



SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

MAX6641

概述

MAX6641是温度传感器和风扇控制器，能够准确地测量自身管芯的温度以及远端PN结的温度。该器件使用2线串行接口，以数字形式报告温度值。远端PN结通常是CPU、FPGA或ASIC上共集极pnp晶体管的发射结。

该2线串行接口接受标准的系统管理总线(SMBus)™写字节、读字节、发送字节与接收字节指令，来读取温度数据，并编程告警阈值。温度数据控制PWM输出信号，来调节冷却风扇的速度，于是当系统运行温度较低时，可以将噪声减到最小，但当功耗增大时，可以提供最大的冷却能力。该器件还具有超温度告警输出，用来产生中断、减速信号或关断信号。MAX6641工作在3.0V至5.5V电源电压范围内，消耗电源电流的典型值为500mA。

MAX6641提供细小的10引脚μMAX®封装，工作在汽车级温度范围内(-40°C至+125°C)。

应用

台式电脑
笔记本电脑
工作站
服务器
网络设备
工业应用

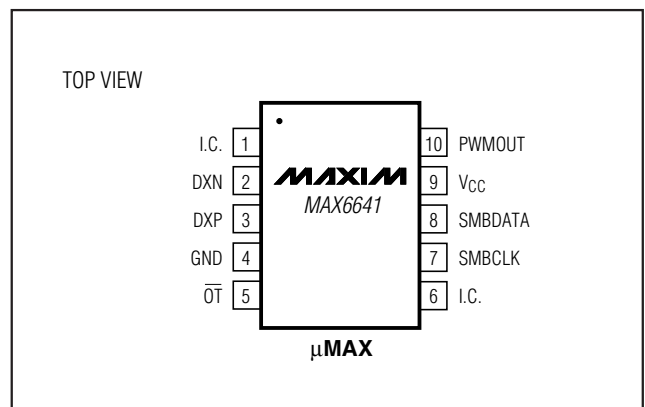
特性

- ◆ 细小的3mm x 3mm μMAX封装
- ◆ 热二极管输入
- ◆ 本地温度传感器
- ◆ 漏极开路PWM输出，用来驱动风扇
- ◆ 可编程的风扇控制特性
- ◆ 自动的风扇启转，确保风扇可靠启动
- ◆ ±1°C远端温度精度(+60°C至+145°C)
- ◆ 受控的变化速率使风扇速度调节不引人注目
- ◆ 上电后立即开始温度监视，实现失效安全的系统保护
- ◆ \overline{OT} 输出可用于减速或关机

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	SMBus ADDRESS
MAX6641AUB90	-40°C to +125°C	10 μMAX	1001 000x
MAX6641AUB92	-40°C to +125°C	10 μMAX	1001 001x
MAX6641AUB94	-40°C to +125°C	10 μMAX	1001 010x
MAX6641AUB96	-40°C to +125°C	10 μMAX	1001 011x

引脚配置



典型应用电路在本资料的最后给出。

μMAX is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.
SMBus is a trademark of Intel Corp.



Maxim Integrated Products 1

本文是 Maxim 正式英文资料的译文，Maxim 不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。请注意译文中可能存在文字组织或翻译错误，如需确认任何词语的准确性，请参考 Maxim 提供的英文版资料。

索取免费样品和最新版的数据资料，请访问 Maxim 的主页：www.maxim-ic.com.cn。

SMBus 兼容的温度监视器和 自动 PWM 风扇控制器集成器件

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

All Voltages Referenced to GND
 V_{CC} , \overline{OT} , SMBDATA, SMBCLK, PWMOUT -0.3V to +6V
 DXP -0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
 DXN -0.3V to +0.8V
 ESD Protection
 (all pins, Human Body Model) $\pm 2000V$

Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$)
 10-Pin μ MAX (derate 5.6mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$) 444mW
 Operating Temperature Range $-40^\circ C$ to $+125^\circ C$
 Junction Temperature $+150^\circ C$
 Storage Temperature Range $-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ C$

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.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +3.0V$ to $+5.5V$, $T_A = 0^\circ C$ to $+125^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage Range	V_{CC}		3.0		5.5	V
Operating Current		SMBDATA, SMBCLK not switching		0.5	1	mA
External Temperature Error	$V_{CC} = 3.3V$	$+25^\circ C \leq T_R \leq +125^\circ C$, $T_A = +60^\circ C$			± 1	$^\circ C$
		$0^\circ C \leq T_R \leq +145^\circ C$, $+25^\circ C \leq T_A \leq +100^\circ C$			± 3	
		$0^\circ C \leq T_R \leq +145^\circ C$, $0^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			± 4	
Internal Temperature Error	$V_{CC} = 3.3V$	$+25^\circ C \leq T_A \leq +100^\circ C$	-2.5		+2.5	$^\circ C$
		$0^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	-4		+4	
Temperature Resolution			1			$^\circ C$
			8			Bits
Conversion Time			200	250	300	ms
PWM Frequency Tolerance			-20		+20	%
Remote-Diode Sourcing Current		High level	80	100	120	μA
		Low level	8	10	12	
DXN Source Voltage				0.7		V
I/O						
\overline{OT} , SMBDATA, PWMOUT Output Low Voltage	V_{OL}	$I_{OUT} = 6mA$			0.4	V
\overline{OT} , SMBDATA, PWMOUT Output-High Leakage Current	I_{OH}	$V_{CC} = 5.5V$			1	μA
SMBDATA, SMBCLK Logic-Low Input Voltage	V_{IL}	$V_{CC} = 3V$ to $5.5V$			0.8	V
SMBDATA, SMBCLK Logic-High Input Voltage	V_{IH}	$V_{CC} = 3V$ to $5.5V$	2.1			V
SMBDATA, SMBCLK Leakage Current					1	μA
SMBDATA, SMBCLK Input Capacitance	C_{IN}			5		pF

SMBus 兼容的温度监视器和 自动 PWM 风扇控制器 集成器件

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = 0°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 3.3V, T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SMBus-COMPATIBLE TIMING (Note 1) (See Figures 2, 3)						
Serial Clock Frequency	f _{SCLK}	(Note 2)			100	kHz
Clock Low Period	t _{LOW}	10% to 10%	4			μs
Clock High Period	t _{HIGH}	90% to 90%	4.7			μs
Bus Free Time Between Stop and Start Condition	t _{BUF}		4.7			μs
Hold Time After (Repeated) Start Condition	t _{HD:STA}		4			μs
SMBus Start Condition Setup Time	t _{SU:STA}	90% of SMBCLK to 90% of SMBDATA	4.7			μs
Start Condition Hold Time	t _{HD:STO}	10% of SMBDATA to 10% of SMBCLK	4			μs
Stop Condition Setup Time	t _{SU:STO}	90% of SMBCLK to 10% of SMBDATA	4			μs
Data Setup Time	t _{SU:DAT}	10% of SMBDATA to 10% of SMBCLK	250			ns
Data Hold Time	t _{HD:DAT}	10% of SMBCLK to 10% of SMBDATA (Note 3)	300			ns
SMBus Fall Time	t _F				300	ns
SMBus Rise Time	t _R				1000	ns
SMBus Timeout	t _{TIMEOUT}		29	37	55	ms
Startup Time After POR	t _{POR}				500	ms

