



6通道智能风扇控制器

MAX31785

概述

MAX31785是一款闭环多通道风扇控制器。自动闭环风扇控制架构将风扇控制在尽可能低的转速，从而节省系统功率。低风扇转速的其它优势包括：有效降低可闻噪声和更长的风扇寿命、更少的系统维护。根据用户可编程查找表(LUT)，器件根据11个温度传感器中的一个或多个传感器测量值，自动调节6个独立风扇的转速。也可以由外部主机手动控制风扇转速，器件自动调整风扇转速。器件具有风扇状况诊断功能，帮助用户预防将要发生的风扇故障。器件还可监测多达6路远端电压。

应用

网络交换机/路由器
基站
服务器
智能电网系统
工业控制

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX31785ETL+	-40°C to +85°C	40 TQFN-EP*
MAX31785ETL+T	-40°C to +85°C	40 TQFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

*EP = 裸焊盘。

PMBus是SMIF, Inc.的商标。
SMBus是Intel Corp.的商标。

注：该器件的某些版本可能与公布的规范存在偏差(以勘误表形式给出)。通过不同的销售渠道可能获得该器件的不同版本。有关器件勘误表的详细信息，请登录china.maxim-ic.com/errata。



Maxim Integrated Products 1

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

特性

- ◆ 6路独立的风扇控制通道
 - 支持3线和4线风扇
 - 自动闭环风扇转速控制
 - 基于RPM或PWM控制
 - 可选手动控制模式
 - 快速、慢速PWM频率选项
 - 风扇交替启动，缓解电源压力
 - 双转速计(支持12个风扇)
 - 风扇故障检测
 - 风扇运转状态监测
 - 非易失风扇运转时间表
- ◆ 支持多达11个温度传感器
 - 6个外部温度二极管，带有串联电阻自动抵消功能
 - 1个内部温度传感器
 - 4个I²C数字温度传感器
 - 对所有温度传感器进行故障检测
- ◆ 6路ADC测量远端电压
- ◆ PMBus™兼容命令接口
- ◆ I²C/SMBus™兼容串行总线，带有总线超时功能
- ◆ 板载非易失故障记录和默认配置设置
- ◆ 无需外部时钟
- ◆ +3.3V供电

6通道智能风扇控制器

目录

Absolute Maximum Ratings	6
Recommended Operating Conditions	6
DC Electrical Characteristics	6
I ² C/SMBus Interface Electrical Characteristics	8
I ² C/SMBus时序	8
典型工作特性	9
引脚配置	10
引脚说明	10
方框图	12
多器件连接图	13
详细说明	14
地址选择	16
SMBus/PMBus操作	16
SMBus/PMBus通信示例	16
组命令	17
组命令的写操作格式	17
寻址	17
ALERT和报警响应地址(ARA)	17
报警响应地址(ARA)字节格式	18
主器件发送或读取过少位	18
主器件发送或读取过少字节	18
主器件发送过多字节或位	18
主器件读取过多字节或位	18
主器件在从地址字节发送不正确的读操作位	18
收到不支持的命令代码	18
收到无效数据	18
主器件读取只写命令	19
主器件写入只读命令	19
SMBus超时	19
PMBus操作	19
PMBus协议支持	19
数据格式	19
解析读取的DIRECT格式数据	20
发送DIRECT格式数据	20
故障管理与报告	21
系统看门狗定时器	21
温度传感器	21

6通道智能风扇控制器

MAX31785

目录(续)

风扇控制	22
双风扇应用	22
自动风扇控制	22
脉冲展宽	24
风扇起转	24
风扇上电顺序	25
风扇诊断功能	25
PMBus 命令	27
PAGE (00h)	27
CLEAR_FAULTS (03h)	28
WRITE_PROTECT (10h)	28
STORE_DEFAULT_ALL (11h)	28
RESTORE_DEFAULT_ALL (12h)	28
CAPABILITY (19h)	28
VOUT_MODE (20h)	29
VOUT_SCALE_MONITOR (2Ah)	29
FAN_CONFIG_1_2 (3Ah)	29
FAN_COMMAND_1 (3Bh)	30
VOUT_OV_FAULT_LIMIT (40h)	30
VOUT_OV_WARN_LIMIT (42h)	30
VOUT_UV_WARN_LIMIT (43h)	31
VOUT_UV_FAULT_LIMIT (44h)	31
OT_FAULT_LIMIT (4Fh)	31
OT_WARN_LIMIT (51h)	31
STATUS_BYTE (78h)	32
STATUS_WORD (79h)	32
STATUS_VOUT (7Ah)	32
STATUS_CML (7Eh)	33
STATUS_MFR_SPECIFIC (80h)	33
STATUS_FANS_1_2 (81h)	33
READ_VOUT (8Bh)	34
READ_TEMPERATURE_1 (8Dh)	34
READ_FAN_SPEED_1 (90h)	34
PMBUS_REVISION (98h)	34
MFR_ID (99h)	34
MFR_MODEL (9Ah)	34
MFR_REVISION (9Bh)	34
MFR_LOCATION (9Ch)	34

6通道智能风扇控制器

目录(续)

MFR_DATE (9Dh)	34
MFR_SERIAL (9Eh)	34
MFR_MODE (D1h)	35
MFR_VOUT_PEAK (D4h)	36
MFR_TEMPERATURE_PEAK (D6h)	36
MFR_VOUT_MIN (D7h)	36
MFR_FAULT_RESPONSE (D9h)	36
MFR_NV_FAULT_LOG (DCh)	37
MFR_TIME_COUNT (DDh)	40
MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG (F0h)	40
MFR_FAN_CONFIG (F1h)	41
MFR_FAN_LUT (F2h)	43
温度步长: 温度等级设置	43
风扇转速步长: 风扇PWM占空比或风扇转速设置	44
MFR_READ_FAN_PWM (F3h)	45
MFR_FAN_FAULT_LIMIT (F5h)	45
MFR_FAN_WARN_LIMIT (F6h)	45
MFR_FAN_RUN_TIME (F7h)	46
MFR_FAN_PWM_AVG (F8h)	46
MFR_FAN_PWM2RPM (F9h)	46
应用信息	46
电源去耦	46
开漏引脚	46
典型工作电路	47
封装信息	47
修订历史	48

6通道智能风扇控制器

MAX31785

图目录

图1. 自动风扇控制	23
图2. 风扇转速控制示例	23
图3. 风扇起转	24
图4. 风扇PWM与RPM转换示例	25
图5. MFR_NV_FAULT_LOG	37
图6. 风扇查找表(LUT)格式	44

表目录

表1. PMBus命令代码	14
表2. PMBus/SMBus串口地址	16
表3. PMBus命令代码系数	20
表4. DIRECT格式数据系数	20
表5. 器件参数监测状态	21
表6. DS75LV地址引脚配置	21
表7. 风扇控制模式	22
表8. 风扇诊断	26
表9. 页命令	27
表10. WRITE_PROTECT命令字节	28
表11. CAPABILITY命令字节	28
表12. VOUT_SCALE_MONITOR	29
表13. FAN_CONFIG_1_2命令字节	29
表14. PWM风扇模式(FAN_CONFIG_1_2, 第6位 = 0)	30
表15. RPM风扇模式(FAN_CONFIG_1_2, 第6位 = 1)	30
表16. STATUS_BYTE	32
表17. STATUS_WORD	32
表18. STATUS_VOUT	32
表19. STATUS_CML	33
表20. STATUS_MFR_SPECIFIC	33
表21. STATUS_FANS_1_2	33
表22. MFR_MODE	35
表23. MFR_FAULT_RESPONSE	36
表24. MFR_NV_FAULT_LOG	38
表25. MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG	40
表26. MFR_FAN_CONFIG	41
表27. MFR_FAN_LUT	43
表28. 有效温度范围	43
表29. 监测风扇故障和报警参数	45
表30. MFR_FAN_PWM2RPM	46

6通道智能风扇控制器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{DD} to V _{SS}	-0.3V to +5.5V
RS- to V _{SS}	-0.3V to +0.3V
All Other Pins Except REG18 and REG25 Relative to V _{SS}	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)*
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
TQFN (derate 35.7mW/°C above +70°C).....	2857.1mW

Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range.....	-55°C to +125°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+260°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°C

*Subject to not exceeding +5.5V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

(T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{DD} Operating Voltage Range	V _{DD}	(Note 1)	2.7		5.5	V
Input Logic 1	V _{IH}		0.7 x V _{DD}		V _{DD} + 0.3	V
Input Logic 0	V _{IL}		-0.3		0.3 x V _{DD}	V
Input Logic-High: SCL, SDA, MSCL, MSDA	V _{I2C_IH}	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 3.6V (Note 1)	2.1		V _{DD} + 0.3	V
Input Logic-Low: SCL, SDA, MSCL, MSDA	V _{I2C_IL}	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 3.6V (Note 1)	-0.5		+0.8	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD} = 2.7V to 5.5V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = 3.3V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	I _{CPU}	(Note 2)		3		mA
	I _{PROGRAM}			8		
Brownout Voltage	V _{BO}	Monitors V _{DD} (Note 1)	2.40	2.46	2.55	V
Brownout Hysteresis	V _{BOH}	Monitors V _{DD} (Note 1)		30		mV
Internal System Clock	f _{MOSC}			4.0		MHz
System Clock Error (Note 3)	f _{ERR:MOSC}	+25°C ≤ T _A ≤ +85°C	-3		+2	%
		-40°C ≤ T _A ≤ +25°C	-6.5		+1.6	
Output Logic-Low	V _{OL1}	I _{OL} = 4mA (Note 1)			0.4	V
Output Logic-High	V _{OH1}	I _{OH} = -2mA (Note 1)	V _{DD} - 0.5			V
PWM Pullup Current	I _{PU}	V _{PIN} = V _{SS} , V _{DD} = 3.3V	38	55	107	μA
ADC Internal Reference				1.225		V
ADC Voltage Measurement Error	V _{ERR}		-1		+1	%

6通道智能风扇控制器

MAX31785

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{DD} = 2.7V to 5.5V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = 3.3V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC Internal Reference Temperature Drift			-0.5		+0.5	%
ADC Internal Reference Initial Accuracy (+25°C)			-1		+1	mV
ADC Full-Scale Input Voltage	V _{FS}		1.213	1.225	1.237	V
ADC Measurement Resolution	V _{LSB}			300		μV
ADC Bit Resolution			12			Bits
RS+ Input Resistance	R _{IN}		15			MΩ
ADC Integral Nonlinearity	INL				±4	LSB
ADC Differential Nonlinearity	DNL				±1	LSB
ADC Offset	V _{OFFSET}			±2		LSB
Internal Temperature Measurement Error		T _A = -40°C to +85°C	-3		+3	°C
Remote Temperature Measurement Error (MAX31785 Error Only)		T _A = 0°C to +60°C, T _{DIODE} = +60°C to +120°C	-1.5		+1.5	°C
		T _A = 0°C to +60°C, T _{DIODE} = -45°C to +120°C	-1.75		+1.75	
		T _A = -40°C to +85°C, T _{DIODE} = +60°C to +120°C	-2.75		+2.75	
		T _A = -40°C to +85°C, T _{DIODE} = -45°C to +120°C	-3.0		+3.0	
Store Default All Time				45		ms
Nonvolatile Log Write Time				12		ms
Nonvolatile Log Delete Time				200		ms
Flash Endurance	NFLASH	T _A = +50°C	20,000			Write Cycles
Data Retention		T _A = +50°C	100			Years
Voltage Sample Rate				10		ms
RPM Sample Rate				1000		ms
Temperature Sample Rate				1000		ms
Device Startup Time		Measured from POR until monitoring begins		12		ms
Fan PWM Frequency			30		25,000	Hz
Fan PWM Resolution				7		Bits

6通道智能风扇控制器

I²C/SMBUS INTERFACE ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD} = 2.7V to 5.5V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = 3.3V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

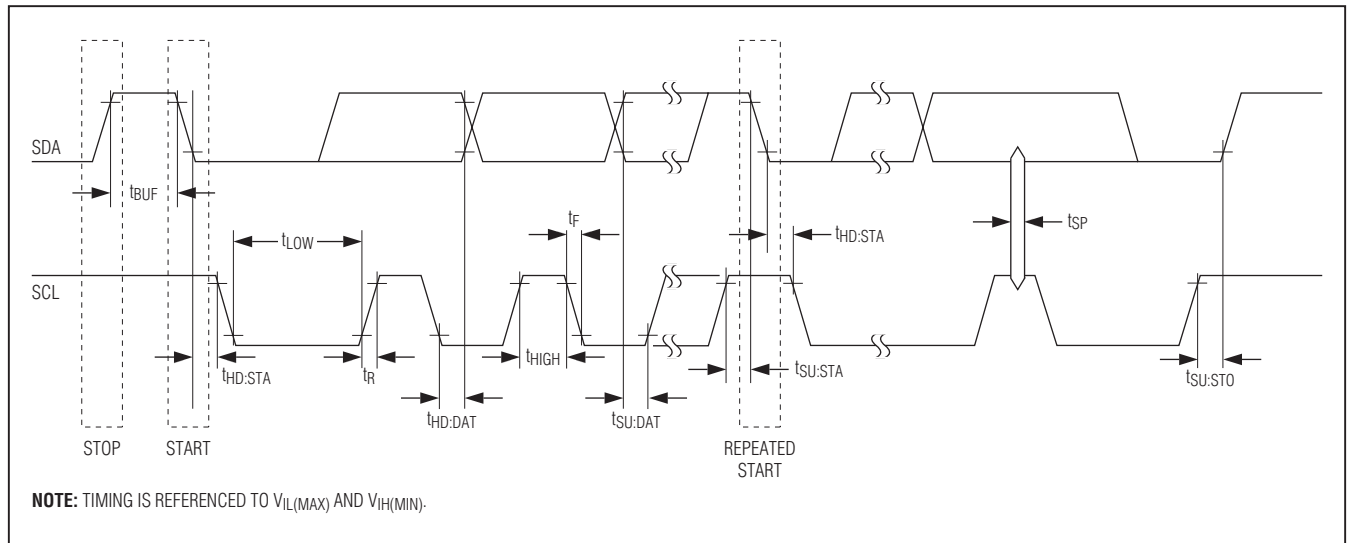
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}		10		100	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUF}		4.7			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD:STA}		4.0			μs
Low Period of SCL	t _{LOW}		4.7			μs
High Period of SCL	t _{HIGH}		4.0			μs
Data Hold Time	t _{HD:DAT}	Receive	0			ns
		Transmit	300			
Data Setup Time	t _{SU:DAT}		100			ns
START Setup Time	t _{SU:STA}		4.7			μs
SDA and SCL Rise Time	t _R				300	ns
SDA and SCL Fall Time	t _F				300	ns
STOP Setup Time	t _{SU:STO}		4.0			μs
Clock Low Timeout	t _{TO}		25		35	ms

Note 1: All voltages are referenced to ground (V_{SS}). Currents entering the IC are specified as positive, and currents exiting the IC are negative.

Note 2: This does not include pin input/output currents.

Note 3: Guaranteed by design.

I²C/SMBus时序

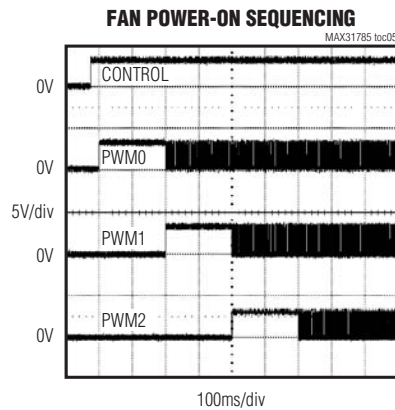
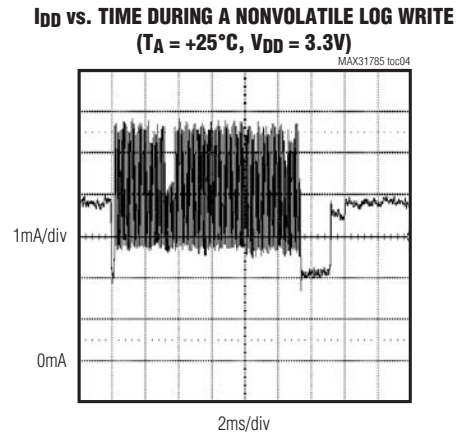
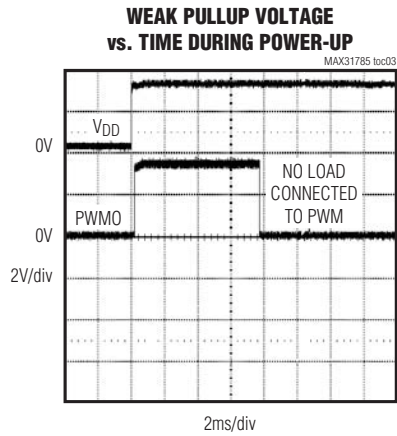
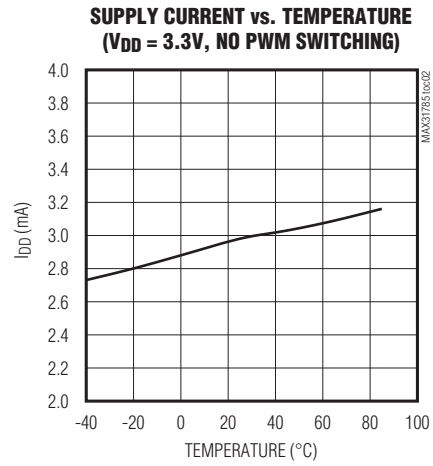
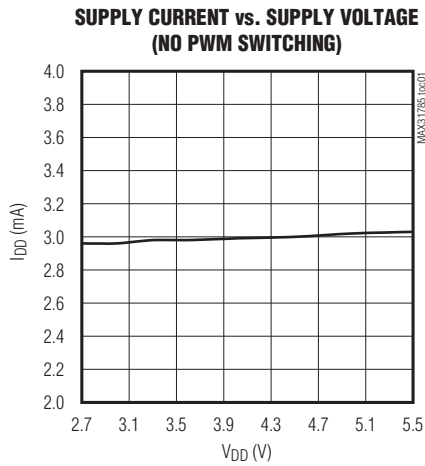


