍爾電壓。Hall Sensor 有著許多優點，如使用成本低、壽命長、無觸點跳動(bounce)，在許多領域都可以看到它的應用。

Hall Sensor 為馬達感測的重要元件之一，它可以感知磁場的變化，意指它幫助 MCU 得知馬達運轉到哪個位置，MCU 再令馬達切換相序，進而使馬達穩定地運轉。

在「BD66FM52xx 馬達控制應用」中已經詳細說明我們是如何驅動及控制馬達，而在本應用筆記中，將更深入的探討 Hall Sensor 譯碼電路運作的工作原理及使用方式。

工作原理

應用於馬達的霍爾傳感器是透過轉子上的磁鐵所釋出的磁場大小來決定霍爾傳感器的輸出。馬達應用的霍爾傳感器其輸出只有 High 跟 Low，在轉子磁鐵靠近時(磁場大)輸出 High，轉子磁鐵遠離時(磁場小)輸出 Low，而光是一顆 Hall Sensor 無法得知轉子的確切位置，通常為三顆 Hall Sensor 的輸出變化，每當轉子轉動 60°電機角時，就會有一顆 Hall Sensor 的輸出發生變化，即得知轉子的準確位置。

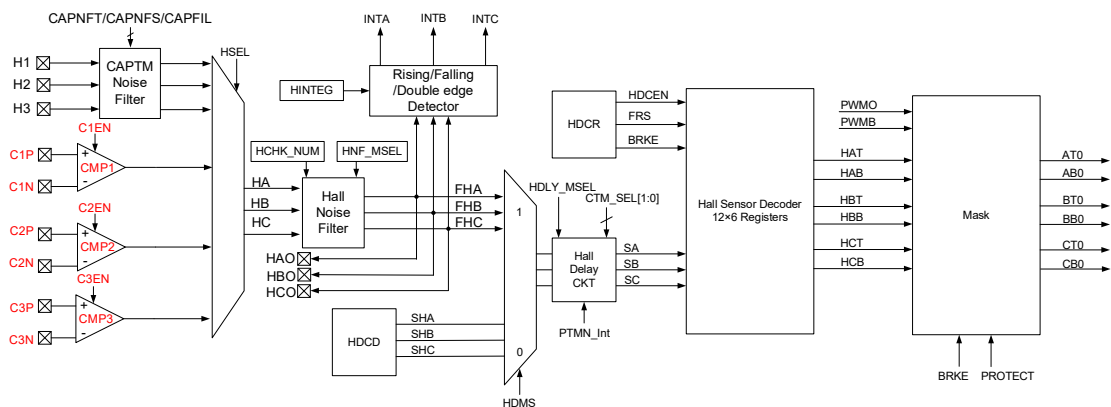


圖 1

以 BD66FM5250 為例，圖 1 為 Hall Sensor 捕抓與解碼電路。在馬達控制應用中，Hall Sensor 的功用就是為了得知馬達內部轉子的位置，來控制馬達的方向與轉速。在本篇應用筆記，我們將說明 CAPTM、Hall Sensor Noise Filter、Hall Delay、Hall Sensor Decoder 功能。