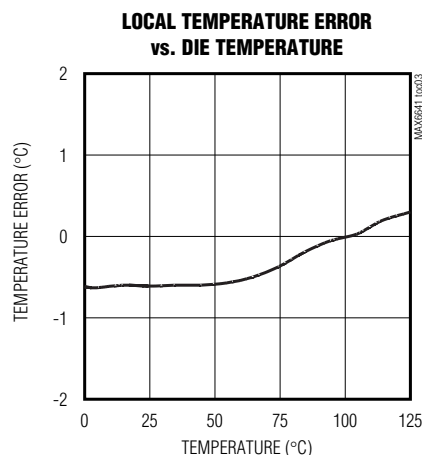
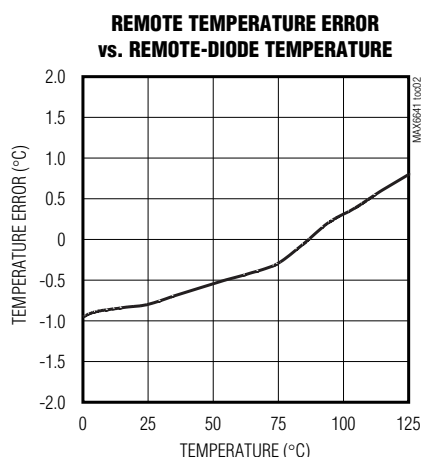
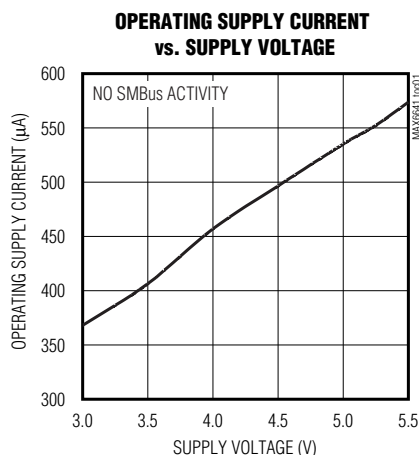
Note 1: Timing specifications guaranteed by design.

Note 2: The serial interface resets when SMBCLK is low for more than t_{TIMEOUT}.

Note 3: A transition must internally provide at least a hold time to bridge the undefined region (300ns max) of SMBCLK's falling edge.

典型工作特性

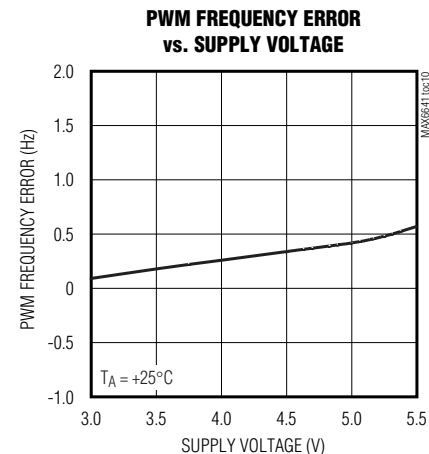
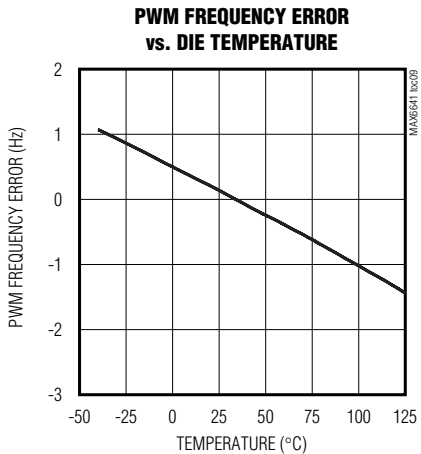
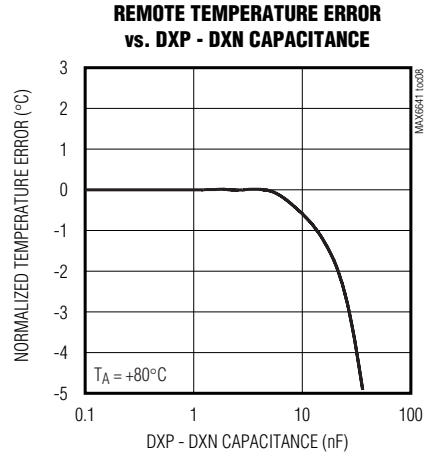
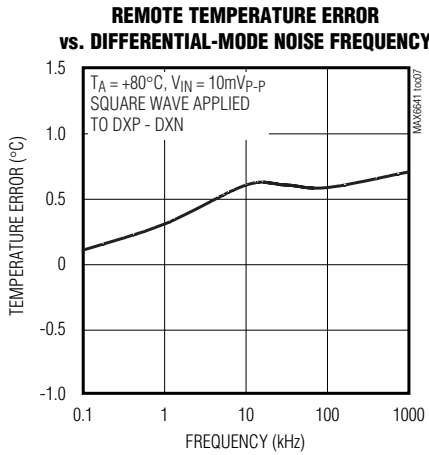
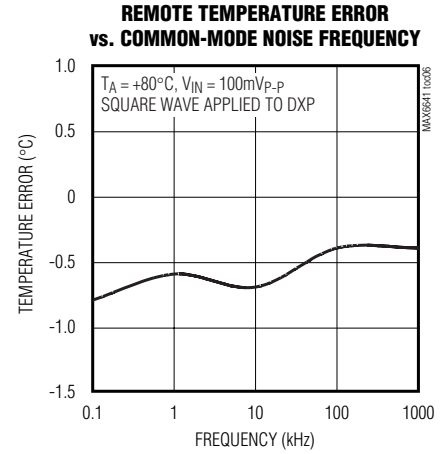
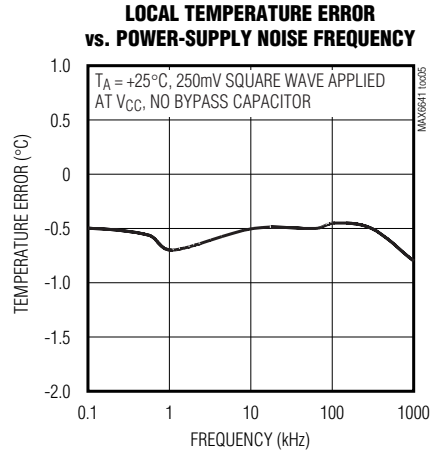
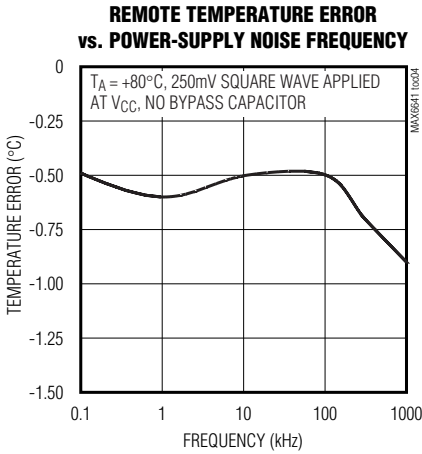
(V_{CC} = 3.3V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



SMBus 兼容的温度监视器和 自动 PWM 风扇控制器集成器件

典型工作特性 (续)

($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



SMBus兼容的温度监视器和自动 PWM 风扇控制器集成器件

引脚说明

MAX6641

引脚	名称	功能
1, 6	I.C.	内部已连接。必须连接至 GND。
2	DXN	远端二极管阴极连接与 A/D 负输入的组合。将作为远端二极管的温度测量晶体管阴极连接至 DXN。
3	DXP	远端二极管电流源与远端二极管通道 A/D 正输入的组合。将 DXP 连接作为远端二极管的温度测量晶体管阳极。不要让 DXP 浮空；如果不使用远端二极管，则与 DXN 连接。为了滤去噪声，在 DXP 与 DXN 之间连接一个 2200pF 的电容。
4	GND	接地。
5	\overline{OT}	低电平有效、漏极开路的高温输出。 \overline{OT} 可以用作中断、系统关断信号，或用来控制时钟减速。无论 V_{CC} 上的电源电压是多少， \overline{OT} 都可以被上拉至 5.5V。当 $V_{CC} = 0$ 时， \overline{OT} 为高阻状态。
7	SMBCLK	SMBus 串行时钟输入。SMBCLK 可以被上拉至 5.5V，而与 V_{CC} 无关。漏极开路。当 $V_{CC} = 0$ 时，SMBCLK 为高阻状态。
8	SMBDATA	SMBus 串行数据输入/输出。SMBDATA 可以被上拉至 5.5V，而与 V_{CC} 无关。漏极开路。当 $V_{CC} = 0$ 时，SMBDATA 为高阻状态。
9	V_{CC}	正电源。用 0.1 μ F 旁路至 GND。
10	PWMOUT	连接至风扇驱动晶体管的 PWM 输出。将 PWMOUT 与 MOSFET 栅极或双极型晶体管的基极相连，用 PWM 波形来驱动风扇的电源供电。若风扇具有直接速度控制能力，则 PWM 输出可以连接至风扇的 PWM 输入端；也可以选择将 PWM 输出转换成直流电压来驱动风扇的电源供电。PWMOUT 需要上拉电阻。上拉电阻可以被连接到最高 5.5V 的电源电压上，而与 V_{CC} 无关。