6通道智能风扇控制器

典型工作特性

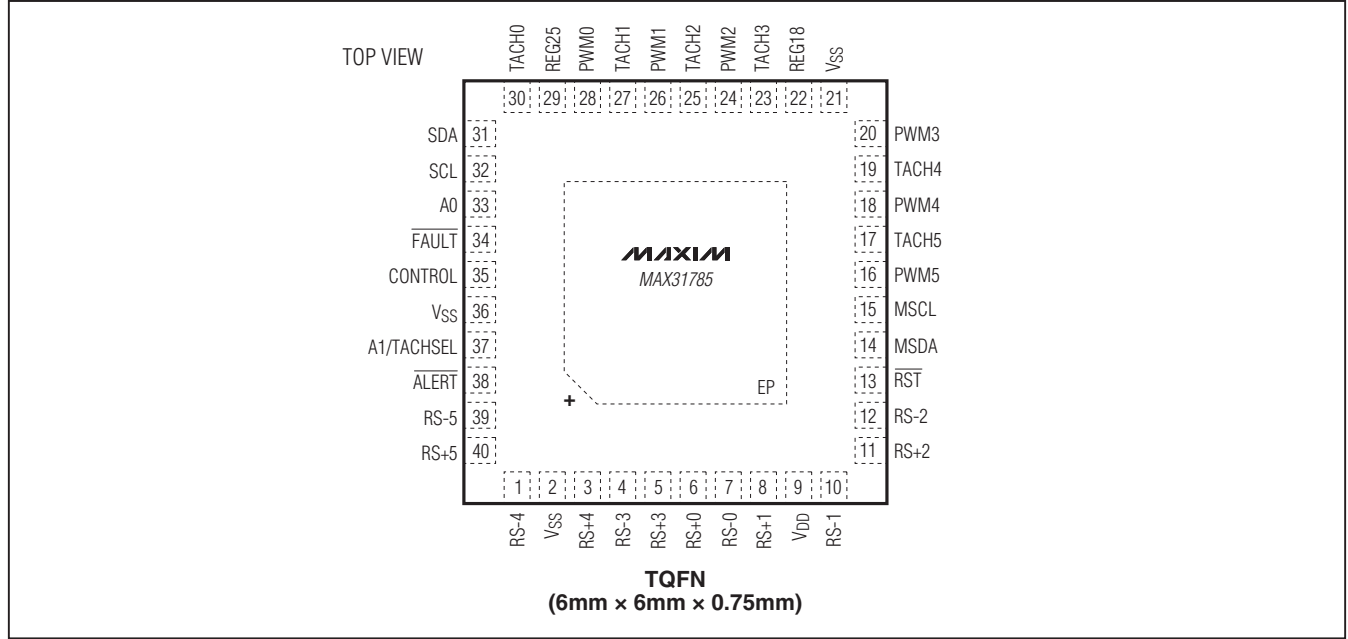
($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

MAX31785



6通道智能风扇控制器

引脚配置



引脚说明

引脚	名称	功能
1	RS-4	温度二极管或远端电压ADC4测量的参考地。
2, 21, 36	VSS	数字电源返回节点(地)。
3	RS+4	温度二极管或远端电压ADC输入, 相对于RS-4测量。
4	RS-3	温度二极管或远端电压ADC3测量的参考地。
5	RS+3	温度二极管或远端电压ADC输入, 相对于RS-3测量。
6	RS+0	温度二极管或远端电压ADC输入, 相对于RS-0测量。
7	RS-0	温度二极管或远端电压ADC0测量的参考地。
8	RS+1	温度二极管或远端电压ADC输入, 相对于RS-1测量。
9	VDD	电源电压, 利用0.1μF电容将VDD旁路至VSS。
10	RS-1	温度二极管或远端电压ADC1测量的参考地。
11	RS+2	温度二极管或远端电压ADC输入, 相对于RS-2测量。
12	RS-2	温度二极管或远端电压ADC2测量的参考地。
13	RST	低电平有效复位输入。
14	MSDA	主机I ² C数据输入/输出, 开漏输出。
15	MSCL	主机I ² C时钟输入/输出, 开漏输出。
16	PWM5	风扇PWM输出(#5), CMOS推挽输出, 禁用风扇时输出低电平。100%占空比保持该引脚为连续高电平。
17	TACH5	风扇转速计输入。
18	PWM4	风扇PWM输出(#4), CMOS推挽输出, 禁用风扇时输出低电平。100%占空比保持该引脚为连续高电平。
19	TACH4	风扇转速计输入。

6通道智能风扇控制器

引脚说明(续)

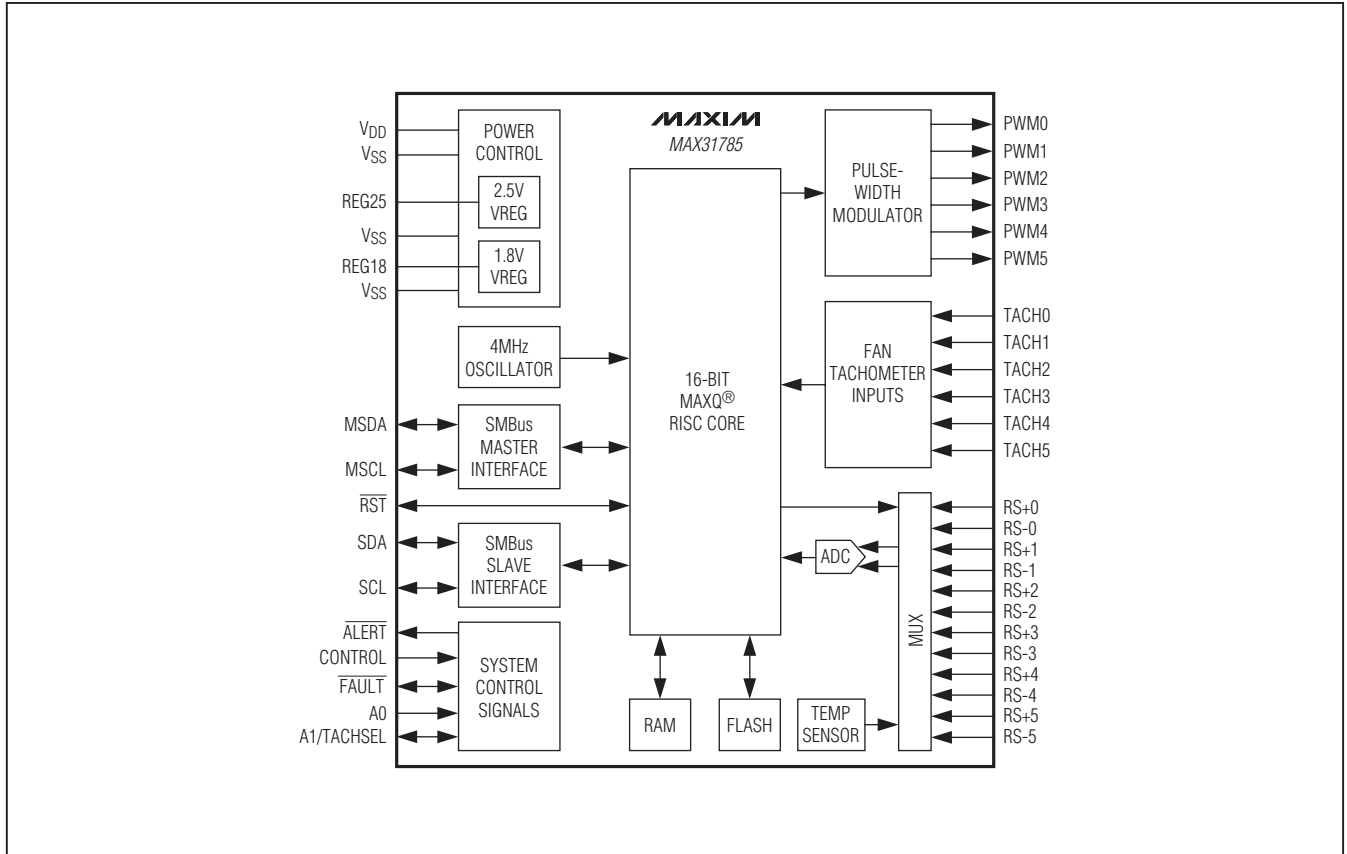
MAX31785

引脚	名称	功能
20	PWM3	风扇PWM输出(#3), CMOS推挽输出, 禁用风扇时输出低电平。100%占空比保持该引脚为连续高电平。
22	REG18	稳压输出, 为低压数字电路供电, 采用1 μ F和10nF电容将REG18旁路至V _{SS} 。其它电路不得连接至该引脚。
23	TACH3	风扇转速计输入。
24	PWM2	风扇PWM输出(#2), CMOS推挽输出, 禁用风扇时输出低电平。100%占空比保持该引脚为连续高电平。
25	TACH2	风扇转速计输入。
26	PWM1	风扇PWM输出(#1), CMOS推挽输出, 禁用风扇时输出低电平。100%占空比保持该引脚为连续高电平。
27	TACH1	风扇转速计输入。
28	PWM0	风扇PWM输出(#0), CMOS推挽输出, 禁用风扇时输出低电平。100%占空比保持该引脚为连续高电平。
29	REG25	稳压输出, 为模拟电路供电, 采用1 μ F和10nF电容将REG25旁路至V _{SS} 。其它电路不得连接至该引脚。
30	TACH0	风扇转速计输入。
31	SDA	I ² C/SMBus兼容输入/输出。
32	SCL	I ² C/SMBus兼容时钟输入。
33	A0	SMBus地址0输入。器件上电时, 对该引脚进行采样, 以确定SMBus地址; 通过100k Ω 电阻连接至V _{SS} 或V _{DD} , 设置地址。
34	$\overline{\text{FAULT}}$	低电平有效、开漏故障指示输入/输出。利用MFR_FAULT_RESPONSE命令使能后, 发生故障条件(风扇转速、过温、过压或欠压)时将对该引脚置位。另外, 利用MFR_FAULT_RESPONSE命令使能后, 器件对该引脚进行监控, 一旦该引脚置位, 则将风扇强制工作在100% PWM占空比。该引脚可用于为多个器件提供硬件故障管理。如果触发RST或器件重新上电, 将无条件清零该输出。该引脚带有50 μ s脉冲干扰滤波器。
35	CONTROL	风扇全局关闭控制。该引脚接低电平时, 将强制所有风扇关闭(其它功能仍然有效)。如果该引脚接至高电平(或开路), 则风扇正常运行。该引脚带有50 μ s脉冲干扰滤波器和弱上拉电阻。
37	A1/ TACHSEL	SMBus地址1输入/双转速计选择输出。器件上电时, 对这一双功能引脚进行采样, 以确定SMBus地址; 通过100k Ω 电阻将该引脚连接至V _{SS} 或V _{DD} , 以设置地址。器件上电后, 该引脚转变成输出, 在双风扇应用中选择两个转速计之一。
38	$\overline{\text{ALERT}}$	低电平有效, 开漏报警指示输出。
39	RS-5	温度二极管或远端电压ADC5测量的参考地。
40	RS+5	温度二极管或远端电压ADC输入, 相对于RS-5测量。
—	EP	裸焊盘(封装底部), EP连接至V _{SS} 。

注: 除V_{DD}、V_{SS}、REG18、REG25、ADC和EP以外, 所有引脚在器件加电和复位过程中均提供50 μ A上拉高阻态。器件复位后, 撤销弱上拉, 引脚配置为输入或输出。

6通道智能风扇控制器

方框图

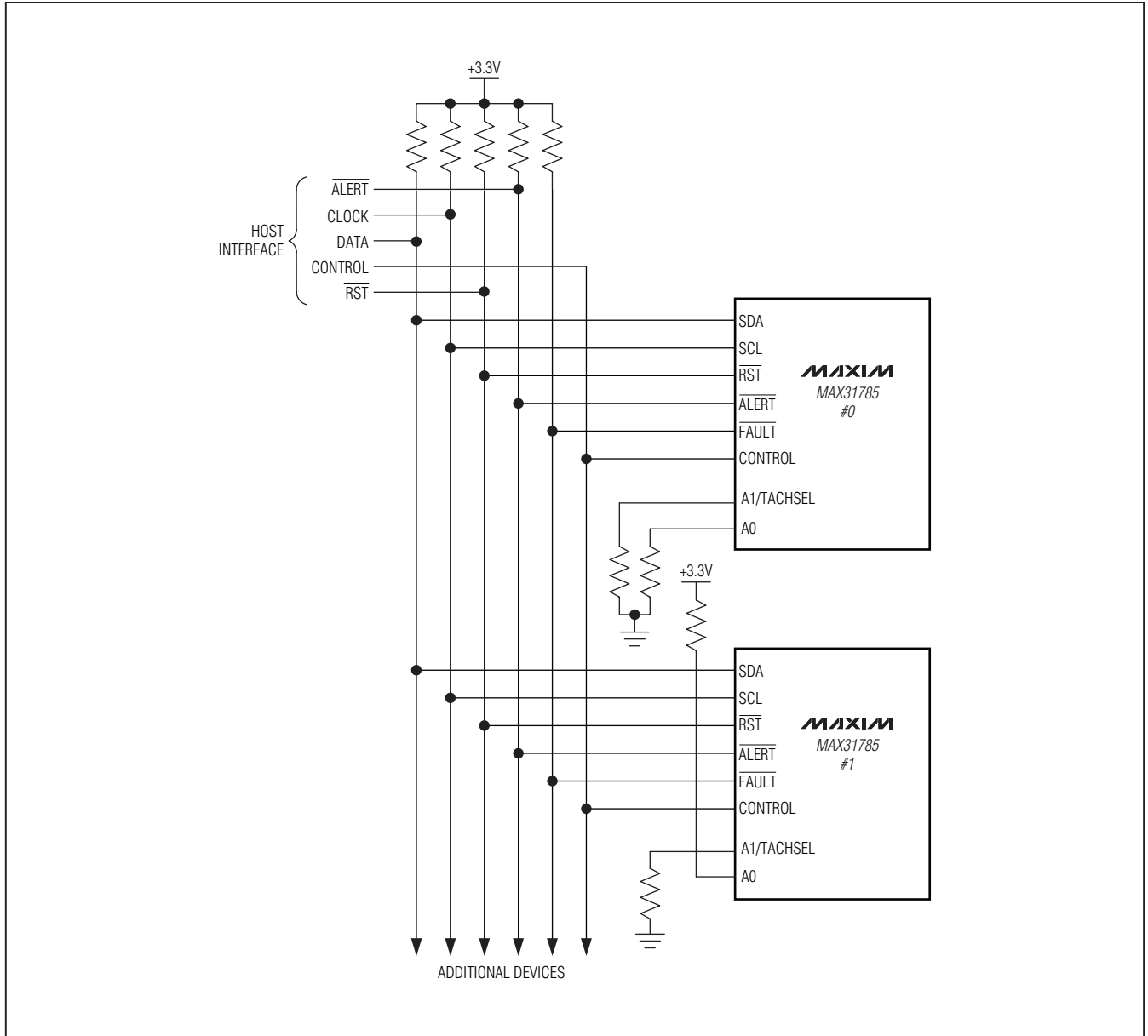


MAXQ是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。

6通道智能风扇控制器

多器件连接图

MAX31785



6通道智能风扇控制器

详细说明

MAX31785是一款闭环风扇控制器。自动闭环风扇控制通过将风扇保持在尽可能低的运行速度，从而降低系统能耗。较低的风扇转速能够获得更低的可闻噪声、更长的风扇寿命，并可有效减少系统维护。基于用户可编程查找表(LUT)，该款器件可以根据11个温度传感器中的一个或多个传感器的检测值，自动调整六个独立风扇的转速。器件允许调整每

个传感器的温度偏差，以补偿系统的温差。另外，也可以通过外部主机手动控制风扇转速，进而由控制器自动调整风扇转速。器件可监测最多六路远端电压。

器件具有ALERT和FAULT输出信号，通过PMBus™兼容通信端口与主机进行通信。另外，它还提供地址输入，从而在系统I/O总线最多挂接4片MAX31785控制器。

表1. PMBus命令代码

CODE	COMMAND NAME	TYPE	PAGE	PAGE	PAGE	PAGE	NO. OF BYTES	FLASH STORED (NOTE 2)	DEFAULT VALUE (NOTE 2)
			0-5	6-16	17-22	255			
(NOTE 1)									
00h	PAGE	R/W Byte	R/W	R/W	R/W	R/W	1	N	00h
03h	CLEAR_FAULTS	Send Byte	W	W	W	W	0	N	—
10h	WRITE_PROTECT	R/W Byte	R/W	R/W	R/W	R/W	1	N	00h
11h	STORE_DEFAULT_ALL	Send Byte	W	W	W	W	0	N	—
12h	RESTORE_DEFAULT_ALL	Send Byte	W	W	W	W	0	N	—
19h	CAPABILITY	Read Byte	R	R	R	R	1	N	00h/10h
20h	VOUT_MODE	Read Byte	R	R	R	R	1	FIXED	40h
2Ah	VOUT_SCALE_MONITOR	R/W Word	—	—	R/W	—	2	Y	7FFFh
3Ah	FAN_CONFIG_1_2	R/W Byte	R/W	—	—	—	1	Y	00h
3Bh	FAN_COMMAND_1	R/W Word	R/W	—	—	—	2	Y	FFFFh
40h	VOUT_OV_FAULT_LIMIT	R/W Word	—	—	R/W	—	2	Y	7FFFh
42h	VOUT_OV_WARN_LIMIT	R/W Word	—	—	R/W	—	2	Y	7FFFh
43h	VOUT_UV_WARN_LIMIT	R/W Word	—	—	R/W	—	2	Y	0000h
44h	VOUT_UV_FAULT_LIMIT	R/W Word	—	—	R/W	—	2	Y	0000h
4Fh	OT_FAULT_LIMIT	R/W Word	—	R/W	—	—	2	Y	7FFFh
51h	OT_WARN_LIMIT	R/W Word	—	R/W	—	—	2	Y	7FFFh
78h	STATUS_BYTE	Read Byte	R	R	R	R	1	N	00h
79h	STATUS_WORD	Read Word	R	R	R	R	2	N	0000h
7Ah	STATUS_VOUT	Read Byte	—	—	R	—	1	N	00h
7Eh	STATUS_CML	Read Byte	R	R	R	R	1	N	00h
80h	STATUS_MFR_SPECIFIC	Read Byte	—	R	—	—	1	N	00h
81h	STATUS_FANS_1_2	Read Byte	R	—	—	—	1	N	00h
8Bh	READ_VOUT	Read Word	—	—	R	—	2	N	0000h
8Dh	READ_TEMPERATURE_1	Read Word	—	R	—	—	2	N	0000h
90h	READ_FAN_SPEED_1	Read Word	R	—	—	—	2	N	0000h
98h	PMBUS_REVISION	Read Byte	R	R	R	R	1	FIXED	11h
99h	MFR_ID	Read Byte	R	R	R	R	1	FIXED	4Dh
9Ah	MFR_MODEL	Read Byte	R	R	R	R	1	FIXED	53h
9Bh	MFR_REVISION	Read Word	R	R	R	R	2	FIXED	3030h
9Ch	MFR_LOCATION	Block R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	8	Y	(Note 3)