功能說明

CAPTM 功能

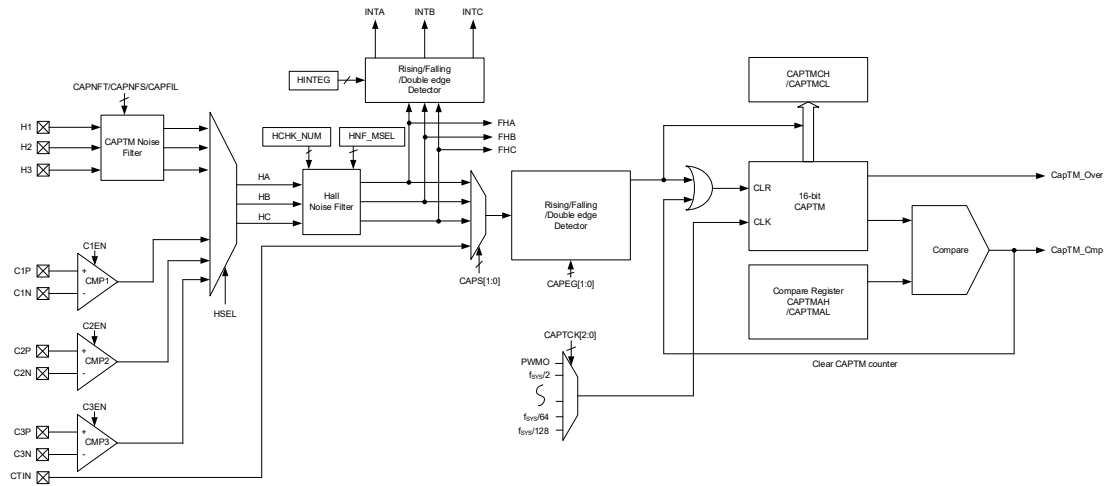


圖 2

上圖為 CAPTM 方塊圖，CAPTM(捕捉計時器)是一個專門用於馬達控制的定時單元。Hall Noise Filter 的說明，請參考 Hall Sensor Noise Filter 功能章節。CAPTM 是一個由 User 選擇的內部時鐘源驅動的 16-bit 向上計數器，時鐘源可來自系統時鐘分頻或 PWMO 週期訊號，可用於檢測和測量輸入訊號的脈衝寬度和週期。CAPTM 包含一個內部比較器用於將計數器的值與預先儲存在兩個暫存器中的值進行比較。CAPTM 有兩個基本工作模式，即捕捉模式和比較模式。

- 捕捉模式

當工作在捕捉模式時，暫存器 CAPTMCL 和 CAPTMCH，用於儲存捕捉到的資料。當捕捉輸入致能，捕捉輸入源上發生有效的觸發訊號時，儲存於暫存器 CAPTMDL 和 CAPTMDH 內的 16-bit 向上計數值將被捕捉到捕捉暫存器 CAPTMCL 和 CAPTMCH 內，若計數溢出，CAPOF 旗標將被置高。如果設定 CAPCLR 位為高，捕捉溢出事件發生後將自動重置 CAPTM 計數器。

- 比較模式

當工作在比較模式時，暫存器 CAPTMAL 和 CAPTMAH 用來儲存 16-bit 比較值。當 CAPTM 計數器向上計數達到 CAPTMAL 和 CAPTMAH 中的值時，比較匹配發生。這個動作將引起 CAPCF 旗標置高。如果設定 CAMCLR 位為高，比較匹配事件發生時將自動重置 CAPTM 計數器。

CAPTM 的兩種模式，在馬達應用中都會使用到。捕捉模式是為了捕捉 Hall Sensor 的輸出變化(上升、下降或是雙緣變化)，且捕捉到的計數值，可以推算出當前的馬達轉速。比較模式是為了堵轉情形發生後，能夠讓 MCU 立即作出保護動作，以保護馬達不會被燒毀。

CAPTM 包含一個 CAPTM Noise Filter(捕捉計時器雜訊濾波器)，用來濾除 H1、H2 與 H3 輸入腳上不必要的干擾或脈衝。CAPTM Noise Filter 電路可對引腳上輸入的訊號進行連續 2 次或 4 次採樣，從而過濾出真正有效訊號。採樣時鐘源可選擇為 fSYS 或 fSYS/4。輸入/輸出濾波示意圖如下所示。

