

可提供评估板

MAXIM

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

概述

MAX6640可以监视自身温度和一路外部连接成二极管的晶体管的温度，或两路外部连接成二极管的晶体管的温度，这种晶体管通常内置于CPU、FPGA或GPU中。2线串口采用标准的系统管理总线(SMBus™)，可执行写字节、读字节、发送字节以及接收字节命令，以读取温度数据、设置报警门限。可随时通过SMBus读取温度数据，三个可编程报警输出用于产生中断、降频或高温关断信号。

内部双路PWM风扇转速控制器根据温度数据调节两个冷却风扇的转速，系统运行在致冷状态时可以将风扇噪声降至最小，如果允许增大功耗，还可提供最强的致冷效果。通过风扇转速反馈环路，而不仅仅是PWM占空比，实现速率调节，以便控制风扇转速。转速测量精度为±4%。

MAX6640采用16引脚QSOP和16引脚TQFN、5mm x 5mm封装。工作在3.0V至3.6V电源电压，仅消耗500µA的电源电流。

应用

台式计算机
笔记本电脑
工作站
服务器
网络设备

SMBus是Intel Corp. 的商标。

典型工作电路在数据资料的最后给出。

特性

- ◆ 两个热敏二极管输入
- ◆ 本地温度检测
- ◆ 1°C远端温度测量精度(+60°C至+100°C)
- ◆ 两个PWM输出控制风扇驱动(开漏极，可上拉至+13.5V)
- ◆ 可编程风扇控制功能
- ◆ 自动风扇旋转功能确保风扇启动
- ◆ 受控的转速变化率确保平稳的风扇转速调节
- ◆ ±4%风扇转速测量精度
- ◆ 温度检测始于POR，具有系统失效保护
- ◆ \overline{OT} 和THERM输出用于降频或关断控制
- ◆ 测量温度高达+150°C
- ◆ 微小的5mm x 5mm、16引脚TQFN和QSOP封装

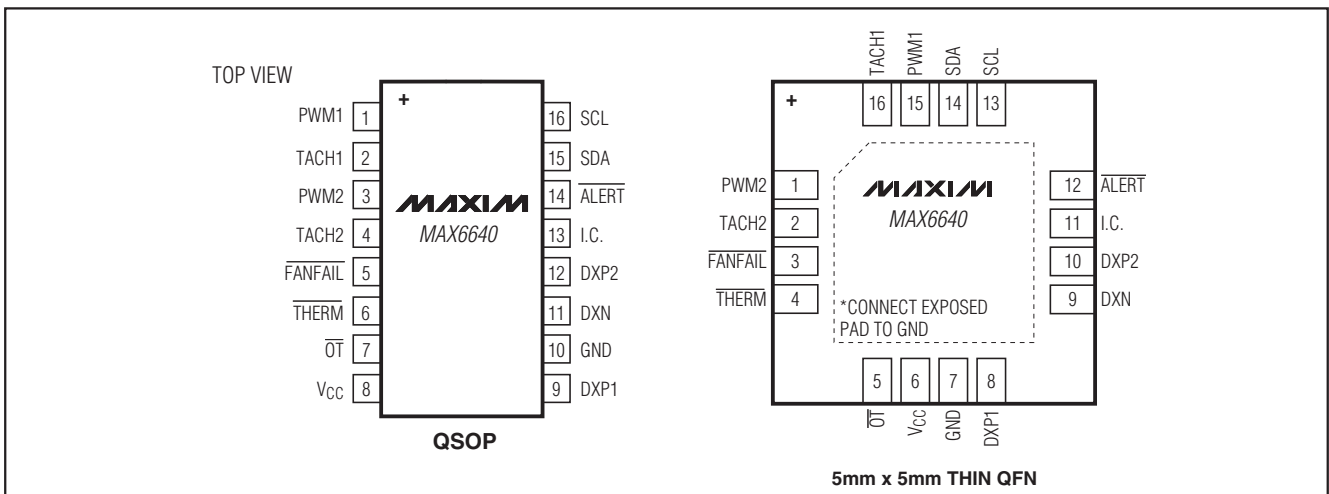
订购信息

| PART | OPERATING RANGE | MEASUREMENT RANGE | PIN-PACKAGE |
|-------------|-----------------|-------------------|-------------|
| MAX6640AEE+ | -40°C to +125°C | 0°C to +150°C | 16 QSOP |
| MAX6640ATE+ | -40°C to +125°C | 0°C to +150°C | 16 TQFN-EP* |