PMBus是SMIF, Inc.的商标。

6通道智能风扇控制器

MAX31785

表1. PMBus命令代码(续)

CODE	COMMAND NAME	TYPE	PAGE	PAGE	PAGE	PAGE	NO. OF BYTES	FLASH STORED (NOTE 2)	DEFAULT VALUE (NOTE 2)
			0-5	6-16	17-22	255			
(NOTE 1)									
9Dh	MFR_DATE	Block R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	8	Y	(Note 3)
9Eh	MFR_SERIAL	Block R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	8	Y	(Note 3)
D1h	MFR_MODE	R/W Word	R/W	R/W	R/W	R/W	2	Y	0000h
D4h	MFR_VOUT_PEAK	R/W Word	—	—	R/W	—	2	N	0000h
D6h	MFR_TEMPERATURE_PEAK	R/W Word	—	R/W	—	—	2	N	8000h
D7h	MFR_VOUT_MIN	R/W Word	—	—	R/W	—	2	N	7FFFh
D9h	MFR_FAULT_RESPONSE	R/W Byte	R/W	R/W	R/W	—	1	Y	00h
DC	MFR_NV_FAULT_LOG	Block Read	R	R	R	R	255	Y	(Note 4)
DDh	MFR_TIME_COUNT	Block R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	4	N	(Note 5)
F0h	MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG	R/W Word	—	R/W	—	—	2	Y	0000h
F1h	MFR_FAN_CONFIG	R/W Word	R/W	—	—	—	2	Y	0000h
F2h	MFR_FAN_LUT	Block R/W	R/W	—	—	—	32	Y	(Note 5)
F3h	MFR_READ_FAN_PWM	Read Word	R	—	—	—	2	N	0000h
F5h	MFR_FAN_FAULT_LIMIT	R/W Word	R/W	—	—	—	2	Y	0000h
F6h	MFR_FAN_WARN_LIMIT	R/W Word	R/W	—	—	—	2	Y	0000h
F7h	MFR_FAN_RUN_TIME	R/W Word	R/W	—	—	—	2	Y	0000h
F8h	MFR_FAN_PWM_AVG	R/W Word	R/W	—	—	—	2	Y	0000h
F9h	MFR_FAN_PWM2RPM	Block R/W	R/W	—	—	—	8	Y	(Note 5)

Note 1: Common commands are shaded. Access through any page results in the same device response.

Note 2: In the **Flash Stored** column, an “N” indicates that this parameter is not stored in flash memory when the STORE_DEFAULT_ALL command is executed and the value shown in the **Default Value** column is automatically loaded upon power-on reset or when the $\overline{\text{RST}}$ pin is asserted. A “Y” in the **Flash Stored** column indicates that the currently loaded value in this parameter is stored in flash memory when the STORE_DEFAULT_ALL command is executed and is automatically loaded upon power-on reset or when the $\overline{\text{RST}}$ pin is asserted and the value shown in the **Default Value** column is the value when shipped from the factory. “FIXED” in the **Flash Stored** column means this value is fixed at the factory and cannot be changed.

Note 3: The factory-set default value for this 8-byte block is 3130313031303130h.

Note 4: The factory-set default value for the complete block of the MFR_NV_FAULT_LOG is FFh.

Note 5: The factory-set default value for the complete block is 00h.

6通道智能风扇控制器

表2. PMBus/SMBus串口地址

A1	A0	7-BIT SLAVE ADDRESS
100kΩ to VSS	100kΩ to VSS	1010 010 (A4h)
	100kΩ to VDD	1010 011 (A6h)
100kΩ to VDD	100kΩ to VSS	1010 100 (A8h)
	100kΩ to VDD	1010 101 (AAh)

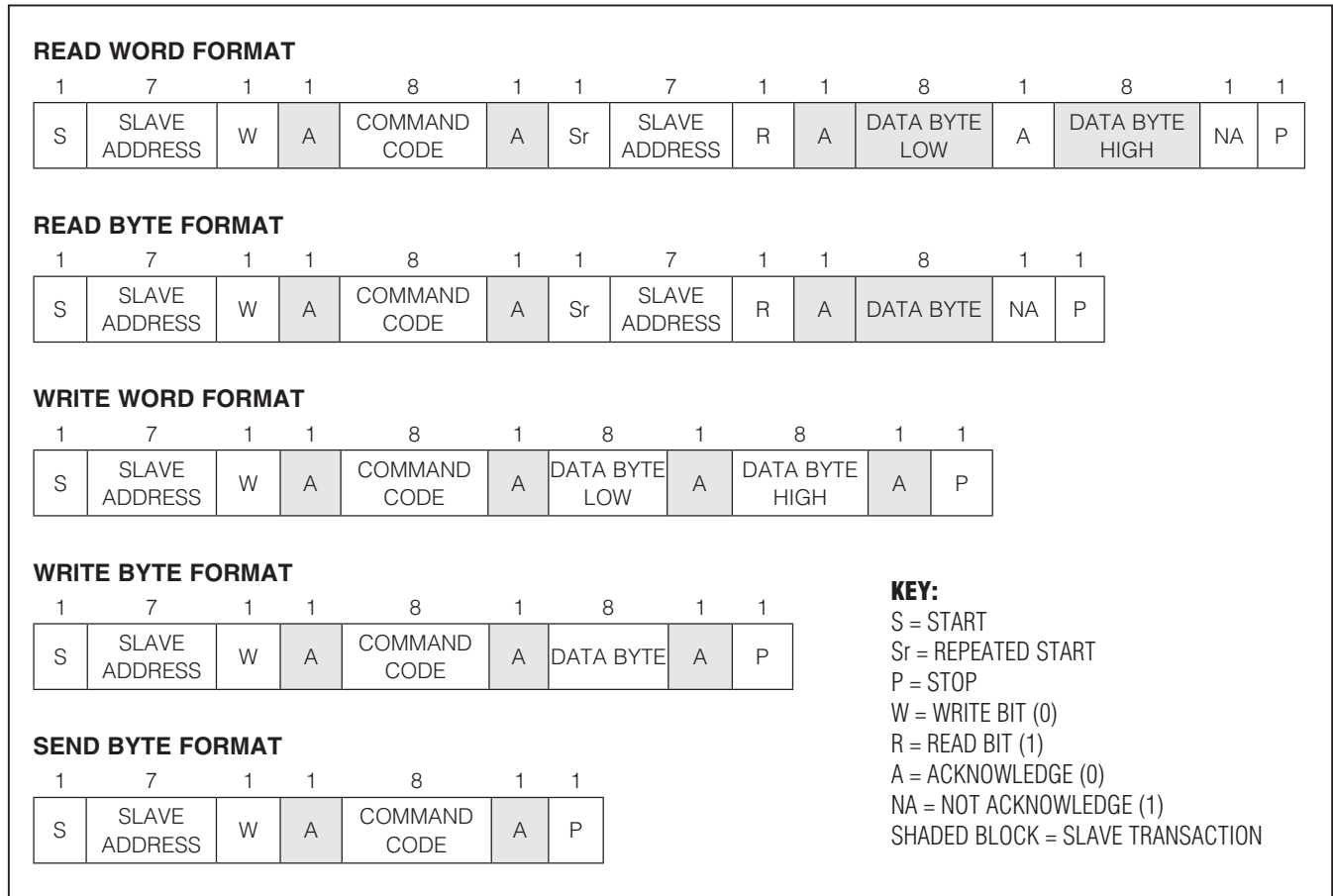
地址选择

器件上电时，器件对A0和A1引脚进行采样，以确定PMBus/SMBus串口地址。

SMBus/PMBus操作

器件采用SMBus格式实现PMBus命令架构，下面列举了几种主机与从机之间的数据流结构，用于支持不同类型的事务处理。发送数据时，首先发送最高有效位(MSB)。

SMBus/PMBus通信示例



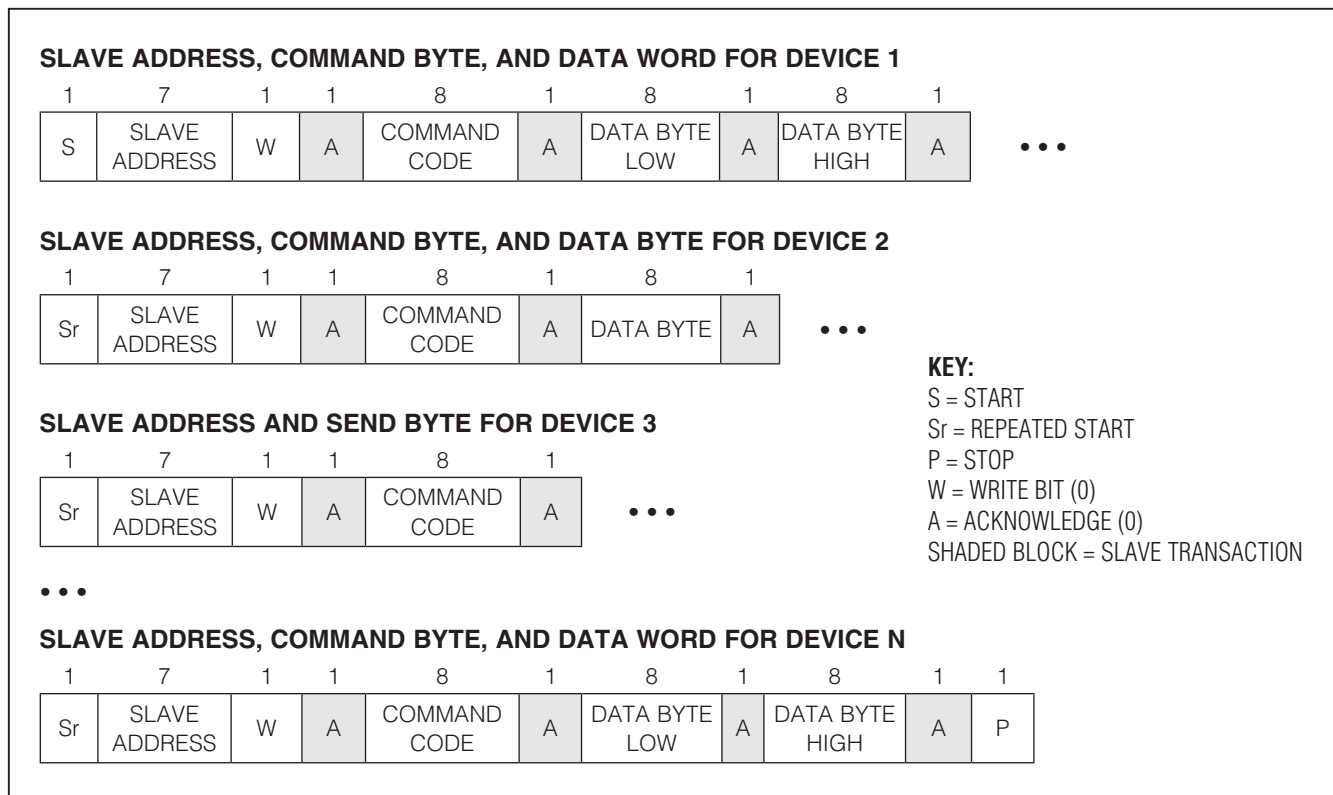
6通道智能风扇控制器

组命令

器件支持组命令。采用组命令时，主机可连续写入一长串数据流，把数据写入同一总线上的多个器件。在该事务处理过

程中，被寻址的所有器件在响应命令之前，等待主器件发送一个STOP条件。

组命令的写操作格式



寻址

器件通过在总线上发出应答(ACK)信号表明接收到其固定的从地址。器件不会响应一个通用的呼叫地址；它只是在收到其固定的从地址时才会做出响应。唯一例外的情况是，如果使能ALERT输出(MFR_MODE中的ALERT位 = 1)，并且触发了ALERT报警。如果出现这种情况，器件将仅仅识别报警响应地址(0001 100, 18h)，更多信息请参考ALERT和报警响应地址(ARA)部分。

ALERT和报警响应地址(ARA)

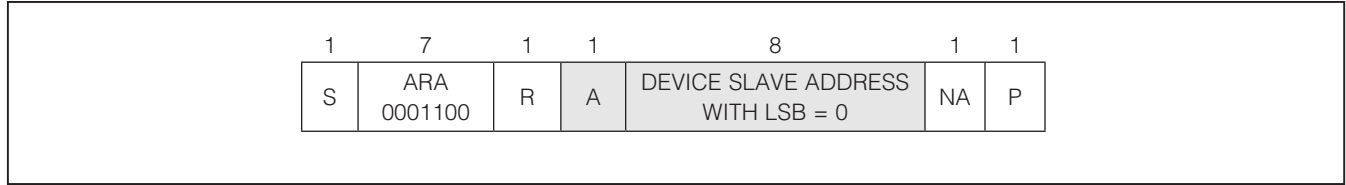
如果ALERT输出使能(在MFR_MODE中ALERT位 = 1)，发生故障时，该器件会发出ALERT信号，然后等待主机发送报

警响应地址(ARA)字节格式部分指出的报警响应地址(ARA)。等待ARA时，器件不会对其固定的从地址做出响应。

如果器件收到ARA，并且触发了ALERT报警，器件将应答(ACK)报警，然后通过总线仲裁尝试将其固定从地址发送到总线上，因为其它器件可能也在尝试响应该ARA。仲裁规则规定最低地址器件优先获得总线。如果器件赢得仲裁，它将清除ALERT，并开始响应其固定的从地址。如果器件错过仲裁，则保持ALERT置位，并等待主机再次发送ARA。

6通道智能风扇控制器

报警响应地址(ARA)字节格式



主器件发送或读取过少位

如果由于任何原因，主机无法在收到START或STOP之前写入一个完整字节，或从器件读取一个完整字节，器件将执行以下操作：

- 1) 忽略此命令
- 2) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 3) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 4) 将STATUS_CML中的DATA_FAULT置位
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

主器件发送或读取过少字节

对于支持的每个命令，器件预计将写入或从中读取固定的字节数量。如果因为任何原因，向器件写入或从中读取的字节数量低于预期的字节数量，器件将完全忽略此命令，不会采取任何行动。

主器件发送过多字节或位

对于支持的每个命令，预计写入器件固定的字节数量。如果因为任何原因，向器件写入的字节或位数超过预期，则器件将执行如下操作：

- 1) 忽略该命令
- 2) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 3) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 4) 将STATUS_CML中的DATA_FAULT置位
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

主器件读取过多字节或位

对于支持的每个命令，预计可从器件读取固定的字节数量。如果因为任何原因，从器件读取的字节或位数超过预期，器件将执行如下操作：

- 1) 只要主机保持应答，则发送全1 (FFh)
- 2) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 3) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 4) 将STATUS_CML中的DATA_FAULT置位
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

主器件在从地址字节发送不正确的读操作位

如果器件在命令代码之前接收到R/ $\overline{\text{W}}$ 位置1的从地址，器件将执行以下操作(注意，该操作不适合ARA)：

- 1) 应答地址字节
- 2) 只要主机保持应答，则发送全1 (FFh)
- 3) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 4) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 5) 将STATUS_CML中的DATA_FAULT置位
- 6) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

收到不支持的命令代码

如果主机向器件发送了器件不支持的命令代码，或者主机发送当前PAGE设置不支持的命令代码，器件将执行以下操作：

- 1) 忽略此命令
- 2) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 3) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 4) 将STATUS_CML中的COMM_FAULT置位
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

收到无效数据

器件检查PAGE和WRITE_PROTECT命令代码，确定数据是否有效。如果主机写入的数值无效，器件将执行以下操作：

- 1) 忽略此命令
- 2) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 3) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 4) 将STATUS_CML中的DATA_FAULT置位
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

6通道智能风扇控制器

主器件读取只写命令

如果针对只写命令(CLEAR_FAULTS、STORE_DEFAULT_ALL、RESTORE_DEFAULT_ALL)发送了一个读请求，器件将执行以下操作：

- 1) 应答地址字节
- 2) 忽略此命令
- 3) 只要主机保持应答，则发送全1 (FFh)
- 4) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 5) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 6) 将STATUS_CML中的DATA_FAULT置位
- 7) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

主器件写入只读命令

如果对只读命令发送一个写请求，器件将执行以下操作：

- 1) 忽略该命令
- 2) 将STATUS_BYTE中的CML置位
- 3) 将STATUS_WORD中的CML置位
- 4) 将STATUS_CML中的COMM_FAULT置位
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ (如果使能)通知主机

SMBus超时

如果在有效的SMBus通信进程中，SCL信号保持低电平的时间大于超时周期(t_{TO})，器件将终止该进程，复位串行总线。器件不会采取其它动作，也不会置位状态位。