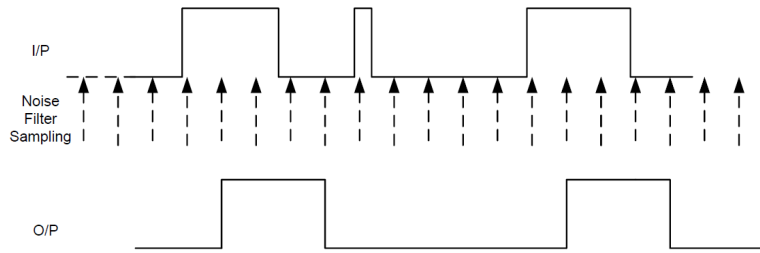


圖 3

Hall Sensor Noise Filter 功能

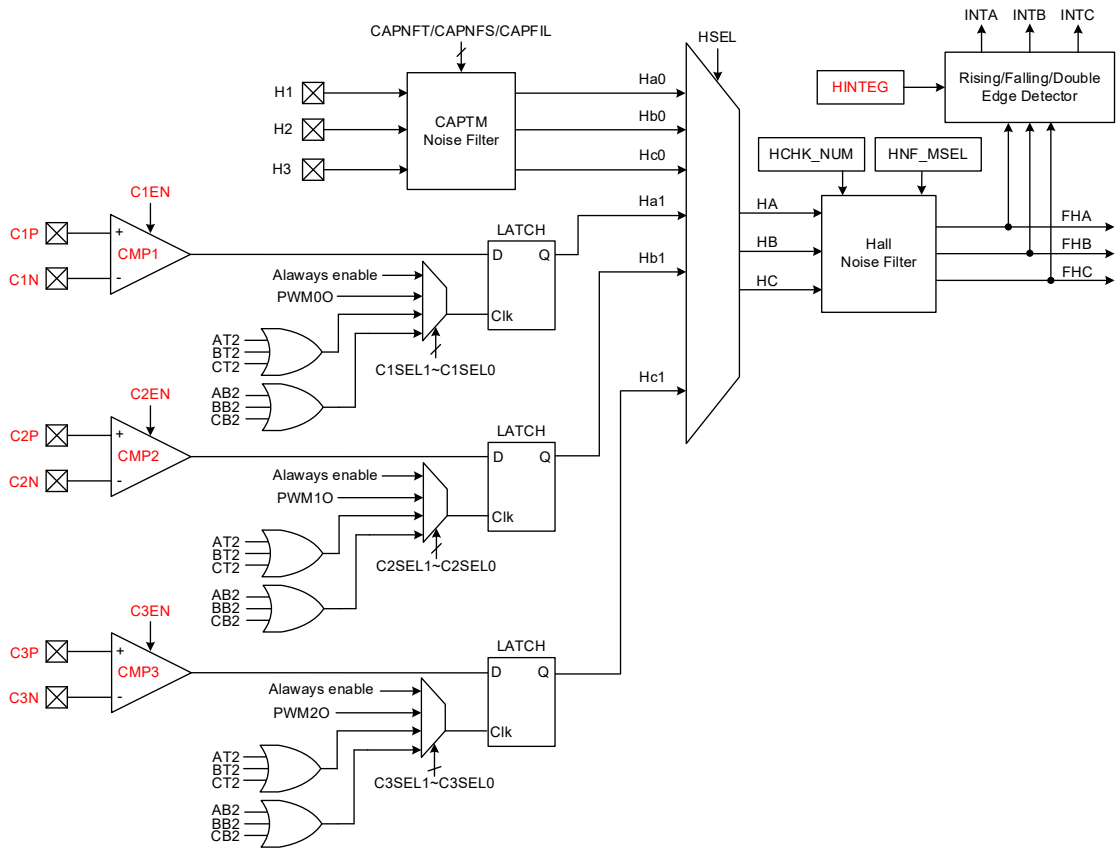


圖 4

上圖為 Hall Sensor Noise Filter 功能方塊圖，BD66FM52xx 系列內建 Hall Sensor Noise Filter 以濾除馬達驅動器因轉換電流過大產生的雜訊。該雜訊干擾可能影響 Hall Sensor 輸入 (HA/HB/HC)，造成 Hall Sensor Decoder 輸出有誤動作。Hall Sensor Noise Filter 由暫存器 HNF_MSEL 控制致能/禁能與採樣頻率選擇、暫存器 HCHK_NUM 選擇檢測次數。