详细说明

MAX6641 是温度传感器和风扇控制器，能够准确地测量自身管芯的温度以及远端 PN 结的温度。该器件使用 2 线串行接口，以数字形式报告温度值。远端 PN 结通常是 CPU、FPGA 或 ASIC 上共集极 PNP 的发射结。MAX6641 工作在 3.0V 至 5.5V 电源电压范围内，消耗电源电流的典型值为 500 μ A。温度数据控制 PWM 输出信号，来调节冷却风扇的速度。该器件还具有高温告警输出，用来产生中断、减速信号或关断信号。

SMBus 数字接口

从软件的角度来看，MAX6641 可以看作是一组字节宽的寄存器，其中包含了温度数据、告警阈值数据，以及各个控制位。标准的 SMBus 兼容 2 线串行接口用来读取温度数据，并写入控制位以及告警阈值数据。这些器件响应相同的 SMBus 从机地址，来访问所有的功能。MAX6641 使用到 4 种标准的 SMBus 协议：写字节、读

字节、发送字节和接收字节 (图 1、图 2 和图 3)。更短的接收字节协议可以实现更快的传输，前提是通过读字节指令预先选择了正确的数据寄存器。在多主机系统中使用短协议时应谨慎，另一个主机可能在没有通知第一个主机的情况下覆盖命令字节。MAX6641 可以采用四种不同的从机地址，因此，最多可以有四个 MAX6641 共享同一条总线。

范围在 0°C 至 +255°C 以内的温度数据可以从“读外部温度”寄存器 (00h) 中读取；范围在 0°C 至 +125°C 以内的温度数据可以从“读内部温度”寄存器 (01h) 中读取。这些寄存器的温度数据格式为 8 位，其 LSB 代表 +1°C (表 1)；MSB 代表 +128°C。MSB 最先发送。所有低于 0°C 的数值都被固定为 00h。

表 1 详细说明了寄存器地址与功能、可读还是可写、以及上电复位 (POR) 状态。所有寄存器的功能说明参见表 1-5 以及寄存器说明部分。图 4 为 MAX6641 的框图。

SMBus兼容的温度监视器和 自动PWM风扇控制器集成器件

表 1. 寄存器功能

READ/ WRITE	REGISTER ADDRESS	POR STATE	FUNCTION/ NAME	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
R	00h	0000 0000	Read remote (external) temperature	MSB (+128°C)	(+64°C)	(+32°C)	(+16°C)	(+8°C)	(+4°C)	(+2°C)	LSB (+1°C)
R	01h	0000 0000	Read local (internal) temperature	MSB (+128°C)	(+64°C)	(+32°C)	(+16°C)	(+8°C)	(+4°C)	(+2°C)	LSB (+1°C)
R/W	02h	0000 00xx	Configuration byte	Reserved set to 0	Reserved set to 0	Timeout: 0 = enabled, 1 = disabled	Fan PWM invert	Min duty cycle: 0 = 0%, 1 = fan- start duty cycle	Spin-up disable	X	X
R/W	03h	0110 1110	Remote-diode temperature \overline{OT} limit	MSB (+128°C)	(+64°C)	(+32°C)	(+16°C)	(+8°C)	(+4°C)	(+2°C)	LSB (+1°C)
R/W	04h	0101 0000	Local-diode temperature \overline{OT} limit	MSB (+128°C)	(+64°C)	(+32°C)	(+16°C)	(+8°C)	(+4°C)	(+2°C)	LSB (+1°C)
R	05h	00xx xxxx	\overline{OT} status	Remote 1 = fault	Local 1 = fault	X	X	X	X	X	X
R/W	06h	00xx xxxx	\overline{OT} mask	Remote 1 = masked	Local 1 = masked	X	X	X	X	X	X
R/W	07h	0110 000x (96 = 40%)	Fan-start duty cycle	MSB (128/240)	(64/240)	(32/240)	(16/240)	(8/240)	(4/240)	LSB (2/240)	X
R/W	08h	1111 000x (240 = 100%)	Fan maximum duty cycle	MSB (128/240)	(64/240)	(32/240)	(16/240)	(8/240)	(4/240)	LSB (2/240)	X
R/W	09h	0000 000x	Fan target duty cycle	MSB (128/240)	(64/240)	(32/240)	(16/240)	(8/240)	(4/240)	LSB (2/240)	X
R	0Ah	0000 000x	Fan instantaneous duty cycle	MSB (128/240)	(64/240)	(32/240)	(16/240)	(8/240)	(4/240)	LSB (2/240)	X
R/W	0Bh	0000 0000	Remote-diode fan-start temperature	MSB (+128°C)	(+64°C)	(+32°C)	(+16°C)	(+8°C)	(+4°C)	(+2°C)	LSB (+1°C)

SMBus兼容的温度监视器和 自动 PWM 风扇控制器集成器件

MAX6641

表 1. 寄存器功能 (续)

READ/ WRITE	REGISTER ADDRESS	POR STATE	FUNCTION/ NAME	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
R/W	0Ch	0000 0000	Local-diode fan-start temperature	MSB (+128°C)	(+64°C)	(+32°C)	(+16°C)	(+8°C)	(+4°C)	(+2°C)	LSB (+1°C)
R/W	0Dh	0000 xxxx	Fan configuration	Hysteresis: 0 = 5°C, 1 = 10°C	Temp step: 0 = 1°C, 1 = 2°C	Fan control: 1 = remote	Fan control: 1 = local	X	X	X	X
R/W	0Eh	101x xxxx	Duty-cycle rate of change	MSB	—	LSB	X	X	X	X	X
R/W	0Fh	0101 xxxx	Duty-cycle step size	MSB	—	—	LSB	X	X	X	X
R/W	10h	010x xxxx	PWM frequency select	Select A	Select B	Select C	X	X	X	X	X
R	FDh	0000 0001	Read device revision	0	0	0	0	0	0	0	1
R	FEh	1000 0111	Read device ID	1	0	0	0	0	1	1	1
R	FFh	0100 1101	Read manufacturer ID	0	1	0	0	1	1	0	1