PMBus操作

从软件角度来看，器件是能够执行PMBus命令子集PMBus器件。PMBus 1.1兼容器件按照SMBus传输协议1.1进行数据传输以及SMBus从地址响应。在本数据资料中，SMBus指按照SMBus物理层协议进行PMBus通信的电气特征，PMBus指的是PMBus命令协议。器件采用多种标准化SMBus协议，对输出电压和告警/故障阈值进行编程，读取监测数据，并支持厂商特定的所有命令。

器件支持组命令，组命令用于对多个PMBus器件发送命令。但不要求所有器件都接收同一命令。但是，在一组组命令数据包中，不能向任何一个器件发送一个以上的命令。当命令要求接收器件响应数据时，不得采用组命令，例如STATUS_BYTE命令。如果器件通过该协议收到一条命令，检测到STOP条件之后，会立即开始执行收到的命令。

器件支持PAGE命令，并利用它选择所访问的通道。如需传输一个数据字，则首先发送低字节，最后发送高字节。任何字节中，首先发送最高有效位(MSB)，最后发送最低有效位(LSB)。

PMBus协议支持

器件支持PMBus™电源管理系统协议规范第二部分—命令语言(版本1.1)规定的命令子集。如欲了解详细的规范和完整的PMBus命令列表，请参考www.PMBus.org网站公布的PMBus规范的第二部分。本文介绍了器件支持的PMBus命令以及相应的器件操作。除非另外说明，所有数值均采用DIRECT格式表示。本文情况下，PMBus规范涉及的PMBus器件，均代表配合风扇工作的MAX31785。可通过调用命令打开或关闭PMBus器件，但MAX31785始终保持有效工作状态，以便与PMBus主机保持连续通信，另外，MAX31785将命令发送到相应的风扇。

数据格式

用于命令、读取输出电压或相关参数(例如过压阈值)的电压数据采用DIRECT格式表示。DIRECT格式数据是一个两字节二进制补码。DIRECT格式数据可用于任何命令，发送或读取参数值。DIRECT格式采用一个等式和规定的系数计算所需要的数值，表3为器件采用的系数。

6通道智能风扇控制器

表3. PMBus命令代码系数

PARAMETER	COMMANDS	UNITS	RESOLUTION	MAX	m	b	R
Voltage	VOUT_OV_FAULT_LIMIT VOUT_OV_WARN_LIMIT VOUT_UV_WARN_LIMIT VOUT_UV_FAULT_LIMIT READ_VOUT MFR_VOUT_PEAK MFR_VOUT_MIN	mV	1	32,767	1	0	0
Voltage Scaling	VOUT_SCALE_MONITOR	—	1/32,767	1	32,767	0	0
Temperature	OT_FAULT_LIMIT OT_WARN_LIMIT READ_TEMPERATURE_1 MFR_TEMPERATURE_PEAK	°C	0.01	327.67	1	0	2
Fan Speed	READ_FAN_SPEED_1 FAN_COMMAND_1 MFR_FAN_FAULT_LIMIT MFR_FAN_WARN_LIMIT	RPM	1	32,767	1	0	0
	FAN_COMMAND_1 MFR_READ_FAN_PWM MFR_FAN_FAULT_LIMIT MFR_FAN_WARN_LIMIT MFR_FAN_PWM_AVG	%	0.01	327.67	1	0	2

解析读取的DIRECT格式数据

主系统采用下列等式将从PMBus器件(MAX31785)收到的数据转换成电压读数、摄氏度或其它单位的数值：

$$X = (1/m) \times (Y \times 10^{-R} - b)$$

式中，X为计算值，对应于相关单位(V、°C)的实际值；m代表斜率系数；Y代表从PMBus器件收到的两个字节的二进制补码整型数；b为偏移量；R为指数。

发送DIRECT格式数据

发送数据时，主机必须按照下式计算出Y值：

$$Y = (mX + b) \times 10^R$$

式中，Y是发送到相应单元的两字节二进制补码整型数；m代表斜率系数；X是以伏特等单位的实际数值，转换后用于传输；b为偏移；R为指数。

以下示例介绍了主机发送数据以及从器件获得数据的过程，表4为下列参数使用的系数。

表4. DIRECT格式数据系数

COMMAND CODE	COMMAND NAME	m	b	R
8Bh	READ_VOUT	1	0	0

如果主机在READ_VOUT命令中接收到0D89h，结果等于：

$$X = (1/1) \times (0D89h \times 10^{(-0)} - 0) = 3465mV = 3.465V$$

PMBus器件所有与电压相关的参数都为正值。如果输出是系统关注的的数据，则由系统判断输出是否为负值。所有对应于电压的输出命令采用两字节数据。

表5. 器件参数监测状态

PARAMETER	REQUIRED CONDITIONS FOR ACTIVE MONITORING	ACTION DURING A FAULT
Overvoltage	Voltage Monitoring Enabled (ADC_ENABLE in MFR_MODE = 1)	Continue Monitoring
Undervoltage	Voltage Monitoring Enabled (ADC_ENABLE in MFR_MODE = 1)	Continue Monitoring
Overtemperature	Temp Sensor Enabled (ENABLE in MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG = 1)	Continue Monitoring
Fan Speed	Fan Enabled (Bit 7 in FAN_CONFIG_1_2 = 1)	Continue Monitoring

故障管理与报告

为了实时向主机报告故障/报警，器件需对开漏ALERT引脚置位(如果在MFR_MODE中已使能)，并对各种状态寄存器的对应位进行设置。当识别到ALERT报警时，主机或系统管理器会对I²C总线进行轮询，以确定触发ALERT的器件。主机发送SMBus ARA (0001 100)，器件应答SMBus ARA，发送其从地址，并清除ALERT。系统控制器然后与PMBus命令通信，从器件检索故障/报警状态信息。

详细信息请参考各命令章节，下列任何条件均可清除状态寄存器锁存的故障和报警：

- 收到一条CLEAR_FAULTS命令
- 触发RST引脚
- 移除器件的偏置电源，然后重新上电。

器件根据厂商的故障响应命令(MFR_FAULT_RESPONSE)应答故障条件。该命令字节决定器件如何响应每个特定故障，表5列出了具体参数所需要的条件和故障动作。

系统看门狗定时器

器件包含一个内部看门狗定时器——每隔10毫秒对其进行一次复位。如果器件被锁定并且500ms内没有产生看门狗复位，器件将自动复位。自动复位后，器件重新加载存储在闪存中的所有配置数据，并开始正常运行。复位后，器件还将执行如下操作：

- 1) 将STATUS_BYTE中的NONE OF THE ABOVE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的NONE OF THE ABOVE和MFR置位
- 3) 将STATUS_MFR_SPECIFIC中的WATCHDOG置位
- 4) 触发ALERT通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

温度传感器

器件可监测多达11个温度传感器，监测4个基于I²C的远端温度传感器、6个远端二极管及其自身内部的温度传感器。每秒钟对使能的温度传感器进行一次测量，远端二极管和内部温度传感器取8次测量值的平均，以降低噪声。每次尝试读取温度传感器的数值时，器件都会检查是否存在故障。对于远端二极管，如果读数高于+160°C或低于-60°C，则判定出现故障；对于内部温度传感器，如果读数高于+130°C或低于-60°C，则判定出现故障；对于I²C温度传感器，故障定义为通信访问故障。通过将温度读数设置为7FFFh，报告温度传感器故障。温度传感器故障将对STATUS_BYTE和STATUS_WORD的TEMPERATURE置位，并置位ALERT(如果在MFR_MODE中已启用)。不会置位STATUS_MFR_SPECIFIC中的任何位。

测量温度并非一定用于控制风扇的转速，也可以独立使能温度监测。读取禁用的温度传感器时，器件将返回0000h固定值。

远端二极管温度传感器支持npn或pnp晶体管。器件自动抵消可能影响距离器件较远的远端二极管的串联电阻。

器件可控制最多4个DS75LV数字温度传感器，DS75LV的A0、A1和A2引脚应按照表6配置。不使用DS75LV的调温功能，因此，O.S.输出应为开路。

表6. DS75LV地址引脚配置

PAGE	MAX31785 I ² C TEMP SENSOR	DS75LV ADDRESS PIN CONFIGURATION		
		A2	A1	A0
7	TEMP SENSOR I ² C 0	0	0	0
8	TEMP SENSOR I ² C 1	0	0	1
9	TEMP SENSOR I ² C 2	0	1	0
10	TEMP SENSOR I ² C 3	0	1	1

6通道智能风扇控制器

风扇控制

风扇控制具有四种工作模式。FAN_COMMAND_1与FAN_CONFIG_1_2的第6位组合决定了工作模式(参见表7)。将FAN_CONFIG_1_2中的第7位置0, 可禁用风扇控制。

双风扇应用

在采用RPM工作模式的双风扇应用中, 当TACHSEL = 0时, 所选择的转速计对目标RPM进行闭环控制。一旦完成PWM提速, TACHSEL将每隔500ms在两个转速计之间切换一次, 以便监测转速计。通过READ_FAN_SPEED_1报告两个转速计中较慢的一个, 并用作风扇故障和报警比较值。如果两个转速计中一个速度较慢, 建议在TACHSEL = 0的条件下, 将较慢的转速计信号提交至TACH输入。如果为双风扇运行配置了一个以上的风扇通道, 这些风扇必须在器件开始切换TACHSEL输出和监测两个转速计之前, 达到目标风扇转速。

自动风扇控制

自动模式下, 根据控制温度(最高温度读数)和控制相关风扇的PWM占空比(采用百分比表示)以及风扇转速(采用RPM表示)采用闭环方式控制风扇。风扇查找表(LUT)规定了这些参数, 有关配置的详细信息请参考MFR_FAN_LUT

详细说明。如果控制温度超过LUT规定的温度值, 器件会输出一个PWM占空比, 或调整与该温度对应的风扇转速, 请参考图1示例。

当一个或所有11个温度传感器用于控制风扇转速时, 每个温度传感器具备偏移调整功能, 确保采用不同温度特性的传感器时能够监测特定的温度区域。图1中, 远端二极管温度传感器0监测的区域对温度的敏感度要比I²C温度传感器3测量的区域高出15°C。为了尽可能降低可闻噪声和风扇功耗, 器件允许对每个温度传感器附加一个温度偏移, 确保以尽可能低的风扇转速控制不同温度特性的测温区域。

如果没有指定控制风扇的温度传感器, 输出风扇PWM信号可以达到100%占空比。

图2中, 在温度取样点1, 所要求的风扇转速电平对应于温度等级2, 由于温度取样值1高于温度等级3, 因此, 需要提高风扇的PWM占空比, 从而提高风扇转速。器件按照MFR_FAN_CONFIG命令代码的RAMP位控制PWM占空比的速率提升。如果温度测量检测到需要更新PWM目标值之前, PWM占空比还未达到目标值, 器件将停止向旧的目标更新, 而是按照所设置的速率调整到新的目标值。

表7. 风扇控制模式

FAN CONTROL MODE	FAN OPERATIONAL DETAILS	BIT 6 OF FAN_CONFIG_1_2	VALUE IN FAN_COMMAND_1
Manual PWM	External host controls the fan speed by directly setting the fan PWM duty-cycle values.	0	0000h to 7FFFh
Manual RPM	External host controls the fan speed by setting target fan speed values. The device reads the actual fan speed and close loop adjusts the output fan PWM to match the target fan speed.	1	0000h to 7FFFh
Automatic PWM	The device sets the output PWM based on the fan LUT that maps the temperature sensor readings to the required fan PWM duty-cycle values.	0	8000h to FFFFh
Automatic RPM	The device reads the actual fan speed and close loop adjusts the output fan PWM to match the target fan speed based on the fan LUT that maps the temperature sensor readings to the required fan speed.	1	8000h to FFFFh

注: RPM模式仅适用于具备转速计输出的风扇。

6通道智能风扇控制器

MAX31785

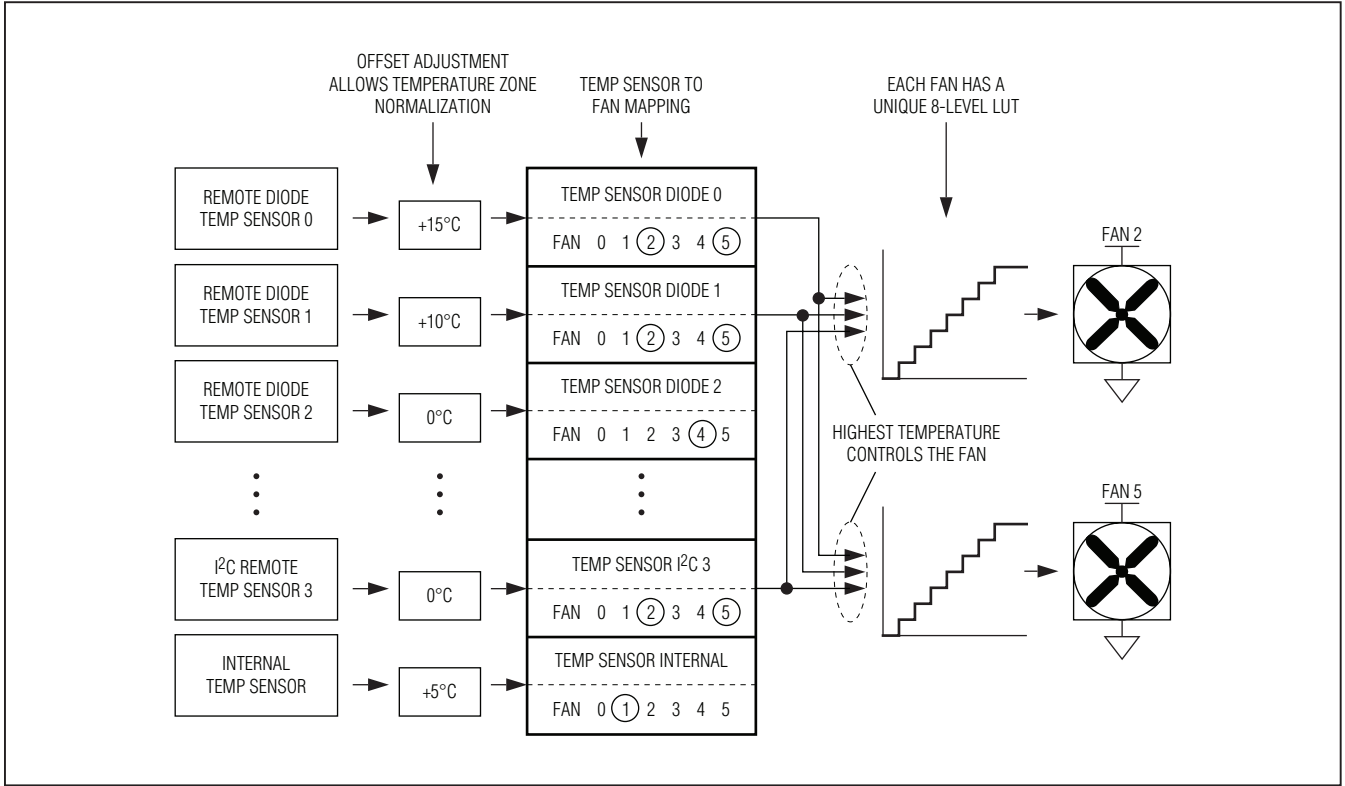


图1. 自动风扇控制

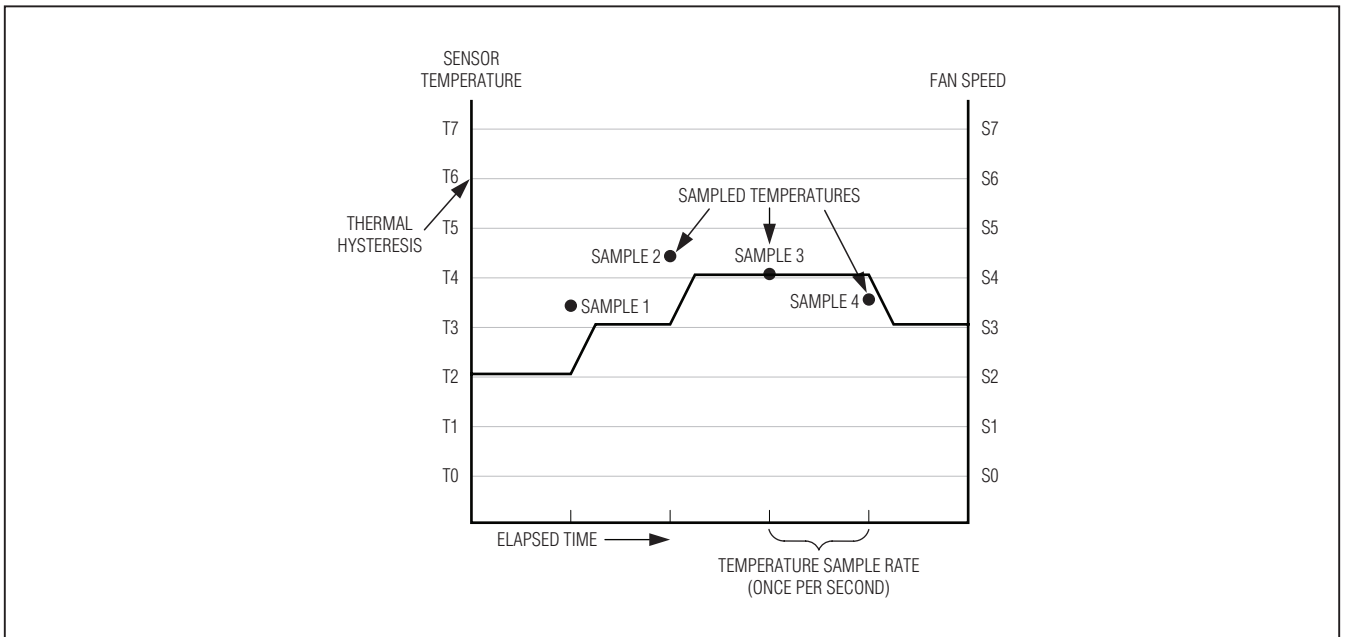


图2. 风扇转速控制示例

6通道智能风扇控制器

在温度采样点2，温度已升至温度等级4以上，必须再次提高PWM占空比。在温度采样点3，温度有所下降，但仍高于温度滞回门限(由MFR_FAN_CONFIG命令代码的HYS位设置)，因此，风扇转速保持等级4。在温度采样点4，温度下降到温度滞回门限以下，因此降低PWM占空比。

