



说明

PT2522 是一个三相·无霍尔传感器(sensor-less)无刷直流马达控制驱动芯片。三相控制是基于侦测马达反电动势(BEMF)过零交越的方波/梯形波控制方式, 具有稳定控制效果·不易受到马达差异所影响。该芯片的软切换技术可达到梯形波或类弦波电流波形·进一步降低相电磁噪声。芯片内置的+5V LDO 提供逻辑电路和模拟电路的操作使用。同时集成了三个 90V 半桥栅极驱动器·特别适合于三相电机应用中高速功率 MOSFET 和 IGBT 的栅极驱动。PT2522 提供以刻录方式来改变内部参数设置以优化不同的马达和应用。PT2522 的封装为 LQFP32。

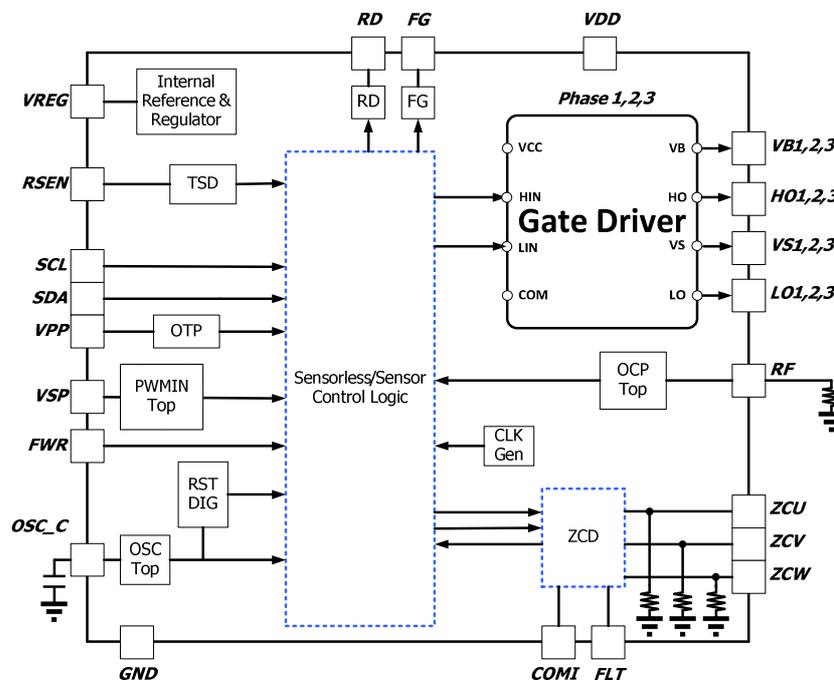
产品特征

- 无传感器三相无刷直流马达控制驱动芯片
- 集成了三个 90V 半桥栅极驱动器
- 驱动器汲出/汲入电流: 1200mA/2000mA
- 内建+5V LDO, 可使用 5V ~ 24V 电源
- OTP 刻录马达控制参数
- 透过 I2C 来设定 OTP 参数
- 电流限制与过压保护功能
- 温度保护功能(使用外部 NTC 电阻)
- 堵转保护功能
- PWM 或 DC 输入速度控制
- FG 转速输出