檢測次數 × 採樣間隔 = 抗噪能力 = Hall Delay Time。

Note：Hall Delay Time，其時間越長，轉子速度反饋失真就會越嚴重。

Hall Delay 功能

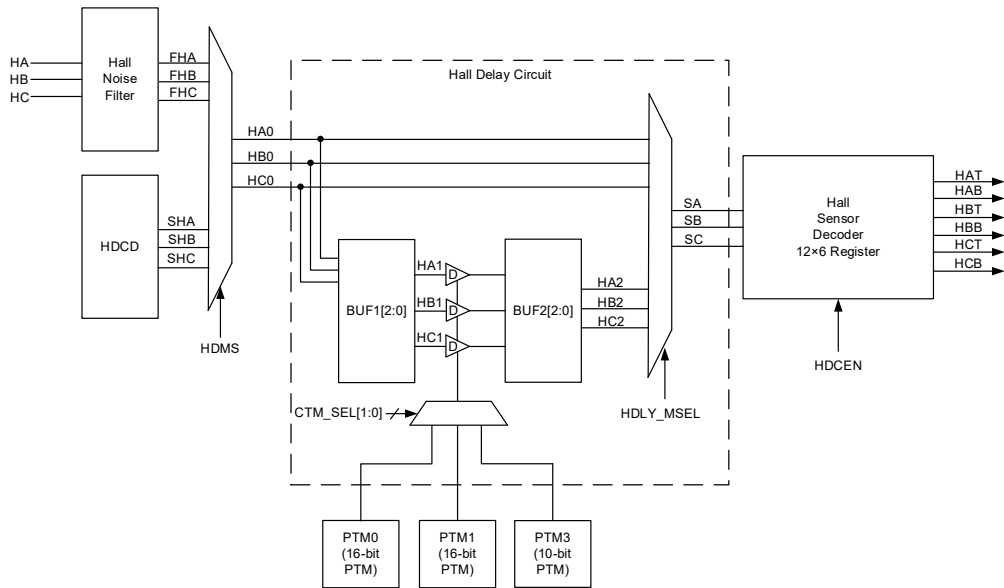


圖 5

圖 5 為 Hall Delay 功能方塊圖，當馬達轉動時出現噪音或是很卡的情況時，有可能是相位差了一步，或是想讓馬達的起轉效率提高，此時我們可以藉由 Hall Delay 功能來調整相位超前還是相位落後。

Hall Sensor 電路內建 Hall Delay 電路以支援 Hall 相位超前/相位落後功能。下列步驟顯示了該功能如何運作，這些步驟必須在開啟 Hall Decoder 使能前先執行。

步驟 1：設定霍爾解碼真值表(該表請參閱 Hall Sensor Decoder 章節說明)，以決定相位超前或相位落後。

步驟 2：通過 CTM_SEL1~CTM_SEL0 位元選擇哪一個 PTM 來作 Delay 時間，並將其設定成比較匹配輸出模式，以決定 Delay 時間。

步驟 3：通過 HDLY_MSEL 位元選擇 Hall Delay CKT 工作模式。

步驟 4：通過 HDCEN 位元開啟 Hall Decoder。

下圖為 Delay Time 時序示意圖。Hall Delay 功能可由暫存器 HDCR 的 CTM_SEL1~CTM_SEL0 來選擇 PTM 作為 Delay 功能、HDLY_MSEL 位元選擇致能/禁能。

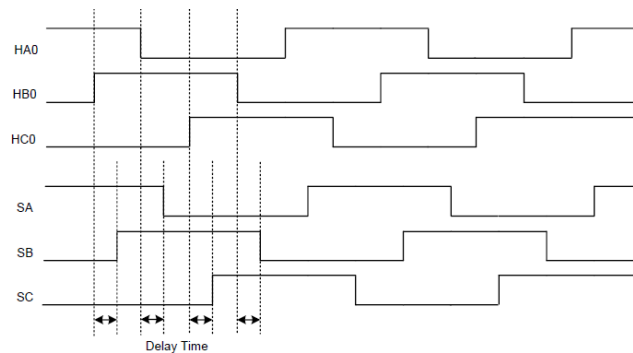


圖 6

Hall Sensor Decoder 功能

在「BD66FM52xx 馬達控制應用」應用筆記中提到 Mask 模式有兩種：分別是軟體 Mask 模式與硬體 Mask 模式，且已示範軟體 Mask 模式是如何操作的，所以在本應用筆記中，我們將說明硬體 Mask 模式與 Hall Decoder 功能結合。

不像軟體 Mask 模式是要我們自己每步都要判斷轉子是否到位，並指定下一步的相序；硬體 Mask 模式則是由 MCU 內部提供換相指令給外部驅動電路，我們只需要設定馬達的六步換相，MCU 就會自動換相並驅動馬達。

而 Hall Sensor Decoder 則是為了要解碼出 Hall Sensor 反饋給 MCU 的訊號所設計的電路，搭配下表：解碼真值表，即可完成硬體 Mask 模式馬達驅動訊號。