X = 不必理会。更详细的内容参见寄存器说明。

SMBus 兼容的温度监视器和 自动 PWM 风扇控制器集成器件

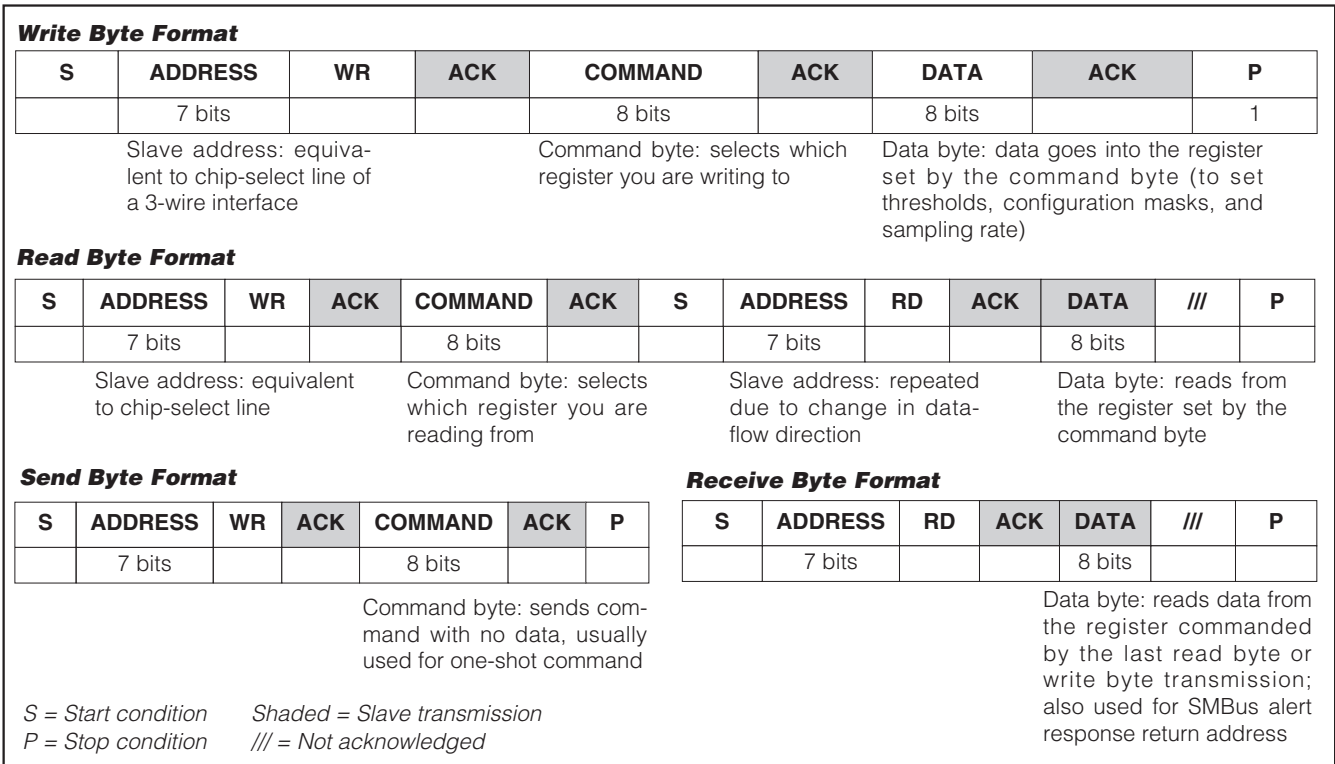


图 1. SMBus 协议

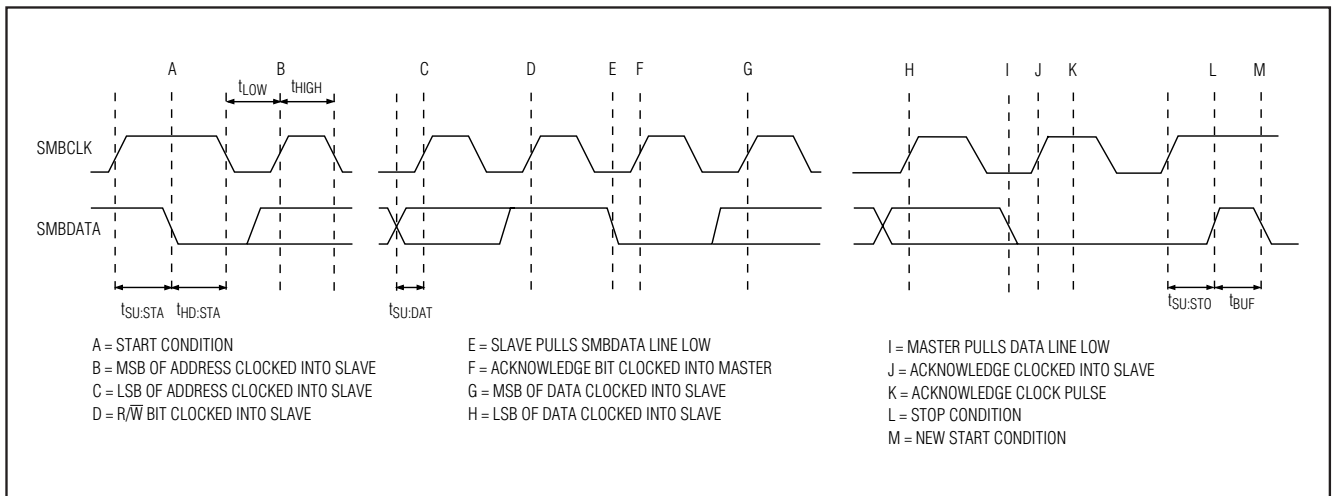


图 2. SMBus 写操作时序图

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

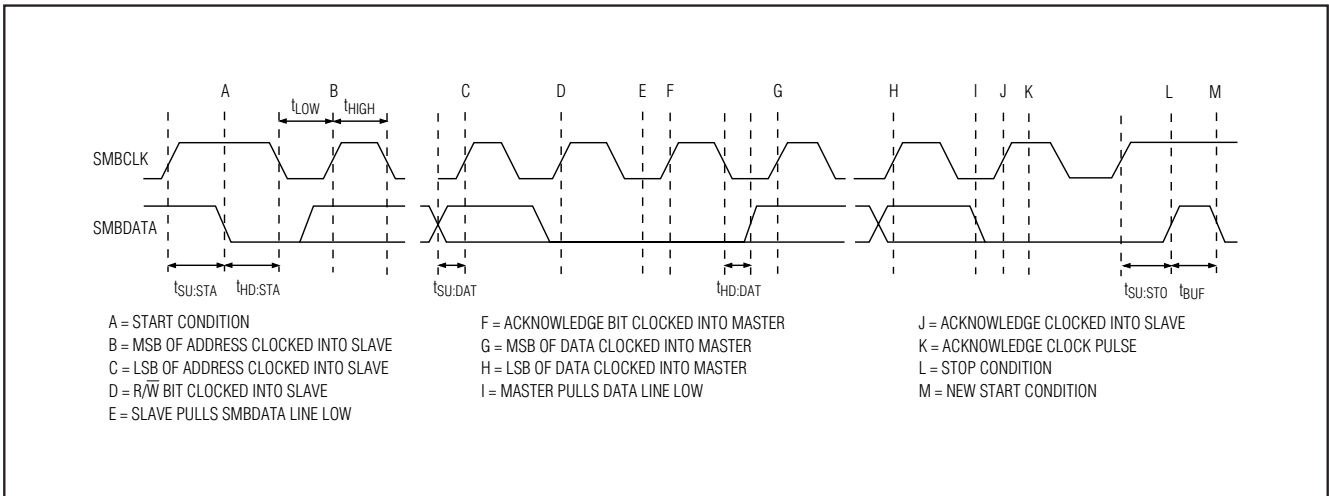


图 3. SMBus 读操作时序图

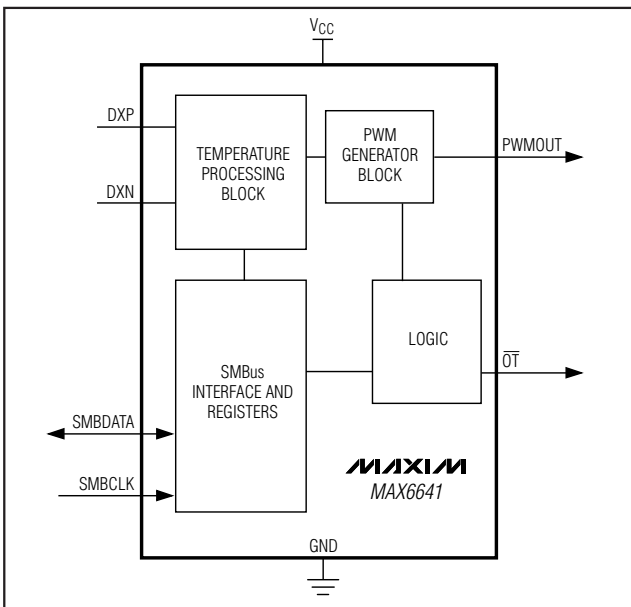


图 4. 框图

寄存器说明

温度寄存器 (00h, 01h)