应用

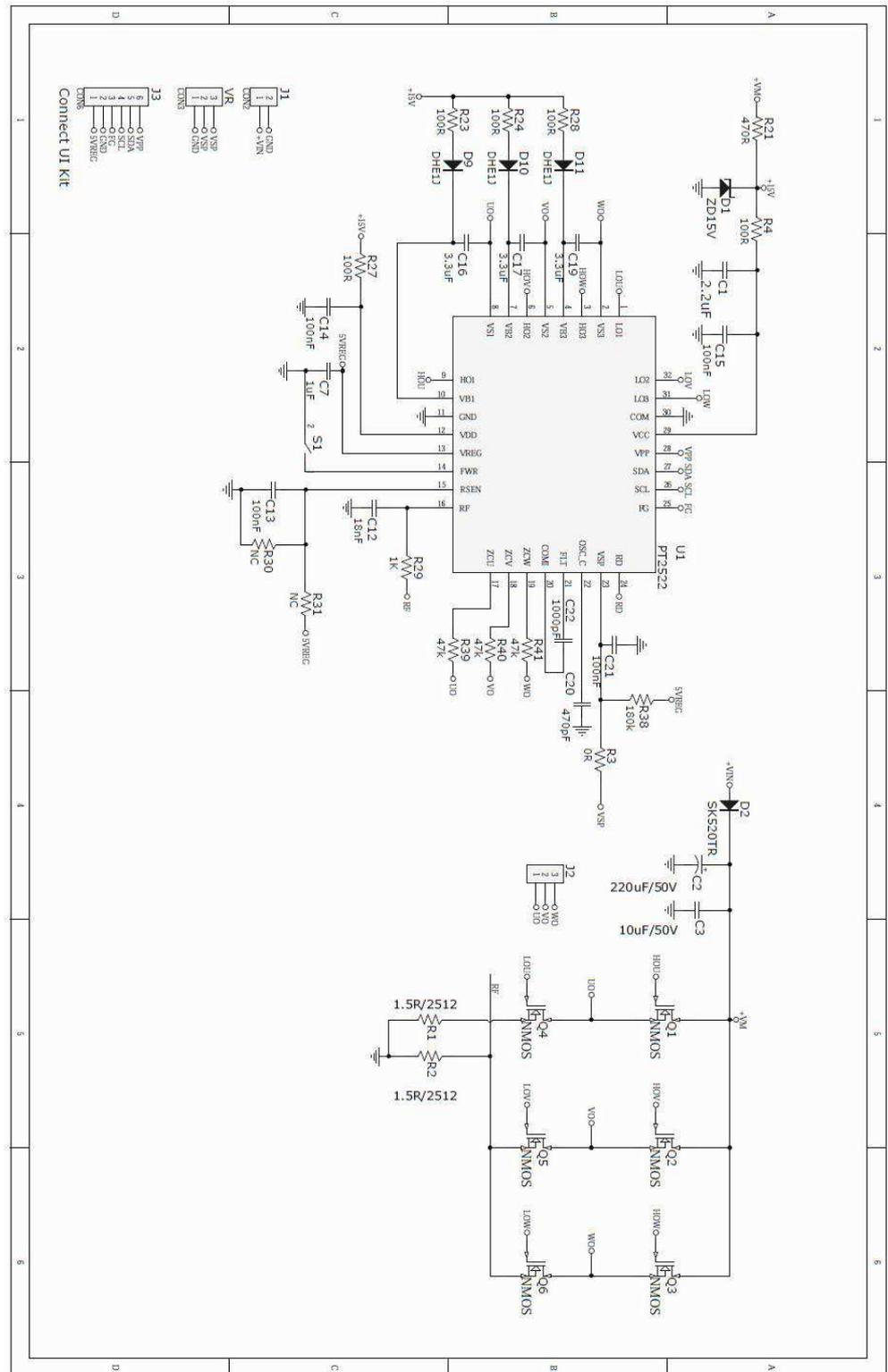
- 三相直流无刷马达
- 高转速风机类应用
- 水泵类应用

功能方框图

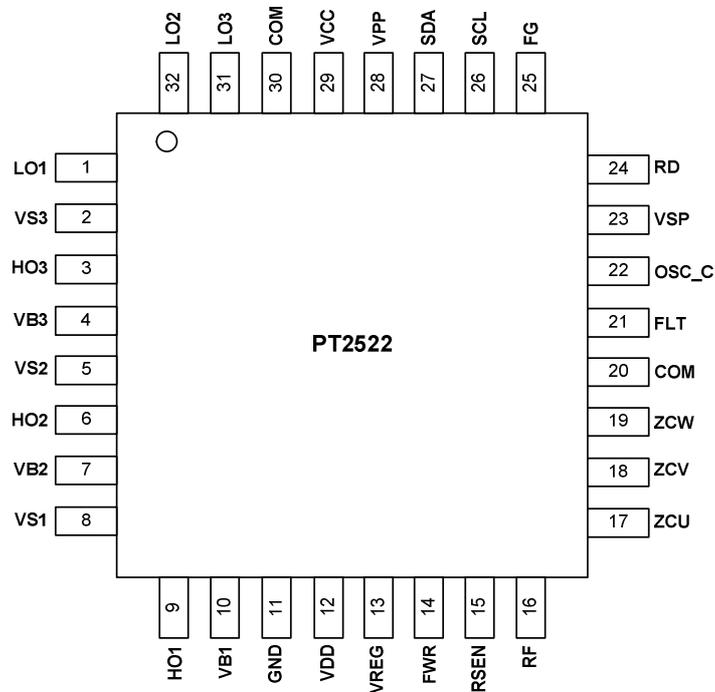




应用电路



引脚配置



引脚说明

引脚名称	I/O/P	描述	Pin 号
LO1	I/O	相 1 低边栅极驱动器输出端	1
VS3	P	相 3 高边驱动器浮动电源摆动电压	2
HO3	I/O	相 3 高边驱动器输出端	3
VB3	P	相 3 高边驱动器浮动电源	4
VS2	P	相 2 高边驱动器浮动电源摆动电压	5
HO2	I/O	相 2 高边驱动器输出端	6
VB2	P	相 2 高边驱动器浮动电源	7
VS1	P	相 1 高边驱动器浮动电源摆动电压	8
HO1	I/O	相 1 高边驱动器输出端	9
VB1	P	相 1 高边驱动器浮动电源	10
GND	P	信号接地	11
VDD	P	电压输入	12



VREG	P	+5V 电压输出	13
FWR	I	正反转切换	14
RSEN	I	可接外部 NTC 电阻作为过温保护	15
RF	I	限流电压感测	16
ZCU	I	U 相反电动势过零交越输入	17
ZCV	I	V 相反电动势过零交越输入	18
ZCW	I	W 相反电动势过零交越输入	19
COMI	I	马达三相虚拟中性点	20
FLT	I	六步换相讯号滤波器输入	21
OSC_C	IO	连接外部电容, 作为 PWM 比较用三角波	22
VSP	I	DC 或 PWM 输入速度控制	23
RD	O	堵转保护指示输出 (5V CMOS 逻辑)	24
FG	O	转速指示输出 (5V CMOS 逻辑)	25
SCL	I	I2C 控制接口 – 串行频率(Clock)输入	26
SDA	I/O	I2C 控制接口 – 串行数据(Data)输入/输出	27
VPP	P	OTP 刻录电源输入 (7.5V)	28
VCC	P	内部逻辑电路和低边栅极驱动器电源输入端	29
COM	P	内部逻辑电路和低边栅极驱动器电源地端	30
LO3	I/O	相 3 低边栅极驱动器输出端	31
LO2	I/O	相 2 低边栅极驱动器输出端	32

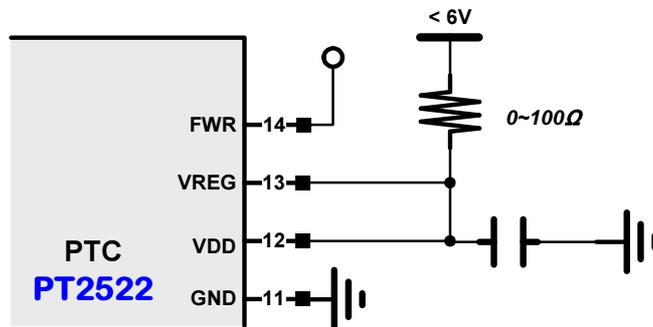
功能说明

电源

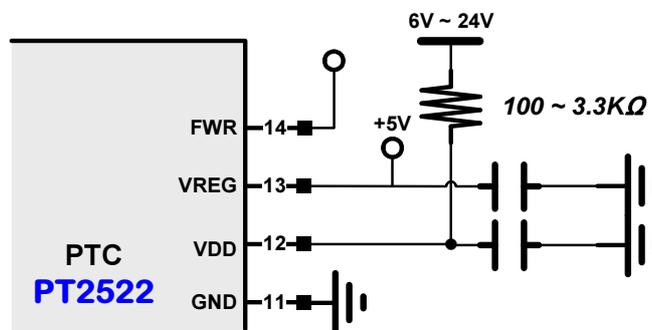
由于 PT2522 电流消耗非常低 (<5 毫安培) 并内置一个 24V 至 5V 线性稳压器(LDO)来提供逻辑电路和模拟电路的操作，所以在 6V 至 24V 马达的应用，无需添加外部 5V 稳压器。

为了避免电源干扰或不稳定，PT2522 内部会检测 LDO 电压。当 LDO 电压超过 3.5V 时，会在 10ms 内告知逻辑电路开使运作。在马达系统，芯片很容易被感应噪声的影响，旁路电容器建议放置离 IC 电源引脚越近越好。

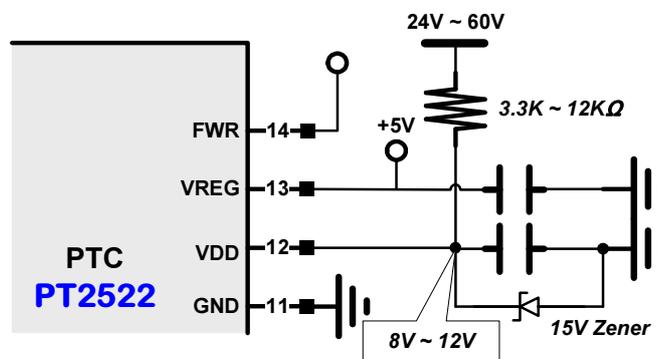
当电源是小于 6V 或是系统有提供 5V 电源时，请将 VDD 与 VREG 并联，如下所示：



当电源是 6V ~ 24V 或是 VM >60V 的高压系统中，会有 15V 的电源时，PT2522 电源接法如下：



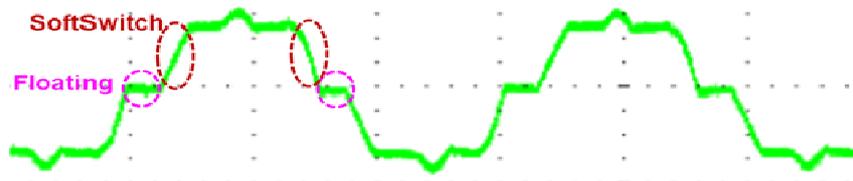
当电源在 24V ~ 60V 时，可利用电阻将电源电压降至 8V~12V，以 15V Zener 二极管作为保护，电源接法如下：