脉冲展宽

在某些3线制风扇应用中，如果通过中断供电电源控制风扇转速，则不存在转速计信号。某些风扇控制器会定期展宽PWM信号，确保精确检测转速计。脉冲展宽会带来可闻噪声，**该器件不会展宽脉冲**。因此，对于需要随时提供可靠的转速计信号的RPM风扇模式，任何时候都不能工作在以开

关方式控制风扇转速的应用中。例如，一个3线风扇的低边开关不能采用任何一种RPM风扇模式。

风扇起转

图3所示为风扇起转过程。风扇起转时，每隔200ms检查一次转数，检查时间最长2s。当累计转数大于或等于起转释放门限时，风扇完成起转。如果风扇含有一个锁定的转子输出，当锁定的转子信号被释放时，表明风扇完成起转。

完成风扇起转后，器件强制风扇控制采用40%的PWM占空比。在下次温度转换完成之前(一秒钟一次)保持40%占空比不变。温度转换完成后，器件进入手动控制模式，或采用MFR_FAN_LUT自动操作模式。

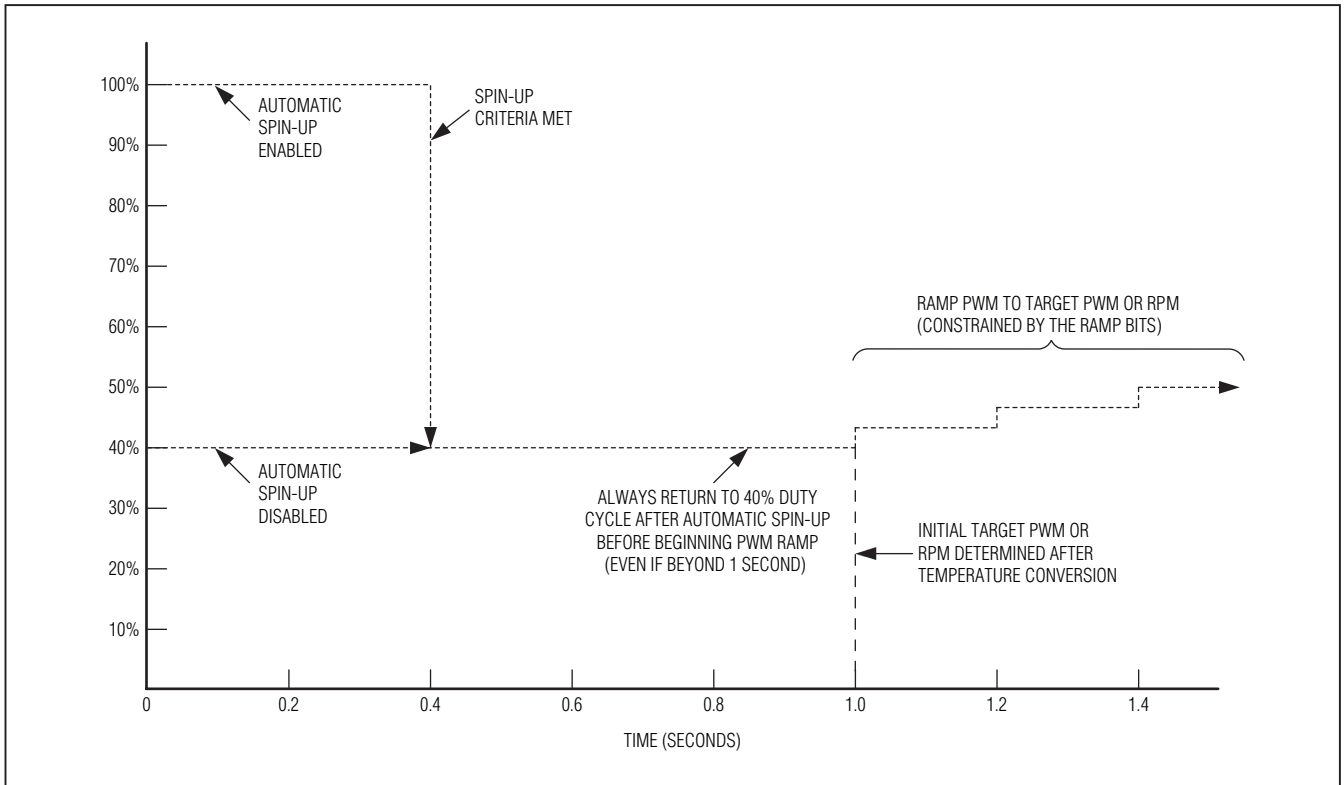


图3. 风扇起转

6通道智能风扇控制器

风扇上电顺序

多个风扇不能同时启动。风扇以200ms的时间间隔逐一启动，以减轻供电压力。风扇初次上电以及正常运行过程中的开关操作都会采用该上电顺序。

风扇诊断功能

器件具备风扇诊断功能，帮助预测风扇的工作寿命。该功能针对所采用的PWM占空比，将测量值与预计的风扇转速进行比对，以确定风扇运转是否正常。该功能可通过MFR_FAN_CONFIG中的HEALTH位(第4位)启用。如果使能风

扇诊断功能，则每秒钟对每个已经使能的风扇进行一次诊断，如果风扇的PWM占空比稳定时间达到30s，则将测得的RPM与所要求的RPM进行比对，并正确设置STATUS_FAN_1_2中用来代表风扇健康运行状况的颜色位(GREEN、ORANGE、RED)。如果占空比不稳定的时间超过10分钟，则将STATUS_FANS_1_2中的YELLOW置位。

利用MFR_FAN_PWM2RPM命令输入预期的风扇转速曲线。如图4所示，利用该命令，在表内填入4个预先指定的PWM占空比(40%、60%、80%和100%)和预期的风扇转速值。当风扇的PWM占空比在40%和80%之间时，将测

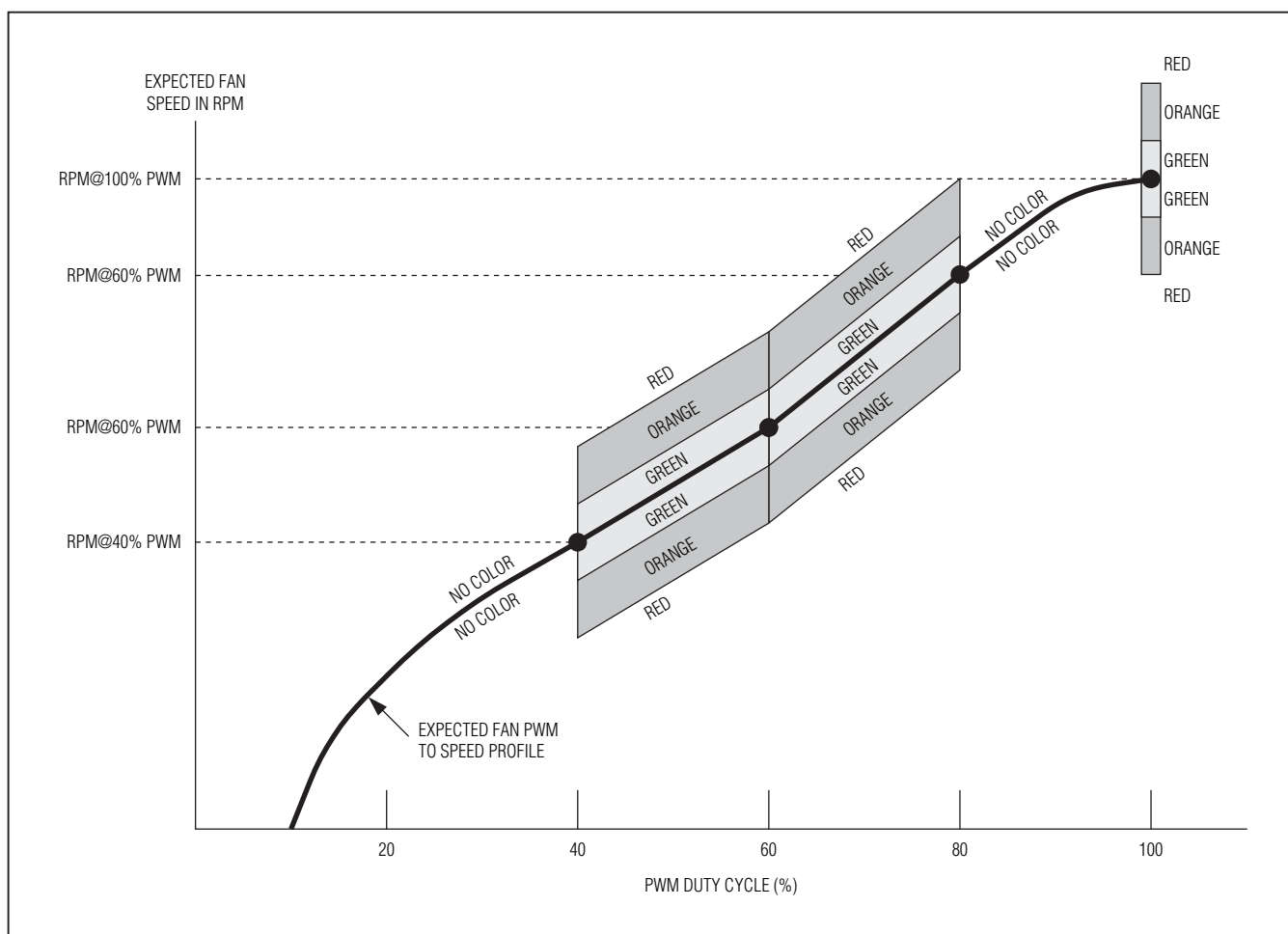


图4. 风扇PWM与RPM转换示例

6通道智能风扇控制器

得的RPM与预期的RPM进行比对。在100%占空比条件下，将测得的风扇转速与预期的风扇转速进行对比。在40%至80%范围内，风扇的预期速度曲线几乎呈线性。当占空比超出该范围时(100%占空比除外)，不同风扇之间的预期速度曲线变化很大，此时不可能预测转速。

如表8所示，根据测得的风扇转速与预期的风扇转速之间的差值，以及MFR_MODE中的FAN_HEALTH_CRITERIA位，设置STATUS_FANS_1_2中代表风扇运行状况的颜色位。如果风扇PWM占空比低于40%，或在80%至100%之间，则无法显示风扇运行的颜色，此时清除所有颜色位。如果风扇不稳定，则置位YELLOW位。

表8. 风扇诊断

LOWER NIBBLE OF STATUS_FAN_1_2	FAN_HEALTH_CRITERIA BITS IN MFR_MODE	MONITORED FAN SPEED VS. EXPECTED TARGET
GREEN	00	Within 10%
	01	Within 10%
	10	Within 15%
	11	Within 15%
YELLOW	—	Fan speed is not stable
ORANGE	00	Between 10% and 15%
	01	Between 10% and 20%
	10	Between 15% and 20%
	11	Between 15% and 25%
RED	00	Over 15%
	01	Over 20%
	10	Over 20%
	11	Over 25%

6通道智能风扇控制器

MAX31785

PMBus命令

下文将概要介绍器件支持的各种PMBus命令。

PAGE (00h)

器件可控制多达6个风扇和11个温度传感器，并可利用PMBus (I²C)地址测量多达6个远端电压。发送PAGE命令(数据0至22)，选择受所有PMBus命令(如表1所示)影响的风扇、温度传感器或远端电压。但并非支持每页的所有命令。如果收到不支持的命令，将置位CML状态位。有些命令是通用命令，意味着无论选择哪一页，它对器件的影响相同，从器件收到的响应相同。

如果需要将以下PMBus命令同时作用于所有页，需将PAGE设置为255。

表9. 页命令

PAGE (DEC)	ASSOCIATED CONTROL
0	Fan Connected to PWM 0
1	Fan Connected to PWM 1
2	Fan Connected to PWM 2
3	Fan Connected to PWM 3
4	Fan Connected to PWM 4
5	Fan Connected to PWM 5
6	Remote Thermal Diode Connected to ADC 0
7	Remote Thermal Diode Connected to ADC 1
8	Remote Thermal Diode Connected to ADC 2
9	Remote Thermal Diode Connected to ADC 3
10	Remote Thermal Diode Connected to ADC 4
11	Remote Thermal Diode Connected to ADC 5
12	Internal Temperature Sensor
13	Remote I ² C Temperature Sensor with Address 0
14	Remote I ² C Temperature Sensor with Address 1
15	Remote I ² C Temperature Sensor with Address 2
16	Remote I ² C Temperature Sensor with Address 3
17	Remote Voltage Connected to ADC 0
18	Remote Voltage Connected to ADC 1
19	Remote Voltage Connected to ADC 2
20	Remote Voltage Connected to ADC 3
21	Remote Voltage Connected to ADC 4
22	Remote Voltage Connected to ADC 5
23 to 254	Reserved
255	Applies to All Pages

6通道智能风扇控制器

CLEAR_FAULTS (03h)

CLEAR_FAULTS命令用于清除状态寄存器中已设置的任何故障位或报警位。该命令同时清除所有位。如果执行CLEAR_FAULTS命令后，故障仍然存在，则重置故障状态位并触发ALERT报警(如果在MFR_MODE中已启用)通知主器件。该命令为只写命令，没有数据字节。

WRITE_PROTECT (10h)

WRITE_PROTECT命令可以防止对器件运行内存的意外更改。可读取所有支持命令的参数，与WRITE_PROTECT设置无关，表10给出了WRITE_PROTECT信息内容。

表10. WRITE_PROTECT命令字节

COMMAND BYTE	MEANING
80h	Disable all writes except the WRITE_PROTECT command.
40h	Disable all writes except the WRITE_PROTECT and PAGE commands.
00h	Enable writes for all commands (default).

注：如果主机试图向受保护区域写入数据，则不会生成故障或错误。

STORE_DEFAULT_ALL (11h)

STORE_DEFAULT_ALL命令指示器件将配置信息发送至内部闪存。器件并不存储所有信息，只存储配置数据，不包括任何状态或操作数据。如果在数据传输过程中出现错误，则触发ALERT（如果使能），并将STATUS_BYTE和STATUS_WORD中的CML置位。不置位STATUS_CML中的位。**不建议在器件控制风扇时使用STORE_DEFAULT_ALL命令。**发送配置数据时，器件不响应PMBus命令，也不监测风扇。该命令为只写命令，不存在数据字节。

注意：器件执行STORE_DEFAULT_ALL命令时，V_{DD}必须高于2.9V。

RESTORE_DEFAULT_ALL (12h)

RESTORE_DEFAULT_ALL命令将默认配置信息由内部闪存发送到器件中的用户寄存器。只有在器件没有控制风扇时执行RESTORE_DEFAULT_ALL命令。器件复位后，在无需PMBus操作的情况下，器件可自动执行该命令。该命令为只写命令，不存在数据字节。

CAPABILITY (19h)

CAPABILITY命令可用于确定器件的某些主要功能。CAPABILITY命令为只读命令。信息内容如表11所示。

表11. CAPABILITY命令字节

BIT	DESCRIPTION	MEANING
7	Packet-Error Checking	0 = PEC not supported.
6:5	PMBus Speed	00 = Maximum supported bus speed is 100kHz.
4	ALERT	1 = Device supports an ALERT output (if ALERT is enabled in MFR_MODE). 0 = Device does not support ALERT output (ALERT is disabled in MFR_MODE).
3:0	Reserved	Always returns 0000.

6通道智能风扇控制器

VOUT_MODE (20h)

VOUT_MODE命令用于报告器件的数据格式。对于所有与电压相关的命令，器件采用DIRECT格式。如果返回值为40h，表明采用了DIRECT数据格式。该命令为只读命令。如果主机试图对该命令进行写操作，则置位CML状态位。请参考表3，了解不同命令的m、b和R值。

VOUT_SCALE_MONITOR (2Ah)

VOUT_SCALE_MONITOR适用于被测远端电压不等于ADC输入电压的应用。例如，希望12V输出电压对应于1.0V的ADC输入，则 $VOUT_SCALE_MONITOR = 1.0V/12V = 0.0833$ 。在远端电压高于器件输入量程的应用中，远端电压可通过一个电阻分压器实现测量，电阻分压器可对远端电压成比例缩小。PMBus命令给出了实际的远端电压，而非ADC的输入电压。为了让器件在远端电压(例如12V)和ADC输入电压之间建立一一对应关系，可以使用VOUT_SCALE_MONITOR命令。两个数据字节为DIRECT格式，该值是一个无量纲数值。例如，如果需要的比例系数为0.0833，则VOUT_SCALE_MONITOR应设置为0AABh ($2731/32,767 = 0.0833$)。

表12. VOUT_SCALE_MONITOR

NOMINAL VOLTAGE LEVEL MONITORED (V)	NOMINAL ADC INPUT VOLTAGE LEVEL (V) (SEE NOTE)	RESISTIVE VOLTAGE-DIVIDER RATIO	VOUT_SCALE_MONITOR VALUE (HEX)
1.2	1.0	0.833	6AAAh
1.5	1.0	0.667	5555h
1.8	1.0	0.555	470Ah
2.5	1.0	0.4	3333h
3.3	1.0	0.303	26C8h
5	1.0	0.2	1999h
12	1.0	0.0833	0AABh

注意：器件ADC的满量程电压为1.225V。建议采用1.0V ADC输入代表100%的标称电压比例系数。

FAN_CONFIG_1_2 (3Ah)

FAN_CONFIG_1_2命令与MFR_FAN_CONFIG配合使用，对风扇进行配置。有关该命令的更多信息，请参考MFR_FAN_CONFIG (F1h)部分，FAN_CONFIG_1_2命令如表13所述。

表13. FAN_CONFIG_1_2命令字节

BIT	NAME	MEANING
7	FAN ENABLE	0 = Fan disabled (PWM forced low). 1 = Fan enabled.
6	RPM/PWM	0 = PWM duty cycle is the fan-controlling parameter. 1 = RPM is the fan-controlling parameter.
5:4	PULSE	00 = 1 Tach pulse per fan revolution. 01 = 2 Tach pulses per fan revolution. 10 = 3 Tach pulses per fan revolution. 11 = 4 Tach pulses per fan revolution.
3:0	0	These bits always return a 0.