这些寄存器包含了温度测量的 8 位结果。寄存器 00h 中包含了远端二极管的温度读数。寄存器 01h 中包含了环境温度

度读数。MSB 的权值为 $+128^{\circ}\text{C}$ ，LSB 的权值为 $+1^{\circ}\text{C}$ 。MSB 最先发送。温度寄存器的 POR 状态为 00h。

配置字节寄存器 (02h)

配置字节寄存器控制超时条件以及不同的 PWMOUT 信号。配置字节寄存器的 POR 状态是 00h。配置字节的定义参见表 2。

远端与本地 \overline{OT} 限 (03h, 04h)

使用这两个寄存器来设定远端 (03h) 和本地 (04h) 温度阈值。一旦温度高于阈值， \overline{OT} 输出跳变为低电平 (对未屏蔽的温度通道而言)。远端 \overline{OT} 门限寄存器的 POR 状态为 6Eh，本地 \overline{OT} 门限寄存器的 POR 状态为 50h。

\overline{OT} 状态 (05h)

读取 \overline{OT} 状态寄存器可以确定哪个通道发生了温度越限故障。如果远端二极管通道发出故障，则 D7 位为高。如果本地二极管通道发出故障，则 D6 位为高。只有读取 \overline{OT} 状态寄存器内容的操作能够将寄存器清空。读取寄存器内容的操作还会使 \overline{OT} 输出变为高阻状态。如果在下一个温度测量周期里故障仍然存在，则相应位与 \overline{OT} 输出将再次被置位。读取 \overline{OT} 状态寄存器后，必须读取温度寄存器，以便正确地清除适当的状态位。 \overline{OT} 状态寄存器的 POR 状态为 00h。

SMBus兼容的温度监视器和 自动 PWM 风扇控制器集成器件

表 2. 配置字节定义 (02h)

位	名称	POR 状态	功能
7	—	0	保留位。设定为 0。
6	—	0	保留位。设定为 0。
5	TIMEOUT	0	将 TIMEOUT 设定为 0 时，使 SMBus 超时功能有效，提供总线锁定保护。该位设定为 1 时，禁用该功能。
4	FAN PWM INVERT	0	将 FAN PWM INVERT 设定为 0 时，占空比为 100% 的情况下，PWMOUT 被强制为低电平。将其设定为 1，占空比为 100% 的情况下，PWMOUT 被强制为高电平。
3	MIN DUTY CYCLE	0	<p>将 MIN DUTY CYCLE 设定为 0 时，自动模式下若测得的温度低于风扇启动温度，则占空比为 0%。若温度等于风扇启动温度，则占空比等于“风扇启动占空比”寄存器中的数值，并随温度升高而增大。</p> <p>将 MIN DUTY CYCLE 设定为 1 时，若被测温度低于风扇启动温度，则将 PWM 占空比强制为“风扇启动占空比”寄存器中的数值。若温度升高到温度阈值以上，则占空比按照预定数值增大。</p>
2	SPIN-UP DISABLE	0	将 SPIN-UP DISABLE 设定为 1 时，关闭启转功能。设定为 0 时，执行正常的风扇启转功能。
1	—	X	不必理会。
0	—	X	不必理会。

\overline{OT} 屏蔽 (06h)

将 \overline{OT} 屏蔽寄存器的 D7 位设定为 1，可阻止远端二极管温度通道上的故障产生 \overline{OT} 输出。将 D6 位设定为 1，可阻止本地二极管温度通道上的故障产生 \overline{OT} 输出。 \overline{OT} 屏蔽寄存器的 POR 状态为 00h。

风扇启动占空比 (07h)

“风扇启动占空比”寄存器决定了风扇开始旋转的 PWM 占空比。配置字节寄存器中的 D3 位 (MIN DUTY CYCLE) 决定了启动占空比。如果 MIN DUTY CYCLE 位为 1，当温度低于风扇启动温度时，占空比就是被写入“风扇启动占空比”寄存器的数值。如果 MIN DUTY CYCLE 位为 0，当温度低于风扇启动温度时，占空比为 0，而达到风扇启动温度时，占空比为该寄存器中的数值。数值 240 代表 100% 的占空比。写入任意大于 240 的数值，风扇速度将被设定为 100%。“风扇启动占空比”寄存器的 POR 状态为 60h，40%。

风扇占空比最大值 (08h)

“风扇占空比最大值”寄存器用来设定 PWMOUT 占空比容许的最大值，其数值在 2/240 (0.83%) 至 240/240 (100%) 之间。所有大于 240 的数值被认为是 100% 的占空比最大值。“风扇占空比最大值”寄存器的 POR 状态为 F0h，100%。在人工控制模式下，该寄存器被忽略。

风扇目标占空比 (09h)

在自动风扇控制模式下，该寄存器中包含了目标 PWM 占空比的当前值，它由测得的温度与占空比步长决定。如果“占空比变化率”寄存器中的设定值不为 0，那么实际的占空比需要一定的建立时间才可到达目标占空比。实际占空比的建立时间由“占空比变化率”寄存器的数值来定义；因此，目标占空比与实际占空比通常是不同的。在人工风扇控制模式下，将 PWM 占空比的期望值直接写入该寄存器。“风扇目标占空比”寄存器的 POR 状态为 00h。

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

风扇即时占空比 (0Ah)

读取“风扇即时占空比”寄存器可以确定 PWMOUT任意时刻的占空比。“风扇即时占空比”寄存器的 POR 状态为 00h。

远端与本地二极管 风扇启动温度 (0Bh,0Ch)

这两个寄存器中包含了自动模式下启动风扇控制的温度阈值。关于设定风扇启动阈值的详细内容参见自动 PWM 占空比控制部分。远端与本地二极管“风扇启动温度”寄存器的 POR 状态为 00h。

风扇配置 (0Dh)

风扇配置寄存器用来控制滞回量、温度步长，以及由远端还是本地二极管来控制 PWMOUT 信号，参见表 1。将风扇配置寄存器的 D7 位设定为 0 时，滞回值被设定为 5°C。将 D7 位设定为 1 时，滞回值被设定为 10°C。将 D6 位设定为 0 时，风扇控制温度步长被设定为 1°C。将 D6 位设定为 1 时，风扇控制温度步长被设定为 2°C。将 D5 位设定为 1 时，由远端二极管温度读数控制风扇。将 D4 位设定为 1 时，由本地二极管温度读数控制风扇。若 D5 与 D4 位均为高电平，则该器件使用最高的 PWM 数值。若 D5 与 D4 位均为 0，则 MAX6641 工作在人工风扇控制模式下，在该模式下，仅由写入“风扇目标占空比”寄存器 (09h) 的数值来控制 PWMOUT 的占空比。在人工风扇控制模式下，写入“风扇目标占空比”寄存器中的数值不受“占空比最大值”寄存器中数值的限制。不过，若被写入的数值大于 240，则维持在 240。风扇配置寄存器的 POR 状态为 00h。

占空比变化率 (0Eh)

“占空比变化率”寄存器的 D7、D6 和 D5 位用来设定占空比递增时间。占空比每次递增 2/240，参见表 3。这样就允许占空比从 33% 至 100% 变化的时间可以在 5s 至 320s 的范围内调节。变化率控制在人工模式下始终有效。为了实现即时改变，设定 D7, D6, D5 = 000。“占空比变化率”寄存器的 POR 状态为 A0h (递增时间为 1s)。

占空比步长 (0Fh)

“占空比步长”寄存器的 D7-D4 位用来改变每个温度台阶对应的占空比变化量。占空比步长寄存器的 POR 状态为 50h，参见表 4。

表 3. 占空比变化率寄存器 (0Eh)

D7, D6, D5	TIME BETWEEN INCREMENTS (s)	TIME FROM 33% TO 100% (s)
000	0	0
001	0.0625	5
010	0.1250	10
011	0.2500	20
100	0.5000	40
101	1.0000	80
110	2.0000	160
111	4.0000	320

表 4. 占空比步长寄存器 (0Fh)