无传感器控制

PT2522 控制方案是基于无传感器的梯形波控制。主要好处是，无需霍尔传感器，进而降低模块成本以及温度变化的问题。无传感器控制的回馈实现主要是通过测量马达正在旋转时，马达线圈的感应出的 BEMF。当马达被控制时，UVW 线圈端点电压（相电压）混合了控制信号和 BEMF，使得难以从相电压分开反电动势。利用马达换向时，空转 (Floating) 马达一段时间（一个特定的角度），是一种可以获得反电动势信号的方法。在一般情况下，纯方波控制时 Floating 电器角度为 60° ，一般称为 120° 换相控制。梯形波控制时 Floating 电器角度为 30° 到 60° 。一般在使用 Floating 电器角度 30° 时也有称为 150° 的换向控制。

PT2522 通过使用分压电阻来降低相电压低于 5V (内部已有 10K 落地电阻)，允许模拟电路来处理信号，并产生过零 (ZC) 信号，来感测 UVW 换相。因为马达，工作电压，速度和其他因素造成系统噪声太大或马达的 BEMF 信号太弱都会影响 ZC 信号准确性，并且这可能导致控制故障，可透过调整模拟滤波器(外部电容)或数字滤波器(内部参数)来改善。PT2522 的采用软开关方式可以帮助降低可听见的马达电流噪声。



PT2522 换相电流波形范例

电流限制

PT2522 通过感测用电阻，得到一个与相对相电流相关的电压（在 RF 引脚）达成一个电流限制功能。检测到的 RF 电压超过 0.3V 时，可选择降低 PWM duty 或关闭 PWM 工作模式。RF 电阻需使用高功率的精密电阻，避免因过热烧毁。当 RF 电阻烧毁时会造成开路，可能导致控制器、Gate Driver 及 MOSFET 等组件大范围的毁损。

COM1 和 FLT 引脚之间的电容值选择

PT2522 是透过比较马达旋转产生的反电动势和 3 相虚拟中点电压产生 ZC 讯号，来检测马达位置。然而，从电机启动时或旋转引起的噪声可能会干扰过零讯号的准确性，这可能导致在启动时失败或降低马达效率。在 COM 和 FLT 引脚之间的电容器有助于减轻噪声干扰的影响。推荐范围电容值是 0.1nF 至 10nF，因为滤波电容也会影响到判断换相延迟，所以通常转速越高的马达电容值越小，才不会因过多的延迟对效率造成影响。另外，也可以使用参数来设定数字滤波器。无论是数字或模拟滤波器都会造成延迟，PT2522 可透过参数来补偿各种延迟，让马达可以维持高效运转。

过温保护

PT2522 使用外部负温度系数电阻 (NTC) 作为过温保护检测器的来源。在 RSEN 引脚中，普通电阻将连接到 5V，NTC 电阻将连接到地。NTC 电阻应放置在受保护的目標 (如 MOSFET) 附近。如果温度升高，NTC 电阻值会降低，RESE 引脚的电压电平也会降低。当 RSEN 电压低于 0.6V 时，PT2522 进入过温保护 (OTP) 模式，拉高 RD 引脚到高电平，系统进入关断模式。保护源冷却后，RSEN 引脚的电压高于 1.2V，马达系统将再次启动。

在 PT2522 的关断模式下，UH / UL / VH / VL / WH / WL 输出逻辑电平为低电平。

低边电源 VCC 和欠压锁定 (UVLO)

VCC 为低边电路电源供应端，能为输入逻辑电路和低边输出功率级工作提供所需的驱动能量。内置的欠压锁定电路能保证芯片工作在足够高的电源电压范围，进而防止由于低驱动电压所产生的热耗散对 MOSFET/IGBT 造成损害。如图 1 所示，当 VCC 上升并超过阈值电压 $V_{CCUV+} = 4.2V$ 后，低边控制电路解锁并开始工作，LO 开始输出；反之，VCC 下降并低于阈值电压 $V_{CCUV-} = 3.8V$ 后，低边电路锁定，芯片停止工作，LO 停止输出。VCC 工作电压范围建议为 10V-18V。

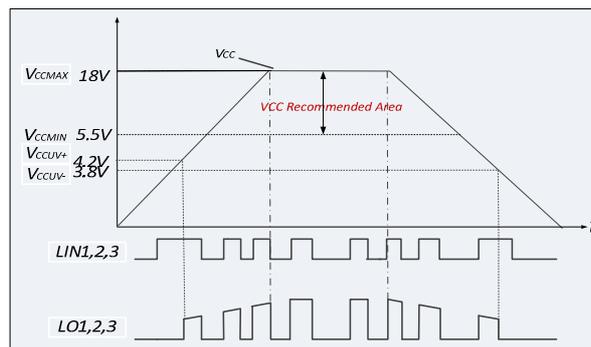


FIG. 1 VCC supply UVLO operating area

高边电源 VBS (VB1-VS1, VB2-VS2, VB3-VS3) 和欠压锁定 (UVLO)

VBS 电源为高边电路供电电源，其中 VBS1(VB1-VS1), VBS2(VB2-VS2)和 VBS3(VB3-VS3) 分别对应相 1、相 2 和相 3 高边驱动电源。由浮动电源 VBS 供电的整体高边电路以地 COM 为参考点，并跟随外部功率管 MOSFET/IGBT 的源/发射极电压，在地线和母线电压之间摆动。由于高边电路具有低静态电流消耗，因此整个高边电路可以由与 VCC 连接的自举电路技术供电，并且只需一个较小的电容就能维持驱动功率管所需电压。如图 2 所示，高边电源 VBS 的欠压锁定类似于低边 VCC 电源，VBS 工作电压范围建议在 10V-18V。