6通道智能风扇控制器

FAN_COMMAND_1 (3Bh)

FAN_COMMAND_1命令用于接管器件的自动风扇控制功能，强制风扇工作在固定的PWM占空比或目标风扇转速(以RPM为单位)。FAN_COMMAND_1的单位为占空比的百分比(如果FAN_CONFIG_1_2的第6位为0)或RPM(如果FAN_CONFIG_1_2的第6位为1)。器件将忽略低于0%的占空比或低于0的RPM的任何数值，进而采用自动风扇控制功能。对于任何高于或等于0%的占空比或大于0的RPM的数值，器件将忽略自动风扇控制功能，强制风扇达到FAN_COMMAND_1命令规定的PWM值或RPM数值。两个数据字节为DIRECT格式。

表14. PWM风扇模式(FAN_CONFIG_1_2, 第6位 = 0)

FAN_COMMAND_1 VALUE	DEVICE RESPONSE
8000h to FFFFh	Ignore FAN_COMMAND_1 and use automatic fan-control function
0000h to 2710h	0 to 100% fan PWM duty cycle
2711h to 7FFFh	100% fan PWM duty cycle

表15. RPM风扇模式(FAN_CONFIG_1_2, 第6位 = 1)

FAN_COMMAND_1 VALUE	DEVICE RESPONSE
8000h to FFFFh	Ignore FAN_COMMAND_1 and use automatic fan-control function
0000h to 7FFFh	0 to 32,767 RPM

VOUT_OV_FAULT_LIMIT (40h)

VOUT_OV_FAULT_LIMIT命令用于设置输出过压故障的门限值。只有当测得的电压比门限值降低至少2%时，才允许清除故障。两个数据字节为DIRECT格式，如果超过了VOUT_OV_FAULT_LIMIT数值，器件将执行如下操作：

- 1) 将STATUS_BYTE中的VOUT_OV置位
- 2) 将STATUS_WORD中的VOUT_OV和VOUT置位
- 3) 将STATUS_VOUT中的VOUT_OV_FAULT置位
- 4) 按照MFR_FAULT_RESPONSE的规定进行响应
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

VOUT_OV_WARN_LIMIT (42h)

VOUT_OV_WARN_LIMIT命令用于设置触发输出电压上限报警的电压门限。该门限通常低于VOUT_OV_FAULT_LIMIT中的输出过压阈值。只有当测得的电压低于门限值至少2%时，才允许清除报警。两个数据字节为DIRECT格式，如果超过了VOUT_OV_WARN_LIMIT数值，器件将执行如下操作：

- 1) STATUS_BYTE中的NONE OF THE ABOVE置位
- 2) STATUS_WORD中的NONE OF THE ABOVE和VOUT置位
- 3) STATUS_VOUT中的VOUT_OV_WARN置位
- 4) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

6通道智能风扇控制器

VOUT_UV_WARN_LIMIT (43h)

VOUT_UV_WARN_LIMIT命令用于设置触发输出电压下限报警的门限。该门限通常高于VOUT_UV_FAULT_LIMIT中的输出欠压故障阈值。只有当测得的电压比门限值高出至少2%时，才允许清除报警。两个数据字节为DIRECT格式，如果超出了VOUT_UV_WARN_LIMIT门限，器件将执行如下操作：

- 1) 将STATUS_BYTE中的NONE OF THE ABOVE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的NONE OF THE ABOVE和VOUT置位
- 3) 将STATUS_VOUT中的VOUT_UV_WARN置位
- 4) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

VOUT_UV_FAULT_LIMIT (44h)

VOUT_UV_FAULT_LIMIT命令用于设置触发输出欠压故障的输出门限。只有当测得的电压比门限值高出至少2%时，才允许清除故障。两个数据字节为DIRECT格式，如果超过了VOUT_UV_FAULT_LIMIT数值，器件将执行如下操作：

- 1) 将STATUS_BYTE中的NONE OF THE ABOVE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的NONE OF THE ABOVE和VOUT置位
- 3) 将STATUS_VOUT中的VOUT_UV_FAULT置位
- 4) 按照MFR_FAULT_RESPONSE的规定进行响应
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

OT_FAULT_LIMIT (4Fh)

OT_FAULT_LIMIT命令用于设置所选择的温度传感器的温度上限(单位为摄氏度)——该温度下可检测到过温报警。测得的温度必须比门限值降低4°C时，才允许清除报警。两个数据字节为DIRECT格式，如果超过了OT_FAULT_LIMIT门限，器件将执行如下操作：

- 1) 将STATUS_BYTE中的TEMPERATURE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的TEMPERATURE和MFR置位
- 3) 将STATUS_MFR_SPECIFIC中的OT_FAULT置位
- 4) 按照MFR_FAULT_RESPONSE的规定进行响应
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

OT_WARN_LIMIT (51h)

OT_WARN_LIMIT命令用于设置所选择的温度传感器的报警门限(单位为摄氏度)——该温度下可检测到高温报警。测得的温度必须比门限值降低4°C时，才允许清除报警。两个数据字节为DIRECT格式，如果超过了OT_WARN_LIMIT数值，器件将执行如下操作：

- 1) 将STATUS_BYTE中的TEMPERATURE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的TEMPERATURE和MFR置位
- 3) 将STATUS_MFR_SPECIFIC中的OT_WARN置位
- 4) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

6通道智能风扇控制器

STATUS_BYTE (78h)

STATUS_BYTE命令返回一个字节的故障报警汇总信息。“1”代表发生故障或报警事件，“0”表示其它。对于不支持的功能，对应位的返回数值为“0”。利用RESTORE_DEFAULT_ALL命令无法恢复STATUS_BYTE，STATUS_BYTE信息内容如表16所述，该命令为只读命令。

表16. STATUS_BYTE

BIT	BIT NAME	MEANING
7:6	0	These bits always return a 0.
5	VOUT_OV	An overvoltage fault has occurred.
4:3	0	These bits always return a 0.
2	TEMPERATURE	A temperature fault or warning has occurred.
1	CML	A communication, memory, or logic fault has occurred.
0	NONE OF THE ABOVE	A fault or warning not listed in bits [7:1] has occurred.

STATUS_WORD (79h)

STATUS_WORD命令返回2个字节的故障原因摘要信息。STATUS_WORD的低位字节与STATUS_BYTE数据相同，表17描述了STATUS_WORD的信息内容。

表17. STATUS_WORD

BIT	BIT NAME	MEANING
15	VOUT	An output voltage fault or warning has occurred.
14:13	0	These bits always return a 0.
12	MFR	A bit in STATUS_MFR_SPECIFIC has been set.
11	0	This bit always returns a 0.
10	FANS	A fan fault or warning has occurred.
9:6	0	These bits always return a 0.
5	VOUT_OV	An overvoltage fault has occurred.
4:3	0	These bits always return a 0.
2	TEMPERATURE	A temperature fault or warning has occurred.
1	CML	A communication, memory, or logic fault has occurred.
0	NONE OF THE ABOVE	A fault or warning not listed in bits [7:1] has occurred.

STATUS_VOUT (7Ah)

STATUS_VOUT命令返回表18所示1个字节的的信息。

表18. STATUS_VOUT

BIT	BIT NAME	MEANING
7	VOUT_OV_FAULT	VOUT overvoltage fault.
6	VOUT_OV_WARN	VOUT overvoltage warning.
5	VOUT_UV_WARN	VOUT undervoltage warning.
4	VOUT_UV_FAULT	VOUT undervoltage fault.
3:0	0	These bits always return a 0.

6通道智能风扇控制器

STATUS_CML (7Eh)

STATUS_CML 返回表19所示1个字节的的信息。

表19. STATUS_CML

BIT	BIT NAME	MEANING
7	COMM_FAULT	An invalid or unsupported command has been received.
6	DATA_FAULT	An invalid or unsupported data has been received.
5:1	0	These bits always return a 0.
0	FAULT_LOG_FULL	MFR_NV_FAULT_LOG is full and needs to be cleared.

STATUS_MFR_SPECIFIC (80h)

STATUS_MFR_SPECIFIC 命令返回1个字节的故障原因摘要。STATUS_MFR_SPECIFIC 信息如表20所示。

表20. STATUS_MFR_SPECIFIC

BIT	BIT NAME	MEANING
7	0	This bit always returns a 0.
6	OT_WARN	Overtemperature warning.
5	OT_FAULT	Overtemperature fault.
4	WATCHDOG	A watchdog reset has occurred.
3:0	0	These bits always return a 0.

STATUS_FANS_1_2 (81h)

STATUS_FANS_1_2 命令返回1个字节的的风扇状态信息。STATUS_FANS_1_2 命令如表21所述。

表21. STATUS_FANS_1_2

BIT	BIT NAME	MEANING
7	FAN_1_FAULT	Fan 1 fault.
6	0	This bit always returns a 0.
5	FAN_1_WARN	Fan 1 warning.
4	0	This bit always returns a 0.
3	RED	The lower nibble reports the estimated health of the fan. Only one of the four bits is set at any one time. If no bits are set, the fan health cannot be estimated. RED is the worst health state and GREEN is the best health state. The CLEAR_FAULTS command does not affect these bits.
2	ORANGE	
1	YELLOW	
0	GREEN	

注：RED、ORANGE、YELLOW和GREEN置位时不会触发ALERT报警。

6通道智能风扇控制器

READ_VOUT (8Bh)

READ_VOUT命令返回实际测得的输出电压。READ_VOUT每隔10ms进行一次测量和更新。两个数据字节采用DIRECT格式。

READ_TEMPERATURE_1 (8Dh)

READ_TEMPERATURE_1命令返回温度传感器的温度值。READ_TEMPERATURE_1中的数值不包括MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG增加的偏移量。如果温度传感器发生故障，READ_TEMPERATURE_1将返回7FFFh；如果禁用传感器，则返回0000h。READ_TEMPERATURE_1每隔一秒钟进行一次测量和更新。两个数据字节采用DIRECT格式。

READ_FAN_SPEED_1 (90h)

READ_FAN_SPEED_1命令返回以RPM为单位的风扇转速。即使禁用风扇，READ_FAN_SPEED_1也会每隔一秒钟进行一次更新。必须正确设置FAN_CONFIG_1_2的PULSE位，以正确接收风扇转速。低于60 RPM（对于双风扇工作模式为360 RPM）的风扇转速报告为0 RPM。两个数据字节采用DIRECT格式。

PMBUS_REVISION (98h)

PMBUS_REVISION命令返回器件所遵循的PMBus规范版本号，该命令包含1个数据字节。[7:4]位表明器件遵循的PMBus规范Part I版本号；[3:0]位代表器件遵循的PMBus规范Part II版本号。该命令为只读命令，所返回的PMBUS_REVISION数值始终为11h，表明器件符合Part I 1.1版和Part II 1.1版。

MFR_ID (99h)

MFR_ID命令返回制造商(Maxim)标识的文本字符(ISO/IEC 8859-1)。默认MFR_ID值为4Dh (M)，此命令为只读命令。

MFR_MODEL (9Ah)

MFR_MODEL命令返回器件型号的文本字符(ISO/IEC 8859-1)。默认MFR_MODEL值为53h (S)，该命令为只读命令。

MFR_REVISION (9Bh)

MFR_REVISION命令返回包含器件硬件(高字节)和固件(低字节)版本号的两个文本字符(ISO/IEC 8859-1)。默认MFR_REVISION数值为3030h (00)，该命令为只读命令。

MFR_LOCATION (9Ch)

MFR_LOCATION命令可在器件上加载生产设备的标示字符(ISO/IEC 8859-1)。最多为8个字符，利用STORE_DEFAULT_ALL命令将这些数据写入器件内部闪存，出厂时默认文本字符串为10101010。

MFR_DATE (9Dh)

MFR_DATE命令可在器件上加载器件生产日期的标示文本字符(ISO/IEC 8859-1)，最多为8个字符。利用STORE_DEFAULT_ALL命令将这些数据写入器件内部闪存，出厂时默认文本字符串为10101010。

MFR_SERIAL (9Eh)

MFR_SERIAL命令可在器件中加载唯一识别设备的文本字符(ISO/IEC 8859-1)，最多为8个字符。利用STORE_DEFAULT_ALL命令将这些数据写入器件内部闪存，出厂时默认文本字符串为10101010。

6通道智能风扇控制器

MFR_MODE (D1h)

MFR_MODE命令可用于配置器件，以便支持厂商的特定命令。MFR_MODE命令如表22所示。

表22. MFR_MODE

BIT	BIT NAME	MEANING																									
15	FORCE_NV_FAULT_LOG	Setting this bit to 1 forces the device to log data into the nonvolatile fault log. Once set, the device clears this bit when the action is completed. The host must set again for subsequent action. If an error occurs during this action, the device sets the CML bit in STATUS_BYTE and STATUS_WORD; no bits are set in STATUS_CML.																									
14	CLEAR_NV_FAULT_LOG	Setting this bit to 1 forces the device to clear the nonvolatile fault log by writing FFh to all byte locations. Once set, the device clears this bit when the action is completed. The host must set again for subsequent action. If an error occurs during this action, the device sets the CML bit in STATUS_BYTE and STATUS_WORD; no bits are set in STATUS_CML.																									
13	ALERT	0 = $\overline{\text{ALERT}}$ disabled (device does not respond to ARA). 1 = $\overline{\text{ALERT}}$ enabled (device responds to ARA and ARA must be used).																									
12	0	This bit always returns a 0.																									
11	SOFT_RESET	This bit must be set, then cleared and set again within 8ms for a soft reset to occur.																									
10:8	0	These bits always return a 0.																									
7:6	FAN_HEALTH_CRITERIA	These bits select the threshold for the expected RPM in the fan health monitor.																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">BIT</th> <th>GREEN</th> <th>ORANGE</th> <th>RED</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>< 10%</td> <td>< 15%</td> <td>> 15%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>< 10%</td> <td>< 20%</td> <td>> 20%</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>< 15%</td> <td>< 20%</td> <td>> 20%</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>< 15%</td> <td>< 25%</td> <td>> 25%</td> </tr> </tbody> </table>	BIT		GREEN	ORANGE	RED	0	0	< 10%	< 15%	> 15%	0	1	< 10%	< 20%	> 20%	1	0	< 15%	< 20%	> 20%	1	1	< 15%	< 25%	> 25%
		BIT		GREEN	ORANGE	RED																					
		0	0	< 10%	< 15%	> 15%																					
		0	1	< 10%	< 20%	> 20%																					
1	0	< 15%	< 20%	> 20%																							
1	1	< 15%	< 25%	> 25%																							
0	0	< 10%	< 15%	> 15%																							
0	1	< 10%	< 20%	> 20%																							
1	0	< 15%	< 20%	> 20%																							
1	1	< 15%	< 25%	> 25%																							
5	ADC5_ENABLE	0 = ADC5 voltage sense disabled. 1 = ADC5 voltage sense enabled (overridden if temp sense enabled)																									
4	ADC4_ENABLE	0 = ADC4 voltage sense disabled. 1 = ADC4 voltage sense enabled (overridden if temp sense enabled)																									
3	ADC3_ENABLE	0 = ADC3 voltage sense disabled. 1 = ADC3 voltage sense enabled (overridden if temp sense enabled)																									
2	ADC2_ENABLE	0 = ADC2 voltage sense disabled. 1 = ADC2 voltage sense enabled (overridden if temp sense enabled)																									
1	ADC1_ENABLE	0 = ADC1 voltage sense disabled. 1 = ADC1 voltage sense enabled (overridden if temp sense enabled)																									
0	ADC0_ENABLE	0 = ADC0 voltage sense disabled. 1 = ADC0 voltage sense enabled (overridden if temp sense enabled)																									

MAX31785

6通道智能风扇控制器

MFR_VOUT_PEAK (D4h)

MFR_VOUT_PEAK命令返回实际测试输出电压的最大值。将该值复位为0时，可对该命令写入数据0。写入该命令的任何数值都将用作峰值更新的对比值。两个数据字节采用DIRECT格式。

MFR_TEMPERATURE_PEAK (D6h)

MFR_TEMPERATURE_PEAK命令返回温度测量的最大值。将该值复位为最小值时，可对该命令写入数据8000h。利用该命令写入的任何数值，都将作为峰值更新的对比值。两个数据字节采用DIRECT格式。

MFR_VOUT_MIN (D7h)

MFR_VOUT_MIN命令返回实际测试输出电压的最小值。如果复位该值，需将数据7FFFh写入该命令。利用该命令写入的任何数值都将作为更新最小值的对比值。两个数据字节采用DIRECT格式。

MFR_FAULT_RESPONSE (D9h)

MFR_FAULT_RESPONSE命令规定了器件所支持的故障条件响应。在对故障进行响应时，器件始终在相应的状态寄存器报告故障，并触发ALERT报警(如果在MFR_MODE中已启用)。CML故障不会引起状态位置位、触发ALERT报警输出以外的任何器件操作。MFR_FAULT_RESPONSE命令如表23所述。

表23. MFR_FAULT_RESPONSE

BIT	BIT NAME	MEANING
7	NV_LOG	0 = Do not log the fault into MFR_NV_FAULT_LOG. 1 = Log the fault into MFR_NV_FAULT_LOG.
6	NV_LOG_OV	This bit is only valid for pages 17 to 22. Other pages always return a 0. 0 = Bit 7 is ignored for overvoltage faults. 1 = Bit 7 also applies to overvoltage faults.
5	UV_OV_FILTER	This bit is only valid for pages 17 to 22. Other pages always return a 0. 0 = Fault or warning on first voltage sample excursion occurrence. 1 = Requires two consecutive voltage sample excursions before a fault or warning is declared and action taken.
4:3	0	These bits always return a 0.
2	FAULT_PIN_ENABLE_OV	This bit is only valid for pages 17 to 22. Other pages always return a 0. 0 = Bit 1 is ignored for overvoltage faults. 1 = Bit 1 also applies to overvoltage faults.
1	FAULT_PIN_ENABLE	0 = Never assert the $\overline{\text{FAULT}}$ pin. 1 = Assert the $\overline{\text{FAULT}}$ pin during an active fault.
0	FAULT_PIN_MONITOR	This bit is only valid for pages 0 to 5. Other pages always return a 0. 0 = Ignore the $\overline{\text{FAULT}}$ pin. 1 = Force fan to 100% PWM duty cycle when the $\overline{\text{FAULT}}$ pin is asserted.