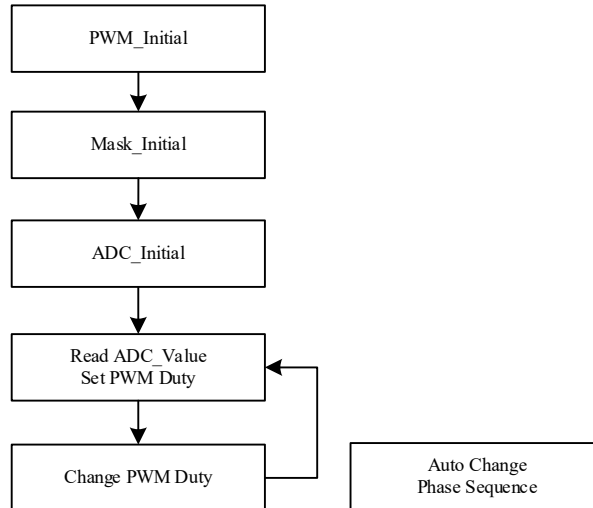
	Hall Sensor (120 度)			Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	SA	SB	SC	HAT	HAB	HBT	HBB	HCT	HCB
向前轉 (FRS=0)	1	0	0	HDCT0[5:0]					
	1	1	0	HDCT1[5:0]					
	0	1	0	HDCT2[5:0]					
	0	1	1	HDCT3[5:0]					
	0	0	1	HDCT4[5:0]					
	1	0	1	HDCT5[5:0]					
	Hall Sensor (120 度)			Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	SA	SB	SC	HAT	HAB	HBT	HBB	HCT	HCB
向後轉 (FRS=1)	1	0	0	HDCT6[5:0]					
	1	1	0	HDCT7[5:0]					
	0	1	0	HDCT8[5:0]					
	0	1	1	HDCT9[5:0]					
	0	0	1	HDCT10[5:0]					
	1	0	1	HDCT11[5:0]					

我們將馬達相序填入 HDCTn 中，即可驅動馬達。Hall Sensor Decoder 相關暫存器有：暫存器 HDCR 為 Hall Sensor Decoder 控制暫存器，可選擇解碼電路致能/禁能、馬達向前轉/向後轉控制、馬達剎車控制；暫存器 HDCD 為 Hall Sensor Decoder 輸入資料暫存器；暫存器 HDCT0~HDCT11 為 Hall Sensor 解碼表；暫存器 HINTEG 為 Hall Sensor 輸入源選擇和中斷邊沿控制暫存器。

Note：關於馬達相序如何查找以及驅動馬達的細節，請參閱「BD66FM52xx 馬達控制應用」。

軟體說明

S/W Flowchart



上圖為無刷直流馬達控制流程圖，流程一開始首先會經過初始化設定後，就會進入主迴圈，主迴圈會一直來讀取 ADC 的值(該 ADC 採樣的對象為外部控制馬達轉速的元件)，每當讀取完 ADC 值後就會轉換為對應的 PWM(此 PWM 訊號為驅動馬達的 PWM)的 Duty(Duty 百分比大小與馬達的轉速為正相關)。更新完 PWM 後，會再次進入主迴圈循環。

結論

本文通過總結歸納了 Hall Sensor 對於無刷直流馬達的一些使用注意事項和使用技巧，幫助使用者運用 BD66FM52xx 系列的馬達感測功能。

參考資料

參考文件 BD66FM5250 Datasheet。

如需進一步了解，敬請瀏覽 Holtek 官方網站 www.holtek.com.tw。

版本及修訂說明

日期	作者	發行	修訂說明
2022/2/24	黃冠鈞	V1.00	第一版

免責聲明

本網頁所載的所有資料、商標、圖片、連結及其他資料等（以下簡稱「資料」），只供參考之用，盛群半導體股份有限公司及其關聯企業（以下簡稱「本公司」）將會隨時更改資料，並由本公司決定而不作另行通知。雖然本公司已盡力確保本網頁的資料準確性，但本公司並不保證該等資料均為準確無誤。本公司不會對任何錯誤或遺漏承擔責任。

本公司不會對任何人士使用本網頁而引致任何損害（包括但不限於電腦病毒、系統故障、資料損失）承擔任何賠償。本網頁可能會連結至其他機構所提供的網頁，但這些網頁並不是由本公司所控制。本公司不對這些網頁所顯示的內容作出任何保證或承擔任何責任。

責任限制

在任何情況下，本公司並不須就任何人由於直接或間接進入或使用本網站，並就此內容上或任何產品、資訊或服務，而招致的任何損失或損害負任何責任。

管轄法律

本免責聲明受中華民國法律約束，並接受中華民國法院的管轄。

免責聲明更新

本公司保留隨時更新本免責聲明的權利，任何更改於本網站發佈時，立即生效。