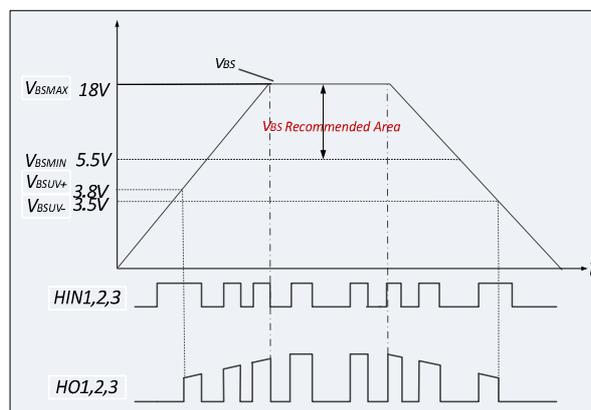
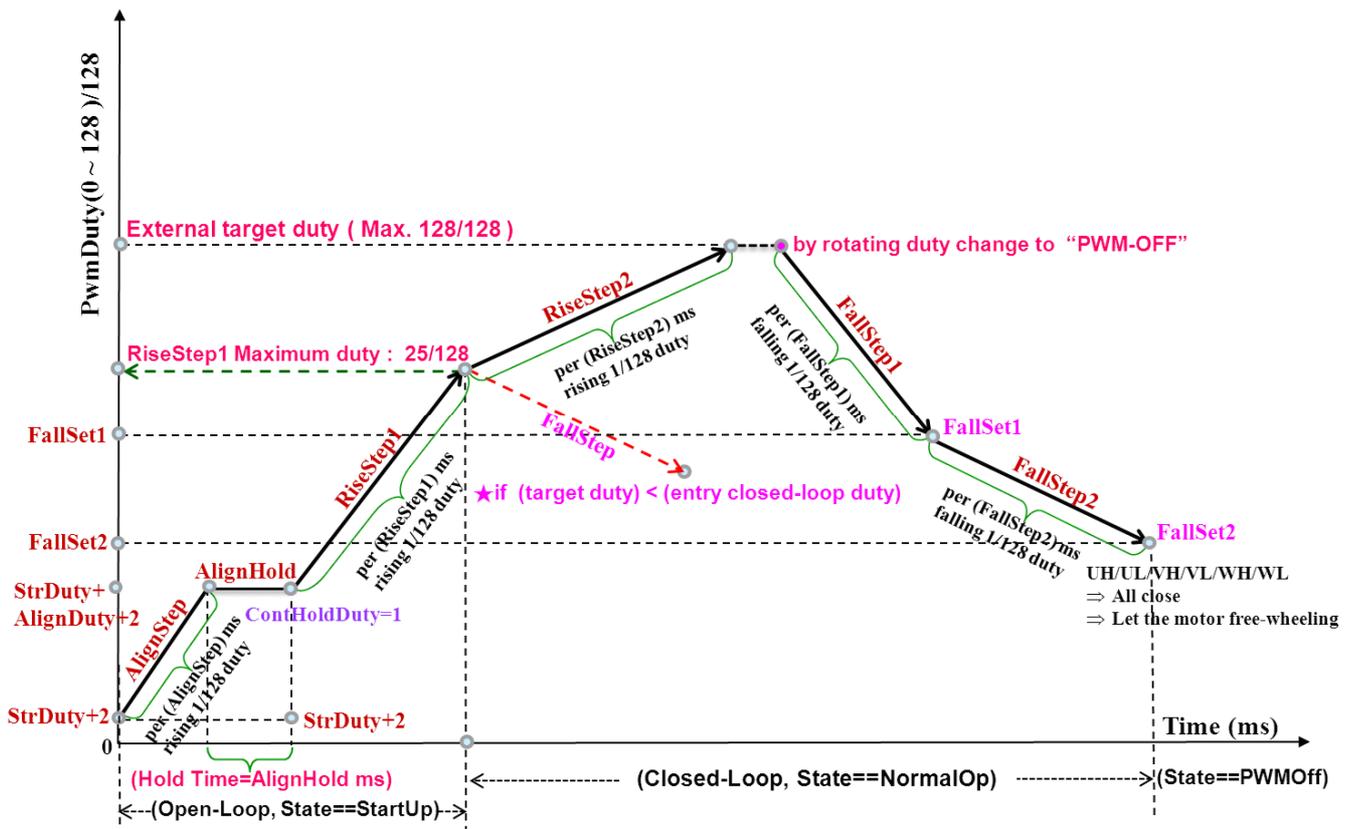


FIG. 2 VBS supply UVLO operating area

参数设定

PT2522 除过电流、过热保护及过零讯号滤波器需由外部引脚的电阻、电容来设定外，其余参数需透过 I2C 来实时调整并刻录于内部 OTP 内存，如启动过程、加减速时间及电压落后补偿等。使用 OTP 刻录时，必需提供+7.5V 给 VPP 脚位。

下图为 PT2522 部份参数说明示意图,关系详细的参数说明及调整方式，请参考 PT2522_UI_Application_Note 檔。



PWM 或 DC 输入速度控制

PT2522 可以使用外部的 DC 电压或 PWM 控制输入 VSP 引脚来改变马达的转速。当使用 PWM 输入时，最高电压需大于 3.5V，最低电压需小于 0.3V，PWM 频率建议为 15KHz 到 25KHz。

使用直流控制时，可调速的范围为 0.6V 至 3.3V 之间。使用外部 MCU 来控制 PT2522 时，可以利用 FG 信号来取得速度的信息进行速度控制。

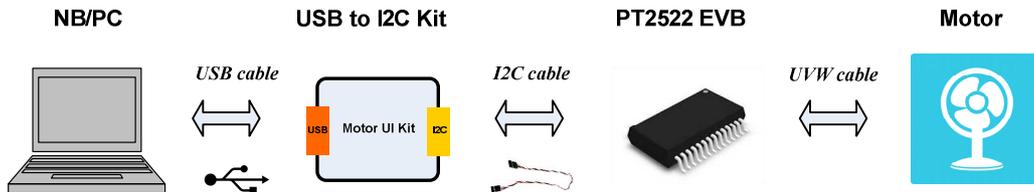
另外 PT2522 也可以接受 I2C 来输入 PWM duty 命令，此时请将 VSP 设定为 0.3V 以下。

正向与反向设定

PT2522 可以被设置为顺向或经由 FR 引脚进入反向模式，也可以透过 I2C 方式来控制。如果 FR 模式改变时，马达会自动停止，然后再向反方向旋转。

I2C 连接

PT2522 可透过 I2C 来控制或下达参数或进行 OTP 参数刻录。当进行参数调整时可利用 NB/PC 的 USB 接口转 I2C 方式修改 IC 内部寄存器，其连接方式如下图所示：

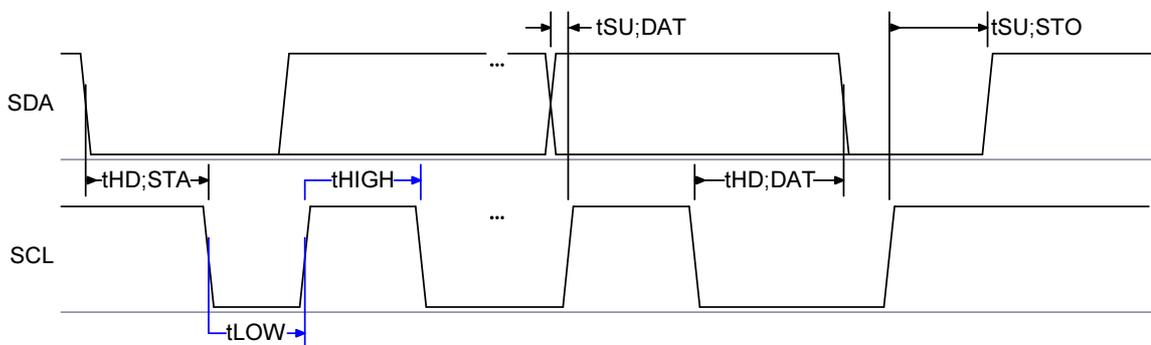


当透过 I2C 对 IC 寄存器进行参数调整时，并不会影响 OTP 刻录，所以可以任意调整直到符合需求。

调整后的参数可进行存档或刻录。请注意，当调整的数值未刻录于 IC 的 OTP 中，IC 在重新给电后寄存器数值将不会是 NB/PC 端的数值，而是会有三种情况：

1. 当 OTP bank0 & bank1 为空白时，寄存器将默认值填入。
2. 当 OTP bank0 有数值, bank1 为空白时，寄存器会将 bank0 数值填入。
3. 当 OTP bank0 & bank1 都有数值时，寄存器会将 bank1 数值填入。