D7-D4	CHANGE IN DUTY CYCLE PER TEMPERATURE STEP	TEMPERATURE RANGE FOR FAN CONTROL (1°C STEP, 33% TO 100%)
0000	0/240	N/A
0001	2/240	80.00
0010	4/240	40.00
0011	6/240	26.67
0100	8/240	20.00
0101	10/240	16.00
0110	12/240	13.33
0111	14/240	11.43
1000	16/240	10.00
1001	18/240	8.89
1010	20/240	8.00
1011	22/240	7.27
1100	24/240	6.67
1101	26/240	6.15
1110	28/240	5.71
1111	30/240	5.33

PWM 频率选择 (10h)

“PWM 频率选择”寄存器中的 D7、D6 和 D5 位 (select A、select B 和 select C) 用来控制 PWMOUT 频率，参见表 5。“PWM 频率选择”寄存器的 POR 状态为 40h，33Hz。在驱动风扇的电源引脚时，通常使用较低的频率，参见典型应用电路，33Hz 是最常用的选择。35kHz 的频率设置

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

表 5. PWM 频率选择 (10h)

PWM FREQUENCY (Hz)	SELECT A	SELECT B	SELECT C
20	0	0	0
33	0	1	0
50	1	0	0
100	1	1	0
35k	X	X	1

用来控制具有逻辑电平 PWM 输入引脚的风扇，进行速度控制。在 35kHz 频率下，占空比分辨率从 2/240 降低至 4/240。

PWM 输出

PWMOUT 信号通常使用在以下三种控制风扇速度方式中：

- 1) PWMOUT 驱动与风扇电源串联的 MOSFET 栅极或双极型晶体管基极。典型应用电路给出了 PWMOUT 引脚驱动 n 沟道 MOSFET 的情况。在这种情况下，PWM 反相位 (寄存器 02h 的 D4 位) 被置 1。图 5 给出了 PWMOUT 驱动 p 沟道 MOSFET 的情况，此时 PWM 反相位必须被设定为 0。
- 2) PWMOUT 被转换为 (使用外部电路) 与占空比成正比的直流电压。这个受占空比控制的电压被用作风扇的电源。这种方法比 1) 的效率低，但是风扇的工作更安静。图 6 给出了一个将 PWM 信号转换为直流电压的电路实例。由于该电路在 PWMOUT = 0V 时产生满量程输出电压，因此，寄存器 02h 中的 D4 位应当被设定为 0。
- 3) PWMOUT 直接驱动风扇的逻辑电平 PWM 速度控制输入 (若风扇具有这种输入形式的话)。这种方法需要更少的外部元件，并且结合了 1) 的高效率与 2) 的低噪声。图 7 就是一个用 PWMOUT 驱动的带速度控制输入的风扇的实例。采用这种配置时，寄存器 02h 中的 D4 位应当被置 1。

当风扇从静止状态开始旋转时，PWMOUT 被强制为高电平 2s。在这个启转阶段之后，PWMOUT 占空比将稳定在预设的数值上。如果启转功能被禁用 (配置字节中的第 2 位 = 1)，则占空比立即从 0 变化到规定值，而忽略占空比变化率设置。

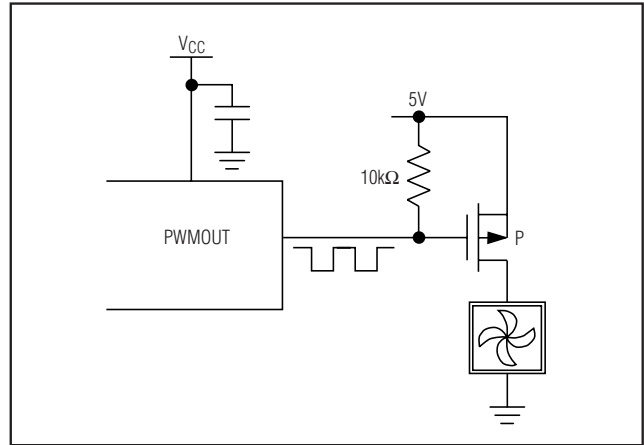


图 5. 驱动 p 沟道 MOSFET，用于高侧 PWM 风扇驱动

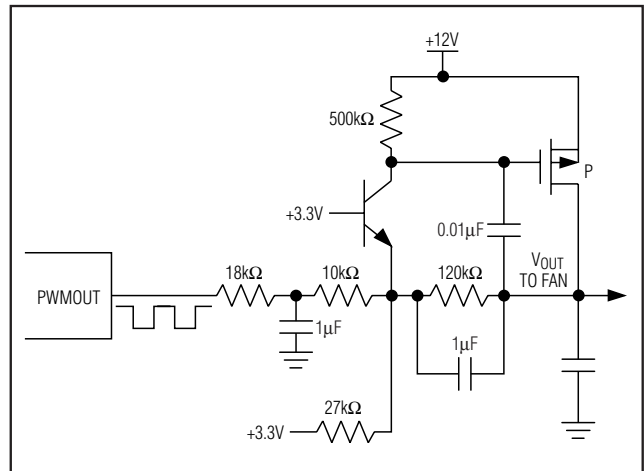


图 6. 用 PWM-DC 转换电路驱动风扇

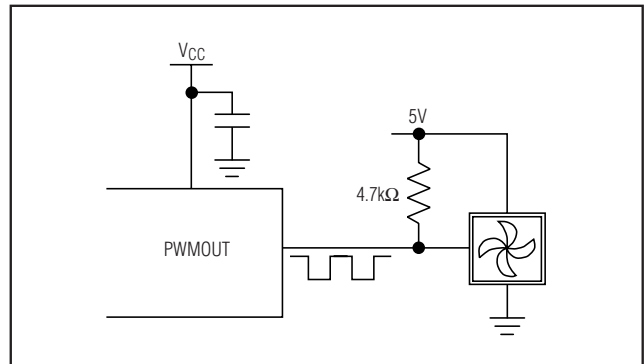


图 7. 用 MAX6641 的 PWM 输出 (通常使用 35kHz PWM 频率) 控制带 PWM 输入的风扇

SMBus兼容的温度监视器和自动 PWM 风扇控制器集成器件

MAX6641

频率选择寄存器用来控制 PWM 信号的频率。用 PWM 信号来调制风扇的电源时，应当使用低的 PWM 频率（通常 33Hz），以便确保无刷直流电机电路有充足的工作时间。使用 PWM-DC 转换电路驱动风扇时，如图 6 所示，应当采用最高的可用频率（35kHz），以便减小滤波电容的尺寸。使用带 PWM 控制输入的风扇时，通常也需要较高的频率，尽管一些风扇的 PWM 输入也可接受低频驱动。

PWM 信号的占空比可以采用两种方式来控制：

- 1) 人工 PWM 控制，占空比直接设定为“风扇目标占空比”寄存器 (09h) 中的值。
- 2) 自动 PWM 控制，基于温度设定占空比。

人工 PWM 占空比控制

将风扇配置寄存器 (0Dh) 中的 D5 和 D4 位设定为 0，则进入手动 PWMOUT 控制。在该模式下，写入“风扇目标占空比”寄存器的数值控制着 PWMOUT 的占空比。该数值被限定在最大值 240 以下，相当于 100% 占空比。大于该数值，则被限定在最大占空比。在人工模式下，“占空比最大值”寄存器中的数值被忽略，不会影响占空比。

自动 PWM 占空比控制

在自动控制模式下，占空比根据控制寄存器的设置，由本地或远端温度来控制。当温度低于风扇启动温度阈值时（由寄存器 03h 和 04h 来设置），占空比等于风扇启动占空比。当温度高于风扇启动温度阈值时，温度每上升一个温度台阶，占空比相应地增加一个占空比步长。温度低于风扇启动温度时，占空比为 0%，或等于风扇启动占空比，这取决于配置字节寄存器中 D3 位的状态。参见图 8。目标占空比根据以下公式计算：