+表示无铅/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

引脚配置



MAXIM

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。

MAX6640

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC} to GND-0.3V to +6V
 PWM1, PWM2, TACH1, and TACH2 to GND-0.3V to +13.5V
 DXP1 and DXP2 to GND-0.3V to +(V_{CC} + 0.3V)
 DXN to GND-0.3V to +0.8V
 SCL, SDA, THERM, OT, FANFAIL,
 and ALERT to GND-0.3V to +6V
 SDA, OT, THERM, ALERT, FANFAIL,
 PWM1, and PWM2 Current-1mA to +50mA
 DXN Current±1mA

ESD Protection (all pins, Human Body Model)2000V
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 16-Pin QSOP (derated 8.3mW/°C above +70°C) 667mW
 16-Pin TQFN 5mm x 5mm
 (derated at 33.3mW/°C above +70°C).....2666.7mW
 Operating Temperature Range-40°C to +125°C
 Junction Temperature+150°C
 Storage Temperature Range-65°C to +150°C
 Lead Temperature (soldering, 10s)+300°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 +3.6V, T_A = 0°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.3V, T_A = +85°C.) (Note 1)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|------|-------|
| Operating Supply Voltage Range | V _{CC} | | +3.0 | | +3.6 | V |
| Standby Current | | SMB static, sleep mode | | 3 | 10 | μA |
| Operating Current | | Interface inactive, ADC active | | 0.5 | 1 | mA |
| External Temperature Error | | V _{CC} = +3.3V, +60°C ≤ T _A ≤ +100°C and +60°C ≤ T _R ≤ +100°C | | | ±1 | °C |
| | | V _{CC} = +3.3V, +40°C ≤ T _A ≤ +100°C and 0°C ≤ T _R ≤ +145°C | | | ±2.5 | |
| | | V _{CC} = +3.3V, 0°C ≤ T _R ≤ +145°C | | | ±3.8 | |
| Internal Temperature Error | | V _{CC} = +3.3V, +25°C ≤ T _A ≤ +100°C | | | ±2 | °C |
| | | V _{CC} = +3.3V, 0°C ≤ T _A ≤ +125°C | | | ±4 | |
| Supply Sensitivity of Temperature Measurement | | | | ±0.2 | | °C/V |
| Temperature Resolution | | | | +0.125 | | °C |
| | | | | 11 | | Bits |
| Conversion Time | | | | 125 | | ms |
| Conversion-Rate Timing Error | | | -10 | | +10 | % |
| PWM Frequency Error | | | -10 | | +10 | % |
| Tachometer Accuracy | | V _{CC} = 3.135V to 3.345V, +60°C ≤ T _A ≤ +85°C | | | ±4 | % |
| Remote-Diode Sourcing Current | | High level | 70 | 100 | 130 | μA |
| | | Low level | 7.0 | 10 | 13.0 | |
| DXN Source Voltage | | | | 0.7 | | V |

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

MAX6640

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +3.6V, T_A = 0°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.3V, T_A = +85°C.) (Note 1)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|-------|
| DIGITAL INPUTS AND OUTPUTS | | | | | | |
| Output Low Voltage (Sink Current) (\overline{OT} , \overline{ALERT} , $\overline{FANFAIL}$, \overline{THERM} , SDA, PWM1, and PWM2) | V _{OL} | \overline{ALERT} , $\overline{FANFAIL}$, \overline{THERM} , \overline{OT} SDA I _{SINK} = 6mA | | | 0.4 | V |
| | | PWM1, PWM2, I _{SINK} = 4mA | | | 0.4 | |
| Output High Leakage Current (\overline{OT} , \overline{ALERT} , $\overline{FANFAIL}$, \overline{THERM} , SDA, PWM1, and PWM2) | I _{OH} | | | | 1 | μA |
| Logic-Low Input Voltage (SDA, SCL, \overline{THERM} , TACH1, TACH2) | V _{IL} | | | | 0.8 | V |
| Logic-High Input Voltage (SDA, SCL, \overline{THERM} , TACH1, TACH2) | V _{IH} | V _{CC} = 3.3V | 2.1 | | | V |
| Input Leakage Current (SDA, SCL, \overline{THERM} , TACH1, TACH2) | | V _{IN} = V _{CC} or GND | | | 1 | μA |
| Input Capacitance | C _{IN} | | | 5 | | pF |
| SMBus TIMING (Note 2) | | | | | | |
| Serial Clock Frequency | f _{SCL} | (Note 3) | 10 | | 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 |
| 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 SDA to 10% of SCL | 4 | | | μs |
| Stop Condition Setup Time | t _{SU:STO} | 90% of SCL to 10% of SDA | 4 | | | μs |
| Data Setup Time | t _{SU:DAT} | 10% of SDA to 10% of SCL | 250 | | | ns |
| Data Hold Time | t _{HD:DAT} | 10% of SCL to 10% of SDA (Note 4) | 300 | | | ns |
| SMBus Fall Time | t _F | | | | 300 | ns |
| SMBus Rise Time | t _R | | | | 1000 | ns |
| SMBus Timeout | t _{TIMEOUT} | | 58 | 74 | 90 | ms |