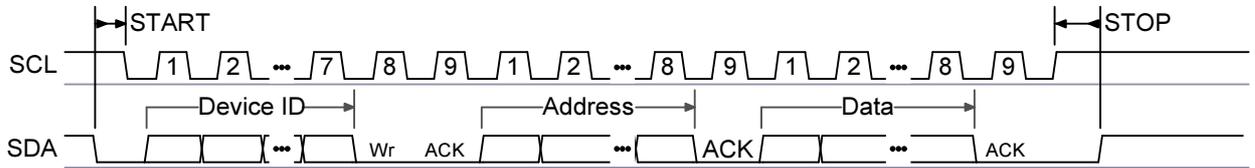
I2C 频率规格为下



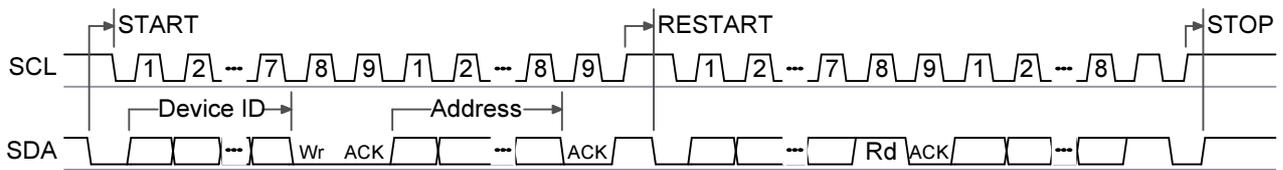
参数	符号	条件	最小	最大	单位
SCL clock frequency	f_{SCL}		0	50	KHz
Hold time START condition	$t_{HD;STA}$		4		μS
LOW period of the SCL clock	t_{LOW}		4.7		μS
HIGH period of the SCL clock	t_{HIGH}		4.0		μS
Data setup time	$t_{SU;DAT}$		250		nS
Data hold time	$t_{HD;DAT}$		5.0		μS
Setup time for STOP condition	$t_{SU;STO}$		4.0		μS



I2C 数据写入时序



I2C 数据读出时序



I2C 读写控制

常用 I2C 读写命令表(READ / WRITE COMMAND TABLE)如下:

寄存器地图 (地址 h00 ~ h04) :

Bit								Address	Default
7	6	5	4	3	2	1	0	Hex	Hex
					PWMS_EN	FWRS1_EN	FWRS0	0	0x00
PWM_I2C								1	0x00
FG_I2C[7:0]								2	0x00
				FG_I2C[11:8]				3	0x00
Mstate[2:0]			RD	TSD	OVP	OCP	4	0x40	

读写命令表 (地址 h00 ~ h04) :

地址 (Hex)	位 (Bits)	寄存器 (Register)	说明	默认值 (Hex)	读写 (R/W)
0x00	Bit[7:3]	Reserved		0x00	
	Bit[2]	PWMS_EN	1: 让 I2C 可以控制 PWM duty 输入: PWM_I2C[7:0] 0: 外部控制 VSP 脚位 PWM duty 输入		W
	Bit[1]	FWRS1_EN	1: 让 IC2 可控制正反转 0: I2C 无法控制正反转		W
	Bit[0]	FWRS0	正反转控制 1: 正转 (default) 0: 反转		W
0x01	Bit[7:0]	PWM_I2C[7:0]	PWM duty 命令(由 I2C 写入)	0x00	W



0x02	Bit[7:0]	FG_I2C[7:0]	FG 频率(由 I2C 读取)	0x00	R
0x03	Bit[3:0]	FG_I2C[11:8]	接 0x20 Bit[7:0]	0x00	R
0x04	Bit[7:5]	Mstate[2:0]	马达系统状态: [000]: 启动状态(Start-Up) [001]: 正常运转状态(Normal) [010]: 关断状态(PWM-Off) [011]: 过温保护或过电压保护状态(TSD/OVP) [100]: 堵转状态(Lock-On) [101]: 死锁状态(Dead-Lock)	0x40	R
	Bit[4]	RD	1: 进入保护状态 0: 正常运转状态		R
	Bit[3]	TSD	1: 过温保护状态 0: 正常		R
	Bit[2]	OVP	1: 过电压保护状态 0: 正常		R
	Bit[1]	OCP	1: 过电流保护状态 0: 正常		R
	Bit[0]	Reserved			



I2C 控制参数

常用 I2C 控制参数表如下:

寄存器地图 (地址 h21 ~ h49):

Bit								Address Hex	Default Hex	
7	6	5	4	3	2	1	0			
AlignStep[7:0]								21	0x64	
AlignHold[7:0]								22	0x00	
RiseStep1[7:0]								23	0x64	
RiseStep2[7:0]								24	0x64	
DutySel	SmoothSel[1:0]		RiseStep2[8]RiseStep1[8]		AlignHold[9:8]		AlignStep[8]	25	0xC0	
FallStep2[8]	FallStep1[8]	SSWDegree[2:0]			HMOS	ContHoldDuty	OCPSEL	26	0x1E	
FallStep1[7:0]								27	0x32	
FallStep2[7:0]								28	0x64	
EnOVP	BrakeEndSet[2:0]			DeadTime[3:0]				29	0x33	
FallSet1[7:0]								2A	0x28	
FallSet2[7:0]								2B	0x12	
OCP BlankWidth[2:0]			ZCTarget[4:0]					2C	0x8F	
ZCCntMn[7:0]								2D	0xC8	
DigitalFilter[9:8]		ZCCntMn[13:8]						2E	0x00	
DigitalFilter[7:0]								2F	0xC0	
FilterDelay[7:0]								30	0xB8	
FilterDelay[15:8]								31	0x0B	
MinDuty[7:0]								32	0x05	
StartTimeLimit[3:0]			LockStopTime[3:0]					33	0x55	
DeadLock[7:0]								34	0x14	
StartStep1[7:0]								35	0xE8	
EnSpdCtrl	DeadLock[8]	StartStep1[13:8]						36	0x03	
StartStep2[7:0]								37	0x20	
ShortNum[1:0]		StartStep2[13:8]						38	0xC3	
LowFreqthd[1:0]		WaitTime[9:8]			FrFloating[3:0]			39	0x41	
WaitTime[7:0]								3A	0x0D	
EnFreqSpd	StrDuty[6:0]							3B	0x03	
PreMUXTime[1:0]		AlignDuty[5:0]						3C	0x86	
MaxDuty[7:0]								3D	0x80	
Div4	BrakeCountSet[6:0]							3E	0x7F	
PreCheckTime[7:0]								3F	0x7C	
FGLSel[1:0]		PreCheckTime[13:8]						40	0x41	
BrakeClkSel[1:0]		RevBrakeTime[5:0]						41	0x7C	
TrimA[7:0]								42	0x88	
TrimB[7:0]								43	0x88	
TrimC[7:0]								44	0xF0	
ZcTooLong[7:0]								45	0xC8	
ZcTooLong[11:8]				EnPreCheck	SpdSel[2:0]				46	0x0B
ZCIgnoreTime[7:0]								47	0x80	
HysterSel[1:0]		ZCIgnoreTime[13:8]						48	0x42	
				ZCIgnoreSelect	ZCIgnorePhase[2:0]				49	0x01



参数表 (地址 h21 ~ h49) :