注1：对于故障响应而言，故障定义为风扇故障、过温故障或欠压故障。第2位和第6位将过压故障添加至故障定义中。

注2：如果FAULT_PIN_MONITOR = 1，器件会对内部或外部触发FAULT引脚报警进行响应。

6通道智能风扇控制器

MFR_NV_FAULT_LOG (DCh)

每次执行MFR_NV_FAULT_LOG命令时，器件都会返回一个包含15条非易失故障日志的255字节数据块。MFR_NV_FAULT_LOG命令必须执行15次，才能移出完整的非易失故障日志。如果返回的故障日志都为FF，表明器件没有对该故障日志进行写操作。器件运行时，它会读取风扇转速、电压和温度的最新运行状况，并会更新状态寄存器。所有信息都存储在内部RAM中，如果检测到故障(如果在MFR_FAULT_RESPONSE中已启动)，器件会自动将这些信息记录到15条非易失故障日志内。写入15条故障记录后，STATUS_CML的第0位置位，此外，在记录其它任何故障之前，主机必须通过设置MFR_MODE中的CLEAR_NV_FAULT_LOG位清除故障日志。记录所有最新状态信息以及最近800ms (以100ms为步长)的8个电压读数。如果风扇未启用，或者是未启用电压或温度传感器，相关的故障日志将返回0000h。

在每个故障日志的开头有一个FAULT_LOG_COUNT (16位计数器)，用于指示哪个故障日志最新。记录故障超过65,535后，计数器将翻转。当MFR_MODE中的CLEAR_NV_FAULT_LOG置位时，计数器不会清零。表24说明了MFR_NV_FAULT_LOG命令返回的255个字节。

如果器件在试图对NV_FAULT_LOG进行写操作或清零操作时发生故障，器件将STATUS_BYTE和STATUS_WORD中的CML置位；但不会置位STATUS_CML中的任何数据位。触发ALERT报警(如果在MFR_MODE中已启用)，参见图5。

注意：清除日志或将日志数据载入MFR_NV_FAULT_LOG时，V_{DD}必须高于2.9V。

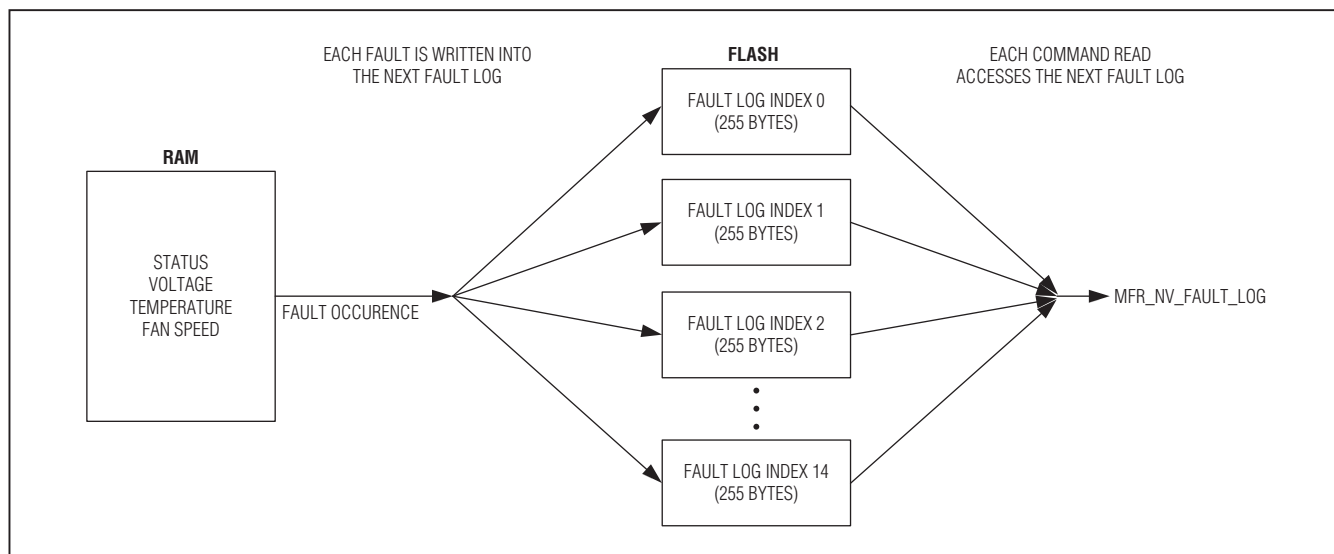


图5. MFR_NV_FAULT_LOG

6通道智能风扇控制器

MAX31785

表24. MFR_NV_FAULT_LOG

BYTE	PARAMETER	BYTE	PARAMETER
0	00h/FAULT_LOG_INDEX	128	READ_VOUT Index = 3, Page 19
2	FAULT_LOG_COUNT	130	READ_VOUT Index = 3, Page 20
4	MFR_TIME_COUNT (LSW)	132	READ_VOUT Index = 3, Page 21
6	MFR_TIME_COUNT (MSW)	134	READ_VOUT Index = 3, Page 22
8	STATUS_BYTE/STATUS_CML	136	READ_VOUT Index = 4, Page 17
10	STATUS_WORD	138	READ_VOUT Index = 4, Page 18
12	STATUS_VOUT Pages 17/18	140	READ_VOUT Index = 4, Page 19
14	STATUS_VOUT Pages 19/20	142	READ_VOUT Index = 4, Page 20
16	STATUS_VOUT Pages 21/22	144	READ_VOUT Index = 4, Page 21
18	STATUS_MFR_SPECIFIC Pages 6/7	146	READ_VOUT Index = 4, Page 22
20	STATUS_MFR_SPECIFIC Pages 8/9	148	READ_VOUT Index = 5, Page 17
22	STATUS_MFR_SPECIFIC Pages 10/11	150	READ_VOUT Index = 5, Page 18
24	STATUS_MFR_SPECIFIC Pages 12/13	152	READ_VOUT Index = 5, Page 19
26	STATUS_MFR_SPECIFIC Pages 14/15	154	READ_VOUT Index = 5, Page 20
28	STATUS_MFR_SPECIFIC Pages 16/00h	156	READ_VOUT Index = 5, Page 21
30	STATUS_FANS_1_2 Pages 0/1	158	READ_VOUT Index = 5, Page 22
32	STATUS_FANS_1_2 Pages 2/3	160	READ_VOUT Index = 6, Page 17
34	STATUS_FANS_1_2 Pages 4/5	162	READ_VOUT Index = 6, Page 18
36	MFR_VOUT_PEAK Page 17	164	READ_VOUT Index = 6, Page 19
38	MFR_VOUT_PEAK Page 18	166	READ_VOUT Index = 6, Page 20
40	MFR_VOUT_PEAK Page 19	168	READ_VOUT Index = 6, Page 21
42	MFR_VOUT_PEAK Page 20	170	READ_VOUT Index = 6, Page 22
44	MFR_VOUT_PEAK Page 21	172	READ_VOUT Index = 7, Page 17
46	MFR_VOUT_PEAK Page 22	174	READ_VOUT Index = 7, Page 18
48	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 6	176	READ_VOUT Index = 7, Page 19
50	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 7	178	READ_VOUT Index = 7, Page 20
52	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 8	180	READ_VOUT Index = 7, Page 21
54	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 9	182	READ_VOUT Index = 7, Page 22
56	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 10	184	READ_FAN_SPEED_1 Page 0
58	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 11	186	READ_FAN_SPEED_1 Page 1
60	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 12	188	READ_FAN_SPEED_1 Page 2
62	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 13	190	READ_FAN_SPEED_1 Page 3
64	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 14	192	READ_FAN_SPEED_1 Page 4
66	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 15	194	READ_FAN_SPEED_1 Page 5
68	MFR_TEMPERATURE_PEAK Page 16	196	MFR_READ_FAN_PWM Page 0
70	MFR_VOUT_MIN Page 17	198	MFR_READ_FAN_PWM Page 1
72	MFR_VOUT_MIN Page 18	200	MFR_READ_FAN_PWM Page 2
74	MFR_VOUT_MIN Page 19	202	MFR_READ_FAN_PWM Page 3
76	MFR_VOUT_MIN Page 20	204	MFR_READ_FAN_PWM Page 4
78	MFR_VOUT_MIN Page 21	206	MFR_READ_FAN_PWM Page 5
80	MFR_VOUT_MIN Page 22	208	MFR_FAN_RUN_TIME Page 0
82	RESERVED (0000h)	210	MFR_FAN_RUN_TIME Page 1

6通道智能风扇控制器

MAX31785

表24. MFR_NV_FAULT_LOG (续)

BYTE	PARAMETER	BYTE	PARAMETER
84	RESERVED (0000h)	212	MFR_FAN_RUN_TIME Page 2
86	VOLTAGE_INDEX/00h	214	MFR_FAN_RUN_TIME Page 3
88	READ_VOUT Index = 0, Page 17	216	MFR_FAN_RUN_TIME Page 4
90	READ_VOUT Index = 0, Page 18	218	MFR_FAN_RUN_TIME Page 5
92	READ_VOUT Index = 0, Page 19	220	MFR_FAN_PWM_AVG Page 0
94	READ_VOUT Index = 0, Page 20	222	MFR_FAN_PWM_AVG Page 1
96	READ_VOUT Index = 0, Page 21	224	MFR_FAN_PWM_AVG Page 2
98	READ_VOUT Index = 0, Page 22	226	MFR_FAN_PWM_AVG Page 3
100	READ_VOUT Index = 1, Page 17	228	MFR_FAN_PWM_AVG Page 4
102	READ_VOUT Index = 1, Page 18	230	MFR_FAN_PWM_AVG Page 5
104	READ_VOUT Index = 1, Page 19	232	READ_TEMPERATURE_1 Page 6
106	READ_VOUT Index = 1, Page 20	234	READ_TEMPERATURE_1 Page 7
108	READ_VOUT Index = 1, Page 21	236	READ_TEMPERATURE_1 Page 8
110	READ_VOUT Index = 1, Page 22	238	READ_TEMPERATURE_1 Page 9
112	READ_VOUT Index = 2, Page 17	240	READ_TEMPERATURE_1 Page 10
114	READ_VOUT Index = 2, Page 18	242	READ_TEMPERATURE_1 Page 11
116	READ_VOUT Index = 2, Page 19	244	READ_TEMPERATURE_1 Page 12
118	READ_VOUT Index = 2, Page 20	246	READ_TEMPERATURE_1 Page 13
120	READ_VOUT Index = 2, Page 21	248	READ_TEMPERATURE_1 Page 14
122	READ_VOUT Index = 2, Page 22	250	READ_TEMPERATURE_1 Page 15
124	READ_VOUT Index = 3, Page 17	252	READ_TEMPERATURE_1 Page 16
126	READ_VOUT Index = 3, Page 18	254	LOG_VALID (see note)

注：如果故障日志包含有效数据，LOG_VALID设置为DDh。

6通道智能风扇控制器

MFR_TIME_COUNT (DDh)

MFR_TIME_COUNT命令返回器件累计运行的秒数。器件每隔一小时自动将该计数器的读数存入闪存。计数器为可翻转的32位数值。在器件上电、执行RST操作或进行软复位时，可自动从闪存调取最新存储数值。在8ms内写入全0字符串(00000000h)，然后写入全1字符串(FFFFFFFFh)，再写入全0字符串(00000000h)，可以清零计数器。

MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG (F0h)

MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG命令可用于配置温度传感器，表25给出了MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG命令的说明。

表25. MFR_TEMP_SENSOR_CONFIG

BIT	BIT NAME	MEANING	
15	ENABLE	0 = Temperature sensor disabled. 1 = Temperature sensor enabled.	
14:10	OFFSET	The OFFSET setting is used to allow the temperature reading to be normalized among multiple temperature sensors. Values from 00h to 1Eh select the offset value. The valid range is 0°C to +30°C in 1°C steps. If OFFSET is 1Fh, the device automatically uses the value written to the OT_WARN_LIMIT command code for the LUT instead of the digitized measured temperature.	
		OFFSET VALUE	CONFIGURATION
		00h	Offset = 0°C
		01h	Offset = +1°C
		02h	Offset = +2°C
		1Dh	Offset = +29°C
		1Eh	Offset = +30°C
1Fh	Test Mode		
9:6	0	These bits always return a 0.	
5	FAN5	0 = Temperature sensor is not used to control fan 5 speed. 1 = Temperature sensor is used to control fan 5 speed.	
4	FAN4	0 = Temperature sensor is not used to control fan 4 speed. 1 = Temperature sensor is used to control fan 4 speed.	
3	FAN3	0 = Temperature sensor is not used to control fan 3 speed. 1 = Temperature sensor is used to control fan 3 speed.	
2	FAN2	0 = Temperature sensor is not used to control fan 2 speed. 1 = Temperature sensor is used to control fan 2 speed.	
1	FAN1	0 = Temperature sensor is not used to control fan 1 speed. 1 = Temperature sensor is used to control fan 1 speed.	
0	FAN0	0 = Temperature sensor is not used to control fan 0 speed. 1 = Temperature sensor is used to control fan 0 speed.	

6通道智能风扇控制器

MAX31785

MFR_FAN_CONFIG (F1h)

MFR_FAN_CONFIG命令与FAN_CONFIG_1_2配合使用，用于风扇配置。关于该命令的更多信息，请参考FAN_CONFIG_1_2说明，表26描述了MFR_FAN_CONFIG命令。

表26. MFR_FAN_CONFIG

BIT	BIT NAME	MEANING			
15:13	FREQ[2:0]	The FREQ bits set the PWM frequency. Note: The device does not support pulse stretching.			
		FREQ2	FREQ1	FREQ0	PWM FREQUENCY
		0	0	0	30Hz
		0	0	1	50Hz
		0	1	0	100Hz
		0	1	1	150Hz
		1	0	0	Reserved
		1	0	1	Reserved
11:10	HYS[1:0]	The HYS bits determine the amount of hysteresis the device uses to determine how far the temperature must fall below the temperature level threshold programmed in the LUT before switching to the lower PWM/RPM value. The hysteresis should be set lower than the minimum difference between two adjacent temperature steps. These bits are ignored if automatic fan control is disabled.			
		HSY1	HSY0	THERMAL HYSTERESIS (°C)	
		0	0	2	
		0	1	4	
		1	0	6	
9	TSFO	The HYS bits determine the amount of hysteresis the device uses to determine how far the temperature must fall below the temperature level threshold programmed in the LUT before switching to the lower PWM/RPM value. The hysteresis should be set lower than the minimum difference between two adjacent temperature steps. These bits are ignored if automatic fan control is disabled.			
		0 = Ramp to 100% PWM duty cycle if temp sensor faults (automatic fan mode) or if no FAN_COMMAND_1 update occurs (manual fan mode) in any 10s period.			
		1 = Temp sensor fault or update rate to FAN_COMMAND_1 is ignored. Operate at the last updated PWM/RPM value.			
		Note 1: A temp sensor fault is a faulty temperature sensor reading, not an overtemperature fault. Note 2: In automatic fan mode, if the TSFO bit is set to 1, the device ignores a sensor fault and uses the remaining assigned temperature sensors (if any) to control the fan PWM duty cycle; or, if the fan has no available temperature sensors to use, it maintains the last updated PWM/RPM fan value before the fault occurred.			
8	TACHO	0 = Ramp fan to 100% PWM duty cycle if fan fault is detected.			
		1 = Do not ramp fan to 100% PWM duty cycle if fan fault is detected. Note: If the fan fault is removed after ramping the PWM to 100% duty cycle, normal fan operation is resumed.			