温度 > 风扇启动温度时：

$$DC = FSDC + (T - FST) \times \frac{DCSS}{TS}$$

式中：

DC = 占空比

FSDC = 风扇启动占空比

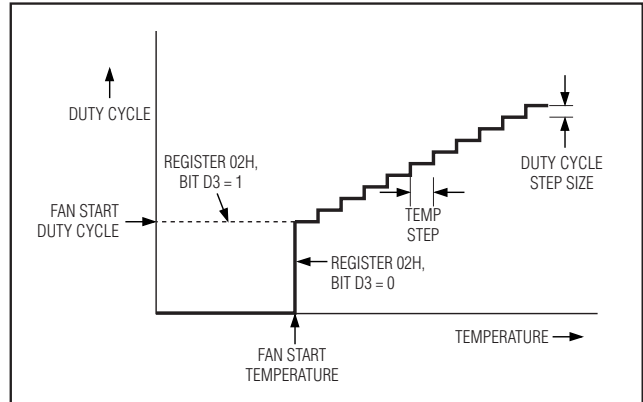


Figure 8. Automatic PWM Duty Control

T = 温度

FST = 风扇启动温度

DCSS = 占空比步长

TS = 温度步长

如果温度上升，那么每次温度转换之后重新计算占空比。如果温度开始降低，直到温度从上次峰值温度下降 5°C 时，才会重新计算占空比。温度从上次峰值温度下降 5°C，或温度上升到大于上次的峰值温度之前，占空比保持不变。例如，如果温度上升至 +85°C，然后开始下降，那么直到温度下降到 +80°C，或温度上升到大于 +85°C 时，才会重新计算占空比。如果温度进一步降低，直到温度降低到 75°C 时，才会更新占空比。

若温度 < 风扇启动温度，并且配置字节寄存器的 D3 位 = 0 时：

$$\text{占空比} = 0$$

若温度 < 风扇启动温度，并且配置字节寄存器的 D3 位 = 1 时：

$$\text{占空比} = \text{风扇启动占空比}$$

一旦温度超过风扇启动温度阈值，则只有当温度回落到阈值减滞回以下后，占空比方可回到 0% 或风扇启动占空比。滞回的数值由风扇配置寄存器的 D7 位来设定。

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

占空比受“风扇占空比最大值”寄存器中数值的限制。如果计算出的占空比数值大于这个最大值，则它将被钳制在这个值上。温度步长由风扇配置寄存器(0Dh)的D6位设定。

如果计算出的占空比是奇数，MAX6641会自动设为最近的偶数。

占空比变化率控制

为了降低风扇速度变化的可闻度，占空比变化率受到“占空比变化率”寄存器设定数值的限制。目标占空比与即时占空比不同的情况下，占空比以“占空比变化率”字节预定的速率增大或减小，直到即时占空比达到目标占空比。只要将变化率设定为适当的数值，就可在系统的散热要求与良好的噪音性能之间达到平衡。越慢的变化率对用户来说越不容易察觉，而较快的变化率有助于尽量减小温度变化。需要注意的是，风扇控制器是复杂控制系统的一部分。因为一些参数通常是未知的，为了实现最佳设置，可能需要进行一些实验。

上电默认值

表1中给出了MAX6641上电时默认值。总结这些设置如下：

- 温度转换有效。
- 远端 \overline{OT} 限 = +110°C。
- 本地 \overline{OT} 限 = +80°C。
- 人工风扇模式。
- 风扇占空比 = 0。
- PWM反相位 = 0。
- PWMOUT为高电平。

在使用nMOS或npn三极管时，风扇上电时将全速启动。

应用信息

远端二极管的选择

对具有片上温度测量二极管的CPU或其他IC(参见典型应用电路)，MAX6641可以直接测量CPU或IC的管芯温度；另外，MAX6641还测量分立的连接为二极管的三极管温度。

理想因子的影响

远端温度测量的精度取决于远端二极管(实际上是一个三极管)的理想因子(n)。MAX6641优化于 $n = 1.008$ ，这是Intel Pentium® III与AMD Athlon™ MP model 6的典型值。如果使用的测量三极管其理想因子不同，则输出数据也不同。好在差值是可以预测的。

假定设计为标称理想因子(n_{NOMINAL})的远端二极管传感器，用来测量不同理想因子的二极管， n_1 。测得的温度 T_M 可以使用下式修正：

$$T_M = T_{\text{ACTUAL}} \left(\frac{n_1}{n_{\text{NOMINAL}}} \right)$$

其中温度以Kelvin为单位。

如上文提到的，MAX6641的标称理想因子为1.008。例如：假定MAX6641被配置用于理想因子为1.002的CPU。若二极管没有串联电阻，则测量数据和实际温度的关系为：

$$T_{\text{ACTUAL}} = T_M \left(\frac{n_{\text{NOMINAL}}}{n_1} \right) = T_M \left(\frac{1.008}{1.002} \right) = T_M(1.00599)$$

对+85°C(358.15K)的实际温度，测得的温度为+82.87°C(356.02K)，误差为-2.13°C。

串联电阻的影响

传感二极管中的串联电阻会引起额外的误差。若二极管驱动电流为10 μ A和100 μ A，则测得的电压变化为：

$$\Delta V_M = R_S(100\mu\text{A} - 10\mu\text{A}) = 90\mu\text{A} \times R_S$$

由于1°C对应198.6 μ V，串联电阻引起的温度偏差为：

$$\frac{90 \frac{\mu\text{V}}{\Omega}}{198.6 \frac{\mu\text{V}}{^\circ\text{C}}} = 0.453 \frac{^\circ\text{C}}{\Omega}$$

假定被测二极管的串联电阻为3 Ω ，则串联电阻引起的偏差为：

$$3\Omega \times 0.453 \frac{^\circ\text{C}}{\Omega} = +1.36^\circ\text{C}$$

Pentium是Intel Corp.的商标。
Athlon是AMD的商标。

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

理想因子与串联电阻的影响是加性的。若二极管的理想因子为 1.002，串联电阻为 3W，则总偏差可以将串联电阻引起的误差与理想因子引起的误差相加来计算：

$$1.36^{\circ}\text{C} - 2.13^{\circ}\text{C} = -0.1477^{\circ}\text{C}$$

假定二极管温度为 +85°C。

在这个例子中，串联电阻与理想因子的影响部分抵消了。

为获得最佳精度，分立式三极管应当是小信号器件，其集电极连至 GND，基极连至 DXN。表 6 列出了一些适合与 MAX6641 一起使用的分立式三极管实例。

三极管必须是正向电压相对较高的小信号器件，否则可能会不能满足 A/D 输入电压范围要求。正向电压必须在最高预期温度和 10μA 电流下大于 0.25V；在最低预期温度和 100μA 电流下，正向电压必须小于 0.95V。不能使用大的功率三极管。另外，必须确保基区电阻小于 100Ω。严格的正向电流增益(例如 $50 < \beta < 150$)指标说明制造商具有良好的工艺控制，器件的 VBE 特性一致性较好。

ADC 噪声滤波

传感器所使用的集成 ADC 对低频噪声具有良好的抑制，如 60Hz/120Hz 的工频噪声。在噪声环境下，为了获得高精度的远端测量结果，需要降低高频噪声。仔细的印刷电路板布局以及合适的外部噪声滤波可以降低噪声。

高频 EMI 最好在 DXP 与 DXN 之间使用外部 2200pF 电容加以滤除。为了增加滤波效果，可以使用更大的电容值，但是不能超过 3300pF，因为更大的容值将由于开关电流源的上升时间引入误差。

印刷电路板布线

按照以下准则来降低温度传感器的测量误差：

- 1) 在实际应用中，将 MAX6641 尽可能靠近远端二极管摆放。在噪声环境中，例如计算机主板，通常该距离是 4in 至 8in。如果可以避开最差噪声源，该长度还可以增大。噪声源包括 CRT、时钟发生器、存储器总线，以及 ISA/PCI 总线。

表 6. 远端传感三极管制造商

MANUFACTURER	MODEL NO.
Central Semiconductor (USA)	CMPT3906
Rohm Semiconductor (USA)	SST3906
Samsung (Korea)	KST3906-TF
Siemens (Germany)	SMBT3906