地址 (Hex)	位 (Bits)	寄存器 (Register)	说明	默认值 (Hex)
0x21	Bit[7:0]	AlignStep [7:0]	设定 Align 的过程中, 力量逐渐增加, 避免过大的摆动。每一设定时间 (AlignStep) 上加 1/128 duty 的力量。	0x64
0x22	Bit[7:0]	AlignHold [7:0]	设定 Align 持续的时间。	0x00
0x23	Bit[7:0]	RiseStep1 [7:0]	设定还未进入 sensorless 控制前, 起动加速的斜率, 每 RiseStep1 时间增加 1/128 duty, 最大增加到 25/128 duty。	0x64
0x24	Bit[7:0]	RiseStep2 [7:0]	设定进入 sensorless 控制后, 加速的斜率, 每 RiseStep2 时间增加 1/128 duty, 最大增加到外部设定的转速或内部保护控制所限制的 PWM duty。	0x64
0x25	Bit[7]	DutySelect	PWM duty 处理选择, default : 1。 设 1: PWM duty 输出的改变会经内部控制器处理, 上升下降曲线可达渐进方式。 设 0: PWM DUTY 输出的改变不会经内部控制器处理, 由外部命令控制	0xC0
	Bit[6:5]	SmoothSel [1:0]	在进入 sensorless 后, 若 ZC 讯号抖动过大, 会判定不正常, 系统进入堵转保护。设定 ZC 抖动的范围。	
	Bit[4]	RiseStep2 [8]	接 0x24 Bit[7:0]	
	Bit[3]	RiseStep1 [8]	接 0x23 Bit[7:0]	
	Bit[2:1]	AlignHold [9:8]	设定 Align 持续的时间。单位 ms。default : 0。	
	Bit[0]	AlignStep [8]	接 0x21 Bit[7:0]	
0x26	Bit[7]	FallStep2 [8]	接 0x28 Bit[7:0]	0x1E
	Bit[6]	FallStep1 [8]	接 0x27 Bit[7:0]	
	Bit[5:3]	SSWDegree [2:0]	设定 Soft-Switch 角度设定,SSWDegree 角度越大, 相对的 Floating 时间角度会缩短。	
	Bit[2]	High-Side MOS	高位 MOS 极性设定, default : 1。 设 1: 正逻辑, 设 0: 负逻辑。	
	Bit[1]	ContHoldDuty	当 AlignHold 结束后, 设定是否延用 Align 的力量来作为起动的起始力量。default : 1。 设 0: RiseStep1 Duty 则由 (StrDuty+2) 开始, 设 1: RiseStep1 Duty 则接续 HoldTime 结束之后的 Duty。	



	Bit[0]	OCPSEL	PT2522 利用 RF 引脚上的电压讯号来侦测流经马达及 MOS 电流, 当电压超过设定值时, PT2522 会降低 PWM duty 来作为过电流或限电流保护, 在降低 PWM duty 时可选择反应速度。 default : 0。 设 1: 反应速度为 20KHz (0.5us), 反应快, 但可能会有电子噪声。 设 0: 反应速度为一个电气周期(或 ZC 周期), 反应慢, 无因 OCP 产生的电子噪声。	
0x27	Bit[7:0]	FallStep1 [7:0]	PWM Duty 下减时的第一段斜率设定, 为每 (FallStep1) ms 下减 1/128 duty。	0x32
0x28	Bit[7:0]	FallStep2 [7:0]	PWM Duty 下减时的第二段斜率设定, 为每 (FallStep2) ms 下减 1/128 duty。	0x64
0x29	Bit[7]	EnOVP	enable OVP 功能, default : 0。 设 1: 为有过电压保护功能, 当发生过电压时, System 即会进入 Lock-On State。 设 0: 为取消过电压保护功能。	0x33
	Bit[6:4]	BrakeEndSet [2:0]	设定逆风刹车至快停止的 ZC 长度, default : 3。 设 0: 7.8ms, 设 1: 15.6ms, 设 2: 23.4ms, 设 3: 31.2ms, 设 4: 39ms, 设 5: 46.8ms, 设 6: 54.6ms, 设 7: 70.2ms。 而后紧接起动之 Alignment 程序。	
	Bit[3:0]	DeadTime [3:0]	单位为一个 clock-cycle (0.39us), default : 3。	
0x2A	Bit[7:0]	FallSet1 [7:0]	PWM Duty 下减的两段斜率的区隔设定值, 由此值开始即使用第二段下减斜率。	0x28
0x2B	Bit[7:0]	FallSet2[7:0]	运转中若执行 PWMOFF 或 FWR 反转命令, PWM Duty 下减至滑行(六个 MOS 全关)状态之 Duty 设定。	0x12
0x2C	Bit[7:5]	OCP_BlankWidth [2:0]	因 PWM 切换时(switching)会产生突波讯号, 除了可以用外部低通滤波器来过滤外, 也可由内部控制, 避开这段时间, 进而确保可读到正确的 OCP 讯号。这段时间为 OCP blank。可设定 0~4 个 clock-cycle (0.39us)。当设为 0 时, 则取消 OCP blank 功能, default : 4。	0x8F
	Bit[4:0]	ZCTarget [4:0]	设定在起动过程中, 读取到数目的正确 ZC, 系统才会近入 sensorless 控制。建议值 10~25, default : 15。	



0x2D	Bit[7:0]	ZCCntMn [7:0]	在进入 sensorless 后,ZC 讯号若是过短, 会判定不正常, 系统进入堵转保护。设定 ZC 最短时间, 单位 clock-cycle (0.39us)。	0xC8
0x2E	Bit[7:6]	DigitalFilter [9:8]	接 0x2F BIT[7:0]	0x00
	Bit[5:0]	ZCCntMn [13:8]	接 0x2D BIT[7:0]	
0x2F	Bit[7:0]	DigitalFilter [7:0]	为 ZC 讯号数字滤波(de-glitch)的宽度设定。单位为一个 clock-cycle (0.39us), default : 192。	0xC0
0x30	Bit[7:0]	FilterDelay [7:0]	就是“外部电路 Filter 电容” + “Digital Filter”所造成的 delay 相对应	0xB8
0x31	Bit[7:0]	FilterDelay [15:8]	时间值。调整这个“Filter Delay”值若 match 时, 电流波形会较对称 ZC 也会较稳定, 效率控制也会最佳。单位为一个 clock-cycle (0.39us), default : 3000。	0x0B
0x32	Bit[7:0]	MinDuty [7:0]	限制 PWMIN 的最小 duty, 单位 1/128 duty。最大设定值为 64/128。当输入的 PWM duty 小于 minDuty 时, 则为 PWM OFF, default : 5。	0x05
0x33	Bit[7:4]	StartTimeLimit [3:0]	起动时, 进入 sensorless 的时间限制, 单位 秒, default : 5。设定范围 1~15 秒。若时间内未进 sensorless, 即会进入堵转保护(Lock-On State)。	0x55
	Bit[3:0]	LockStopTime [3:0]	当 System State 进入堵转保护时的等待时间设定。单位 秒, default : 5。设定范围 1~15 秒。	
0x34	Bit[7:0]	DeadLock [7:0]	Lock-On State 到锁机状态的次数设定, 单位 : Lock-On 次数。即 Lock-On 停转多少次之后就会锁机, 必须重新插拔电源才可解除。	0x14
0x35	Bit[7:0]	StartStep1 [7:0]	设定起动过程中, 还未出现正确 ZC 讯号, 强制换步的步伐长度。	0xE8
0x36	Bit[7]	EnSpdCtrl	Enable PWM-Duty Speed Control, default : 0, 当 “enFreqSpd” 为 0 时, 此 enable 才有作用, 此为第二级的控制命令。 设 1: PWM IN 即为以 Duty 控制的定转速命令, 设 0: 且当 enFreqSpd 也为 0 时, PWM IN 则为原本的 Duty 命令。	0x03
	Bit[6]	DeadLock [8]	接 0x34 Bit[7:0]	
	Bit[5:0]	StartStep1 [13:8]	接 0x35 Bit[7:0]	
0x37	Bit[7:0]	StartStep2 [7:0]	设定起动过程中, 已有 ZC 出现, 但还未达 sensorless 控制条件时, 强制换步的步伐长度。单位 ms, default : 800。	0x20
0x38	Bit[7:6]	ShortNum [1:0]	因 ZC 过短有时可能是受到干扰, 此参数是设定连续的过短 ZC 数目,才判定进入堵转状态。 设 0: disable 不判断, 设 1: 侦测到一次, 设 2: 侦测到连续二次, 设 3: 侦测到连续三次。	0xC3
	Bit[5:0]	StartStep2 [13:8]	接 0x37 Bit[7:0]	