6通道智能风扇控制器

MAX31785

表26. MFR_FAN_CONFIG (续)

BIT	BIT NAME	MEANING					
7:5	RAMP[2:0]	The RAMP bits select how fast the device ramps the PWM from one duty cycle to another (either up or down). In PWM mode, the following table always applies. In RPM mode, the fan speed is read either every 200ms or 1000ms and when the reported fan speed is within 20% of the target speed, the maximum allowed PWM duty cycle change is set to 1%. In RPM mode, the PWM duty cycle is not changed as long as the fan is within ±5% of the target speed.					
		RAMP2	RAMP1	RAMP0	PWM DUTY CYCLE UPDATE RATE (ms)	MAX PWM DUTY CYCLE CHANGE ALLOWED (%)	TIME TO RAMP FROM 40% TO 100% PWM DUTY CYCLE (seconds)
		0	0	0	1000	1	60
		0	0	1	1000	2	30
		0	1	0	1000	3	20
		0	1	1	200	1	12
		1	0	0	200	2	6
		1	0	1	200	3	4
1	1	0	200	4	3		
1	1	1	200	5	2.4		
4	HEALTH	The HEALTH bit controls the automatic checking of the fan health. The fan-health diagnostic can be enabled by setting this bit to 1. 0 = Health meter function is disabled. 1 = Health meter function is enabled.					
3	ROTOR_HI_LO	Determines if a locked rotor indication is active low or active high. This bit is ignored if ROTOR = 0. 0 = ROTOR is active low (TACH input is low if the rotor stops). 1 = ROTOR is active high (TACH input is high if the rotor stops).					
2	ROTOR	The ROTOR bit selects if the fan does not have a tachometer but rather a stalled (or locked) rotor output.					
		ROTOR	FAN OUTPUT	MAX31785 CONFIGURATION			
		0	Tachometer	TACH input expects fan RPM			
1	Stalled/locked rotor detect	TACH input expects locked rotor signal. The polarity is selected with the ROTOR_HI_LO bit (also set MFR_FAN_FAULT_LIMIT = 0001h).					
1:0	SPIN[1:0]	The SPIN bits determine how the device spins up (or starts) the fan from a dead stop. To overcome the initial mechanical fan inertia, the device can be programmed to drive the fan at 100% duty cycle until a programmable number of fan revolutions (cumulative count) is detected or a locked rotor signal is negated. The device allows a 2s startup period during which the fan speed monitors are disabled. If after 2s the fan does not respond, the PWM output remains at 100% duty cycle (if TACHO = 0) or goes to 0% duty cycle (if TACHO = 1).					
		SPIN1	SPIN0	SPIN-UP RELAXATION CRITERIA			
		0	0	Automatic spin-up disabled			
		0	1	Two revolutions or locked rotor negated			
		1	0	Four revolutions or locked rotor negated			
1	1	Eight revolutions or locked rotor negated					

注：建议在更改MFR_FAN_CONFIG之前，禁用风扇。

6通道智能风扇控制器

MFR_FAN_LUT (F2h)

MFR_FAN_LUT命令用于配置控制风扇的LUT。LUT可将8个可编程温度值映射为8个可编程风扇PWM占空比(FAN_CONFIG_1_2的第6位为0)或8个可编程目标风扇转速(FAN_CONFIG_1_2的第6位为1)。LUT允许使用不同的速度曲线。

注意：MFR_FAN_LUT的可编程配置必须单调。

表27. MFR_FAN_LUT

BYTE NUMBER	WORD NAME	MEANING
0-1	TEMP STEP 0	Temperature for step 0.
2-3	SPEED STEP 0	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 0.
4-5	TEMP STEP 1	Temperature for step 1.
6-7	SPEED STEP 1	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 1.
8-9	TEMP STEP 2	Temperature for step 2.
10-11	SPEED STEP 2	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 2.
12-13	TEMP STEP 3	Temperature for step 3.
14-15	SPEED STEP 3	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 3.
16-17	TEMP STEP 4	Temperature for step 4.
18-19	SPEED STEP 4	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 4.
20-21	TEMP STEP 5	Temperature for step 5.
22-23	SPEED STEP 5	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 5.
24-25	TEMP STEP 6	Temperature for step 6.
26-27	SPEED STEP 6	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 6.
28-29	TEMP STEP 7	Temperature for step 7.
30-31	SPEED STEP 7	Fan PWM duty cycle or fan speed for step 7.

温度步长：温度等级设置

TEMPERATURE STEP以摄氏度为单位，并提供器件更新风扇PWM占空比的阈值。两个数据字节采用DIRECT格式。有效温度范围取决于温度传感器。

表28. 有效温度范围

TEMPERATURE SENSOR	VALID RANGE
Page 12: Internal Temp Sensor	-40°C to +85°C
Pages 13 to 16: I ² C Remote Temp Sensor	-55°C to +125°C
Page 6 to 11: Remote Thermal Diode Temp Sensor	-40°C to +120°C

6通道智能风扇控制器

风扇转速步长：风扇PWM占空比或风扇转速设置

如果FAN_CONFIG_1_2的第6位设置为0，FAN SPEED STEP会在每个温度步长断点设置风扇的PWM占空比。有效占空比范围为0至100 (含)。任何大于100 (十进制)的数值都将产生100% PWM占空比，任何小于0 (十进制)的数值都将产生0% PWM占空比。

如果FAN_CONFIG_1_2的第6位设置为1，FAN SPEED STEP会在每个温度步长的断点设置风扇目标转速(以RPM为单位)。有效的风扇转速范围为0至32,767 (含)。

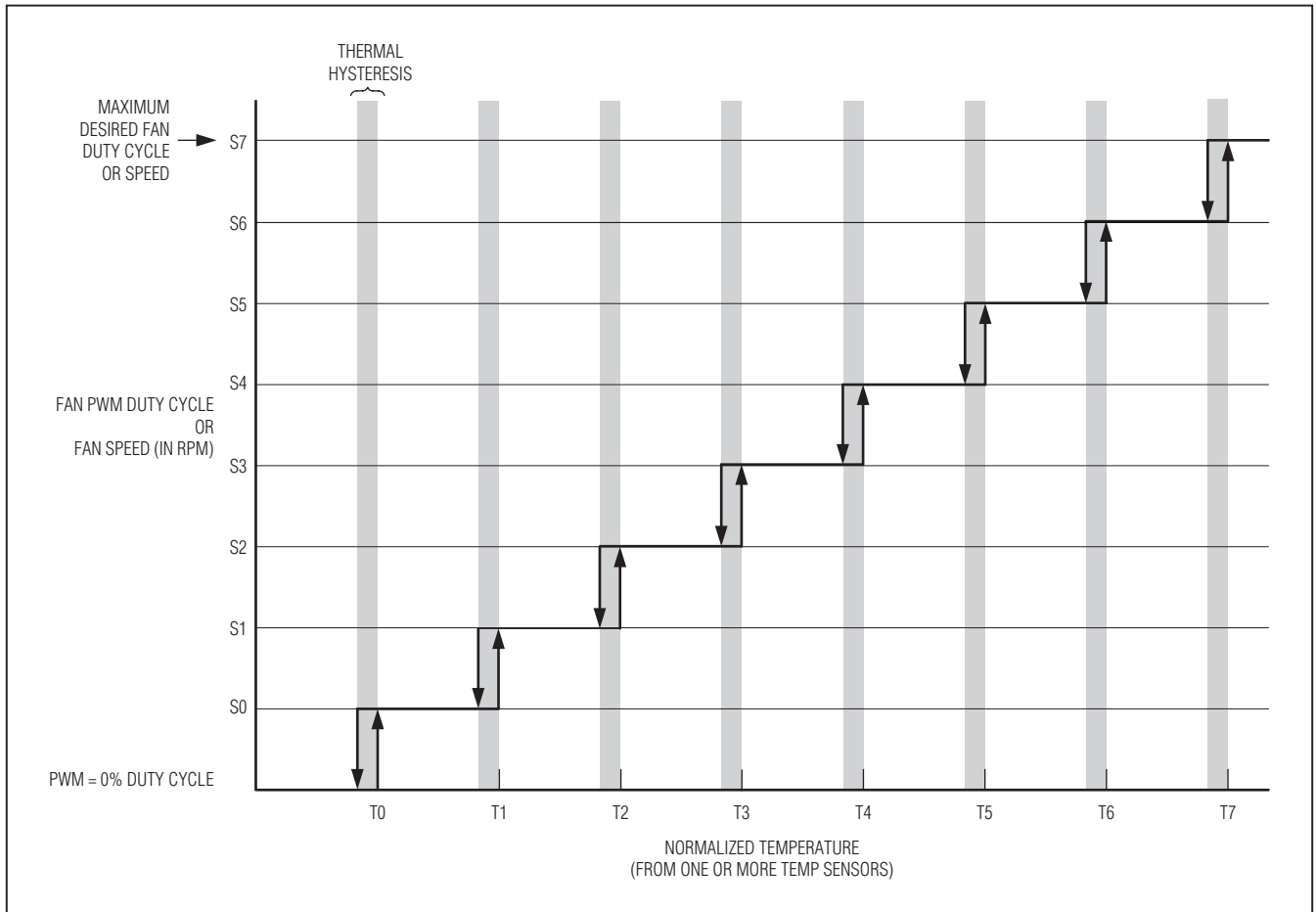


图6. 风扇查找表(LUT)格式

6通道智能风扇控制器

MFR_READ_FAN_PWM (F3h)

MFR_READ_FAN_PWM命令实时返回风扇PWM占空比(百分比)的最新数值。只要更新PWM占空比,就会更新MFR_READ_FAN_PWM,取决于MFR_FAN_CONFIG中的RATE位。两个数据字节采用DIRECT格式。

MFR_FAN_FAULT_LIMIT (F5h)

MFR_FAN_FAULT_LIMIT命令可设置风扇转速的故障门限(以RPM为单位)或触发风扇故障的目标风扇转速百分比的门限。风扇低于这些门限并持续运行10s以上时,则断定发生连续故障。当风扇采用RPM模式工作时,器件完成风扇转速PWM调整后开启10s检测周期。

器件可测量的最低风扇转速信号为60 RPM。在双风扇转速计数应用中,最低转速RPM为360。低于最小值的转速信号将报告为0 RPM。故障和报警门限应设置在高于最小RPM的数值。

两个数据字节采用DIRECT格式。设置为0000h时禁止门限检测;设置为0001h时,只有在转速计输入闭锁时间超过10s时才会触发报警(当风扇只有一个锁定转子输出时使用这种模式)。如果发生MFR_FAN_FAULT_LIMIT报警,或者检测到一个失速/锁定的转子,器件将执行如下的操作:

- 1) 将STATUS_BYTE中的NONE OF THE ABOVE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的NONE OF THE ABOVE和FANS置位
- 3) 将STATUS_FANS_1_2中的FAN_1_FAULT置位
- 4) 按照MFR_FAULT_RESPONSE的规定进行响应
- 5) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

注意: 要确保风扇正常运行,必须对MFR_FAN_FAULT_LIMIT进行配置。

MFR_FAN_WARN_LIMIT (F6h)

MFR_FAN_WARN_LIMIT命令用于设置风扇转速的报警门限(以RPM为单位)或触发风扇转速报警的目标风扇转速百分比门限。风扇低于该门限并持续10s以上时,将触发连续报警。当风扇采用RPM模式运行时,器件完成风扇转速PWM调整后开启10s检测周期。

通常情况下,MFR_FAN_WARN_LIMIT门限应高于MFR_FAN_FAULT_LIMIT阈值。两个数据字节采用DIRECT格式。设置为0000h时,禁止门限检测;如果设置为0001h,锁定一个转子风扇时将触发报警。如果发生MFR_FAN_WARN_LIMIT报警,器件将执行如下操作:

- 1) 将STATUS_BYTE中的NONE OF THE ABOVE置位
- 2) 将STATUS_WORD中的NONE OF THE ABOVE和FANS置位
- 3) 将STATUS_FANS_1_2中的FAN_1_WARN置位
- 4) 触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 通知主机(如果在MFR_MODE中已启用)

表29. 监测风扇故障和报警参数

FAN CONTROL MODE	LIMIT PARAMETER	HYSTERESIS FOR CLEARING THE FAULT/ WARNING	COMPARISON INTERVAL
Manual PWM	Fan speed (in RPM)	> (limit x 110%)	Checked once a second
Manual RPM	Percentage of programmed target fan speed	> (limit + 5%)	Checked once a second
Automatic PWM	Fan speed (in RPM)	> (limit x 110%)	Checked once a second
Automatic RPM	Percentage of LUT target fan speed	> (limit + 5%)	Checked once a second

6通道智能风扇控制器

MFR_FAN_RUN_TIME (F7h)

MFR_FAN_RUN_TIME命令返回风扇累计运行的小时数。器件每隔一小时自动将计数器的读数存入闪存。计数器是一个可翻转的16位数值。器件上电，或执行RST操作或进行软复位时，可自动从闪存调用最新存储的数值。在8ms内写入全0字符串(0000h)，然后写入全1字符串(FFFFh)，再写入全0字符串(0000h)，可以清零计数器。风扇关断时(0% PWM占空比)，该值不会更新。

MFR_FAN_PWM_AVG (F8h)

MFR_FAN_PWM_AVG命令返回% PWM占空比条件下的风扇平均寿命。风扇关断时(0% PWM占空比)时，该平均值不会更新。与MFR_FAN_RUN_TIME信息相结合，该占空比有助于预测风扇的工作寿命。器件每小时自动将该值存入闪存，两个数据字节采用DIRECT格式。器件上电或执行RST操作或进行软复位时，可自动从闪存调用最新存储的数值。在8ms内写入全0字符串(0000h)，然后写入全1字符串(FFFFh)，再写入全0字符串(0000h)，可以清零计数器。

MFR_FAN_PWM2RPM (F9h)

MFR_FAN_PWM2RPM命令用于配置器件驱动STATUS_FAN_1_2的低四位，代表风扇健康运行状态的表格。该表将4个预先指定的PWM占空比映射为RPM模式的预期风扇转速。表30给出了MFR_FAN_PWM2RPM命令的详细说明。

RPM@PWM：在一定PWM占空比条件下的预期风扇转速：四个PWM占空比条件下预计的风扇转速用于确定风扇的健康运转状况。每个PWM占空比断点的风扇速度按照RPM设置，有效的风扇转速范围为：0至32,767 (含)。两个数据字节采用DIRECT格式。

表30. MFR_FAN_PWM2RPM

BYTE NUMBER	WORD NAME	MEANING
6-7	RPM@100% PWM	Expected fan speed for a PWM duty cycle of 100%.
4-5	RPM@80% PWM	Expected fan speed for a PWM duty cycle of 80%.
2-3	RPM@60% PWM	Expected fan speed for a PWM duty cycle of 60%.
0-1	RPM@40% PWM	Expected fan speed for a PWM duty cycle of 40%.

应用信息

电源去耦

在使用器件时为获得最理想结果，需采用一个0.1μF电容对V_{DD}电源进行去耦。尽可能使用表面贴装的优质陶瓷电容。表面贴装元件可最大程度地降低引线电感，改善器件性能。陶瓷电容用于去耦时通常具有很好的高频响应。

采用1μF和10nF电容对REG25和REG18稳压器输出进行去耦(一个电容对应一个输出)。

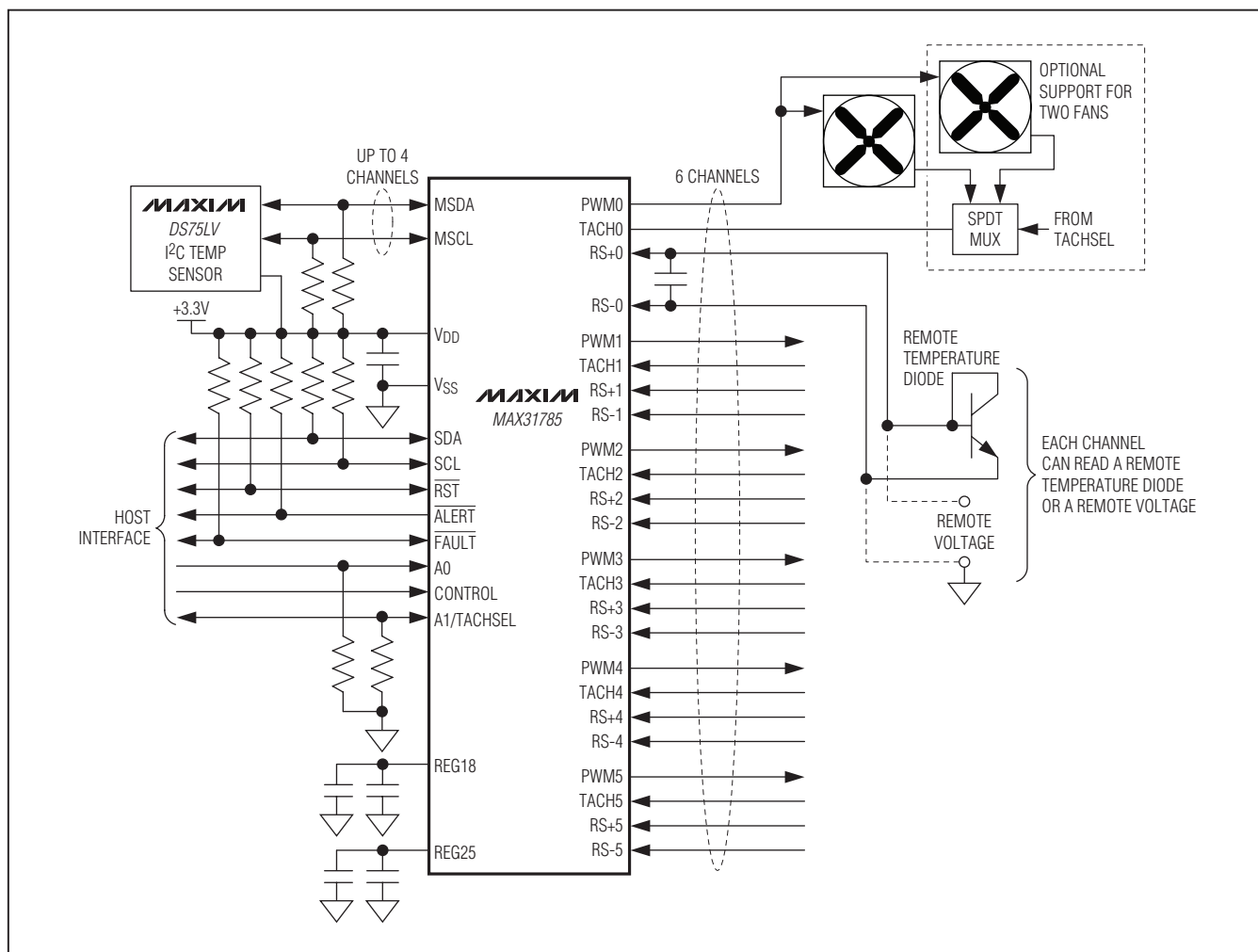
开漏引脚

MSDA、MSCL、SCL、SDA、 $\overline{\text{FAULT}}$ 和 $\overline{\text{ALERT}}$ 为漏极开路输出，需通过外部上拉电阻连接到V_{DD}，以确保高电平。

6通道智能风扇控制器

典型工作电路

MAX31785



封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
40 TQFN-EP	T4066+2	21-0141	90-0053

6通道智能风扇控制器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	12/10	最初版本。	—

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码 100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

48 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2010 Maxim Integrated Products

Maxim是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。