- 2) DXP-DXN 的走线不要靠近 CRT 的偏转线圈。同样，也不要将该走线跨过高速数字信号，因为即使在很好的滤波条件下，这样也很容易引入 30°C 的误差。
- 3) DXP 与 DXN 应平行走线，尽可能互相靠近，并远离其他高电压的走线，如 12VDC。印刷电路板污染引起的泄漏电流必须小心处理，这是因为从 DXP 到地的通路有 20MΩ，会引起 1°C 左右的误差。如果无法避开高电压走线，则可以在 DXP-DXN 走线的两侧布上接地的保护线(图 9)。
- 4) 为了尽可能减小覆铜 / 焊点的热电耦效应，布线时应尽可能减少过孔与跨线。
- 5) 如果引入了热电耦，则要保证 DXP 与 DXN 通道的热电耦互相匹配。覆铜-焊点热电耦表现为 3μV/°C 的灵敏度，在 DXP-DXN 处引入 200μV 电压误差，才会引起 1°C 的测量。故此增加几个热电耦所造成的误差可以忽略。
- 6) 使用宽的引线。细引线的感性更强，容易拾取辐射噪声。图 9 中推荐使用的 10mil 宽度与间距并不是绝对的，因为相比更细的引线，它对于泄漏与噪声的影响仅有很小的改善。如果可能应使用更宽的引线。
- 7) 为了获得最佳的滤波效果，添加一个 200Ω 电阻与 VCC 串联(参见典型应用电路)。
- 8) 覆铜不能用作 EMI 屏蔽；只有含铁材料才有较好的效果，例如钢。在 DXP-DXN 走线与高频噪声信号的走线之间放置覆铜地平面也无助于降低 EMI。

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

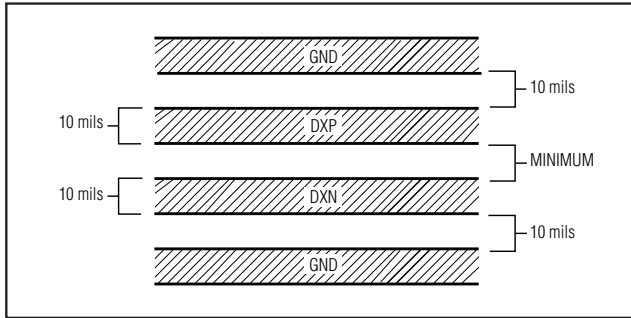


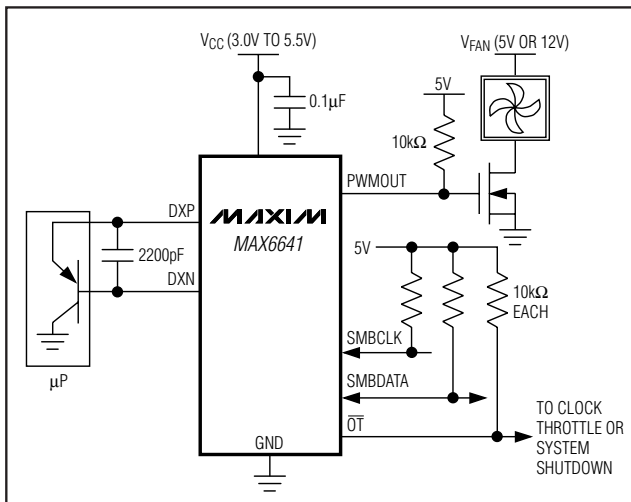
图9. 推荐的DXP-DXN印刷电路板走线

双绞线与屏蔽电缆

远端传感器距离超过8in或在噪声较严重的环境中时，应使用双绞电缆连接远端传感器。双绞电缆的长度在6ft至12ft之间时，噪声还不足以引入额外误差。对于更长的距离，最佳的解决方案是使用屏蔽双绞线，像音频麦克风使用的一样。例如，在噪声环境中，Belden 8451在100ft以内的距离下能够很好地工作。在器件一侧，将双绞线连接到DXP和DXN，屏蔽层连接到GND。在远端传感器一侧，屏蔽层不连接。

当使用很长的电缆时，电缆的寄生电容通常可以提供噪声滤波，因此，可以去掉2200pF的电容，或减小电容量。电缆的电阻也会影响远端传感器的精度。对于每1Ω的串联电阻，引起的误差大约为0.5°C。

典型应用电路



热容量与自热

在测量本地温度时，这些器件用来测量焊接器件的印刷电路板温度。器件的引脚为印刷电路板走线与管芯之间提供了良好的传热通路。比较而言，管芯与环境空气之间的导热情况很差，使得测量空气温度是不现实的。由于印刷电路板的热容量远大于MAX6641，因此器件的温度跟随印刷电路板的温度变化，只有很小或无法察觉的延迟。利用片上测温结来测量CPU或其他IC的温度时，热容量实际上没有影响。测温结的测量温度能够在在一个转换周期内跟踪实际温度。

使用封装更小的分立式远端传感器测量温度时，例如μMAX，可以获得最佳的热响应时间。需要注意考虑热源与传感器之间的温度梯度，并确保流经传感器封装的杂散气流不会影响测量精度。自热不会显著影响测量精度。由二极管电流源引起的远端传感器自热可以忽略。

芯片信息

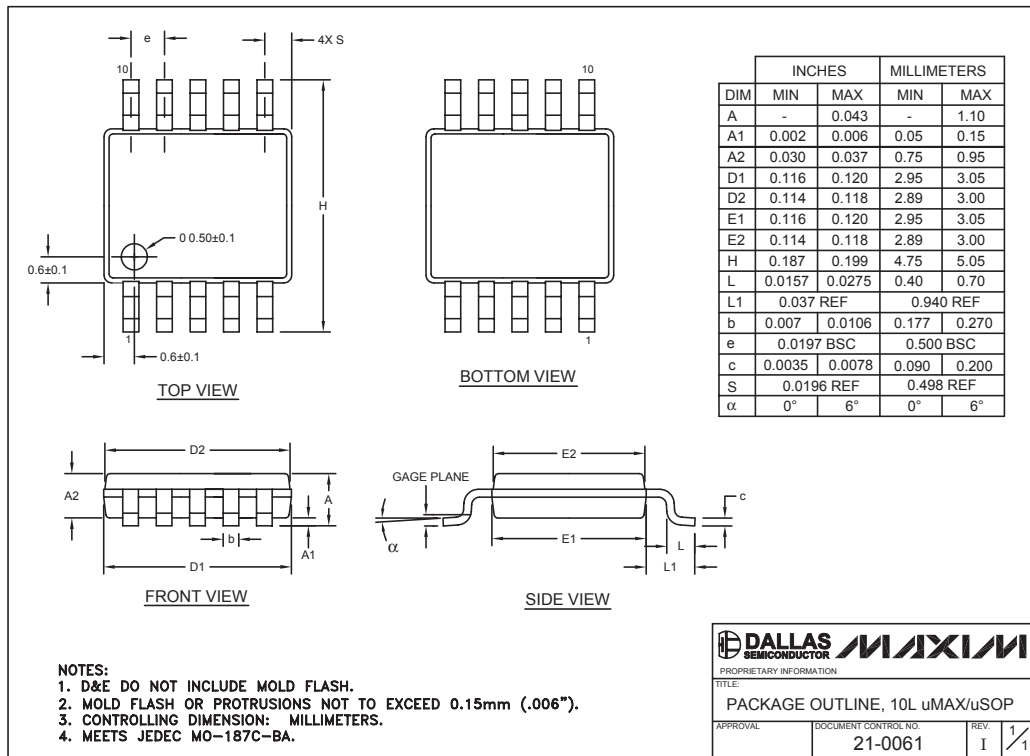
TRANSISTOR COUNT: 18,769

PROCESS: BiCMOS

SMBus兼容的温度监视器和自动PWM风扇控制器集成器件

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外型信息, 请查询 www.maxim-ic.com/packages.)



TOLLUMAX EPS

MAX6641

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: 010-6201 0598

传真: 010-6201 0298

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。

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