0x39	Bit[7:6]	LowFreqthd	Low Frequency Threshold, 在频率速度控制命令时, 输入的最低频率限制。当输入的控制频率小于“LowFreqThd”设定值, 则为 Frequency OFF, default : 1。 设 0: 1Hz, 设 1: 5Hz, 设 2: 10Hz, 设 3: 20Hz。	0x41
	Bit[5:4]	WaitTime [9:8]	接 0x3A Bit[7:0]	
	Bit[3:0]	FrFloating [3:0]	当执行 FWR 反转命令后, 并执行完毕 FallSet2, 风扇滑行减速至快停止时(ZC 达 0.3 秒没有变化), 准备反方向起动的缓冲时间设定。	
0x3A	Bit[7:0]	WaitTime [7:0]	PT2522 在起动过程中, 采用方波控制(120 度控制)。此为设定进入 sensorless 控制后改成梯形波控制的延迟时间, 目的是让 sensorless 控制更为稳定。WaitTime 每单位 32ms, default : 13, 即为 416ms。	0x0D
0x3B	Bit[7]	EnFreqSpd	Enable Frequency Speed Control, default : 0, 此为最高的控制命令。 设 1: 为 频率输入之速度控制命令, 设 0: 为 Duty 控制的定转速命令或原来的 PWM Duty 命令。	0x03
	Bit[6:0]	StrDuty [6:0]	设定初始的力道, 目的是克服马达的静摩擦, 在 Alignment & Startup 都会用到这个参数。单位 1/128 duty, default : 3。	
0x3C	Bit[7:6]	PreMUXTime [1:0]	设定轮流检查 U,V,W 三相的时间, 用来判断马达是处于正转还是反转的状况, default : 2。	0x86
	Bit[5:0]	AlignDuty [5:0]	设定 Align 最大的力量, 单位 1/128 duty。最大 31/128 duty。default : 6	
0x3D	Bit[7:0]	MaxDuty [7:0]	限制 PWMIN 的最大 duty, 单位 1/128 duty。最小设定值为 64/128。当输入的 PWM duty 大于 maxDuty 时, 输出即为 maxDuty, default : 128。	0x80
0x3E	Bit[7]	Div4	Input Frequency Divided by 4, default : 0。 设 1: 输入频率为 FG 输出频率的四倍, 设 0: 输入频率同于 FG 输出频率。	0x7F
	Bit[6:0]	BrakeCountSet [6:0]	设定点刹中间隔的时间(休息 Floating), 为 BrakeClkSel 的倍数 (1~127), default : 127。	
0x3F	Bit[7:0]	PreCheckTime [7:0]	设定顺逆风起动 PreCheck 程序之最大时间。	0x7C
0x40	Bit[7:6]	FGLSel [1:0]	FG output 频率设定, 单位 Hz, default : 1。 设 0: FG output 为除 2 的 FG 频率, 设 1: 为正常的 FG 频率, 若为 8 poles 马达, 转速即为 (15 * FG 频率) rpm, 设 2: FG output 为乘 2 的 FG 频率。 设 3: FG output 为乘 3 的 FG 频率。	0x41
	Bit[5:0]	PreCheckTime [13:8]	接 0x3F Bit[7:0]	



0x41	Bit[7:6]	BrakeClkSel [1:0]	在侦测到逆风时, PT2522 会先刹停再起动, 刹车采用点刹的方式, 而且一次比一次刹的时间更长, 如第一次刹 1ms, 第二次则为 2ms, 第三次为 3ms, 以此类推直到马达停止。 BrakeClkSel 则是设定刹车的单位时间, default : 1 (500us)。 设 0: 100us, 设 1: 500us, 设 2: 1ms, 设 3: 2ms。	0x7C
	Bit[5:0]	Reserved		
0x42	Bit[7:0]	Reserved		0x88
0x43	Bit[7:0]	Reserved		0x88
0x44	Bit[7:0]	Reserved		0xF0
0x45	Bit[7:0]	ZcTooLong [7:0]	在进入 sensorless 后,ZC 讯号若是过长, 会判定不正常, 系统进入堵转保护。设定 ZC 最长时间。	0xC8
0x46	Bit[7:4]	ZcTooLong [11:8]	接 0x46 Bitp7:0]	0x0B
	Bit[3]	EnPreCheck	default : 1。 设 1 : 有顺逆风起动侦测程序, 设 0 : 无顺逆风起动侦测程序。	
	Bit[2:0]	SpdSel [2:0]	以 PWM-Duty 控制定转速命令之 FG 频率范围选择, default : 3。 设 0: 16Hz, 设 1: 32Hz, 设 2: 64Hz, 设 3: 128Hz, 设 4: 256Hz, 设 5: 512Hz, 设 6: 1024Hz, 设 7: 2048Hz	
0x47	Bit[7:0]	ZCIgnoreTime [7:0]	为 ST1 & ST2 公式中的固定时间, 单位为一个 clock-cycle (0.39us), default : 640。	0x80
0x48	Bit[7:6]	HysterSel [1:0]	PT2522 提供定转速控制(速度闭循环控制), 命令输入可使用 Frequency (或称 Clock), PWM duty, VSP 电压。而同样需作设定的为迟滞参数。设定频率或 PWM-Duty 定转速命令之迟滞角度选择。 Hysteresis Select , default : 1。 设 0 : 无迟滞, 设 1 : 迟滞 0.23 度, 设 2 : 迟滞 0.47 度, 设 3 : 迟滞 0.94 度。	0x42



	Bit[5:0]	ZCIgnoreTime [13:8]	接 0x47 Bit[7:0]	
0x49	Bit[7:4]	Reserved		0x01
	Bit[3]	ZCIgnoreSelect	在马达换相时, 此时 ZC 讯号不稳定, 在读取 ZC 讯号时需避开这段时间(后续称为 ST)。由于这段 ST 的时间会因马达及转速不同而改变, 若时间过短, 可能影响 ZC 判断, 若时间过长, 可能会压缩 ZC 可判断的时间。PT2522 提供两种公式选择来设定 ST 时间, default : 0。	
	Bit[2:0]	ZCIgnorePhase [2:0]	为 ST2 公式中的角度选择, default : 1 => 3.75 度。 设 0: 1.875 度, 设 1: 3.75 度, 设 2: 7.5 度, 设 3: 11.25 度, 设 4: 15 度, 设 5: 18.75 度, 设 6: 20.625 度, 设 7: 22.5 度。	



绝对最大额定值

参数	符号	最小	最大	单位
电源电压范围	V_{DD}	5	28	V
高边浮动电源电压	$VB_{1,2,3}$	-0.3	90	V
高边浮动电源摆动电压	$VS_{1,2,3}$	$VB_{1,2,3}-20$	$VB_{1,2,3}+0.3$	V
高边栅极驱动器输出电压	$VHO_{1,2,3}$	$VS_{1,2,3}-0.3$	$VB_{1,2,3}+0.3$	V
边栅极驱动器输出电压	$VLO_{1,2,3}$	COM-0.3	VCC+0.3	V
低边电源电压	VCC	-0.3	20	V
可允许摆动电压摆率	dV/dt	—	50	V/ns
I/O 电压	-	-0.3	6	V
工作温度范围	T_A	-40	+85	°C
存储温度范围	T_{STG}	-40	+150	°C

电气特性

标称条件： $V_{DD} = 12.0V$ ， $SGND = V_{SS}$ ， $T_A = +27^{\circ}C$ 。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
一般特性						
电源电压	V_{DD}	VDD input	6	12	24	V
低边电源电压	VCC		5.5	—	18	V
高边浮动电源摆动电压	$VS_{1,2,3}$		COM-6	—	60	V
高边浮动电源摆动电压	$VB_{1,2,3}$		$VS_{1,2,3}+5.5$	—	$VB_{1,2,3}+18$	V
高边栅极驱动器输出电压	$VHO_{1,2,3}$		VS	—	VB	V
低边栅极驱动器输出电压	$VLO_{1,2,3}$		COM	—	VCC	V
消耗电流	I_{DD}	VDD = 12V		5		mA
稳压器输出电压	V_{REG}		4.75	5	5.25	V
稳压器输出电流	I_{REG}			20		mA
引脚参数设置						
过电流保护电压	V_{OCP}	RF pin		0.3		V
外部振荡器	F_{OSC_1K}	OSC_C= 470pF		1		KHz
外部振荡器范围	F_{OSC_C}	OSC_C pin	0.1	-	10	KHz
操作特性						
PWM 切换频率	Fsw			20		KHz
I/O 界面						
逻辑输出高电平	V_{OH}	UWWL, UVWH, FG, RD	4.0	4.5	5.5	V
逻辑输出低电平	V_{OL}	UWWL, UVWH, FG, RD		0	0.3	V

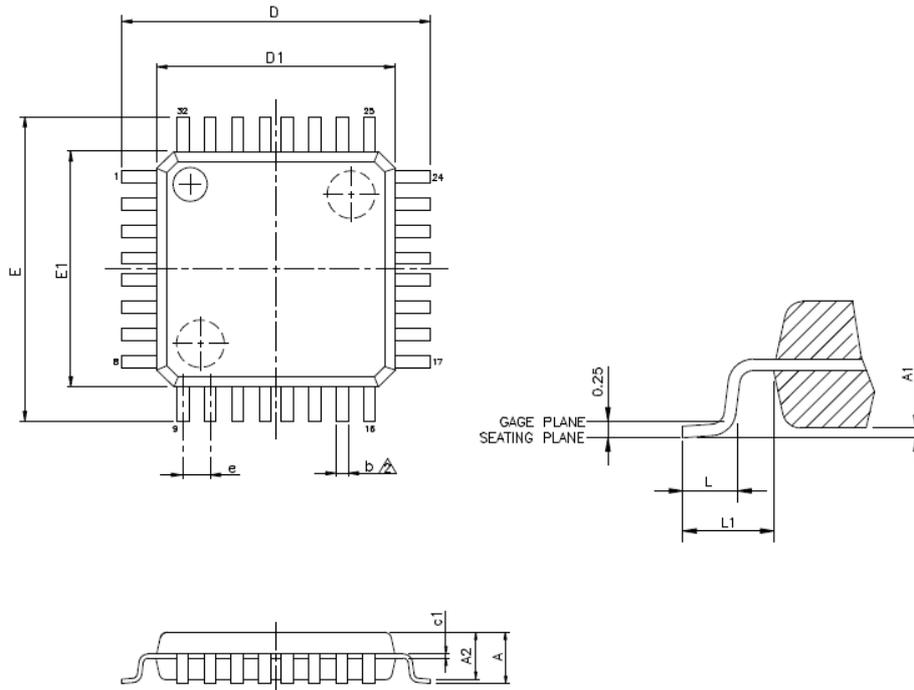


逻辑输入上拉阻抗	I _{source}	FR			10	μA
RSEN 内部上拉阻抗	R _{SEN}	RSEN pin, connect to V _{REG}		47		KΩ
VSP 使用 DC 输入电压范围	VSP _{DC}	DC input (VSP pin)	0.3		3.0	V
VSP 使用 PWM 输入高电平	VSP _H	PWM input (VSP pin)	3.3			V
VSP 使用 PWM 输入低电平	VSP _L	PWM input (VSP pin)			0.3	V
VSP 使用 PWM 输入频率范围	VSP _F	PWM input (VSP pin)	15		25	KHz
参数设定						
过温保护触发电平	V _{OTP}	RSEN pin	—	0.6	—	V
过温保护复归电平	V _{REL}	RSEN pin	—	1.2	—	V
低边电源特性						
VCC 电源欠压锁定正向阈值电压	VCCUV+	—	2.9	4.2	5.5	V
VCC 电源欠压锁定负向阈值电压	VCCUV-	—	2.5	3.8	5.1	V
VCC 电源欠压锁定磁滞电压	VCCHYS	—	—	0.4	—	V
高边浮动电源特性						
高边 VBS 电源欠压锁定正向阈值电压	VBSUV+	—	2.5	3.8	5.5	V
高边 VBS 电源欠压锁定负向阈值电压	VBSUV-	—	2.2	3.5	4.8	V
高边 VBS 电源欠压锁定磁滞电压	VBSUVHYS	—	—	0.3	—	V
栅极驱动器特性						
高边驱动器输出“高”短路电流(汲出)	IHO+	VHO=VS=0	—	1.2	—	A
高边驱动器输出“低”短路电流(汲入)	IHO-	VHO=VB=15V	—	2.0	—	A
低边驱动器输出“高”短路电流(汲出)	ILO+	VLO=0	—	1.2	—	A
低边驱动器输出“低”短路电流(汲入)	ILO-	VLO=VCC=15V	—	2.0	—	A



封装信息

32 Pins, LQFP, 7X7 MM



VARIATIONS (ALL DIMENSIONS SHOWN IN MM)

SYMBOLS	MIN.	MAX.
A	---	1.6
A1	0.05	0.15
A2	1.35	1.45
c1	0.09	0.16
D	9.00 BSC	
D1	7.00 BSC	
E	9.00 BSC	
E1	7.00 BSC	
e	0.8 BSC	
b	0.30	0.45
L	0.45	0.75
L1	1 REF	



IMPORTANT NOTICE

Princeton Technology Corporation (PTC) reserves the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and to discontinue any product without notice at any time. PTC cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a PTC product. No circuit patent licenses are implied.

Princeton Technology Corp.
2F, 233-1, Baociao Road,
Sindian Dist., New Taipei City 23145, Taiwan
Tel: 886-2-66296288
Fax: 886-2-29174598
<http://www.princeton.com.tw/>