Note 1: All parameters tested at a single temperature. Specifications are guaranteed by design.

Note 2: Timing specifications guaranteed by design.

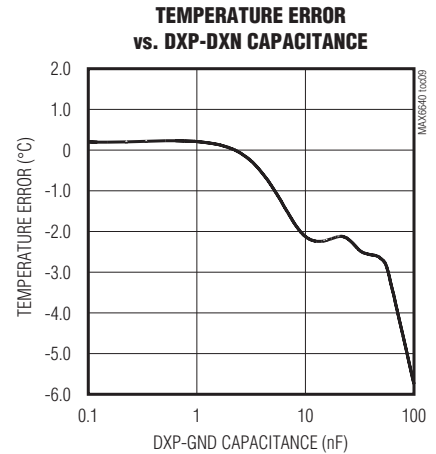
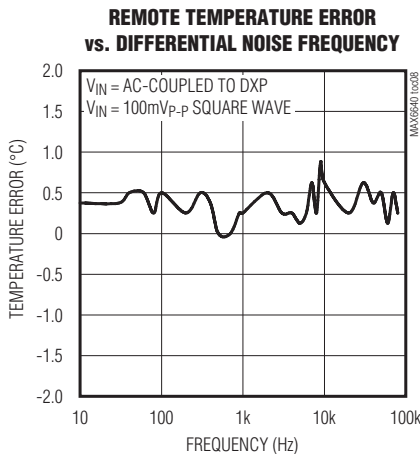
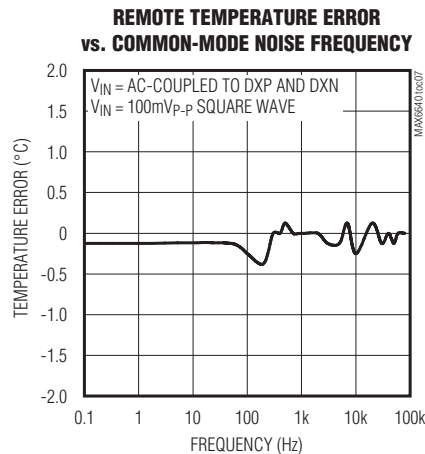
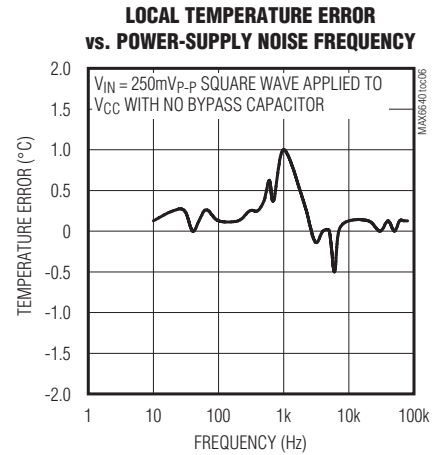
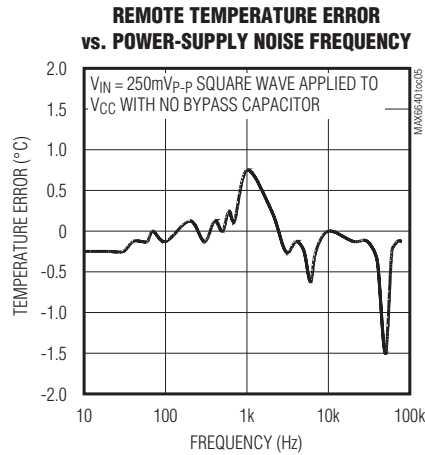
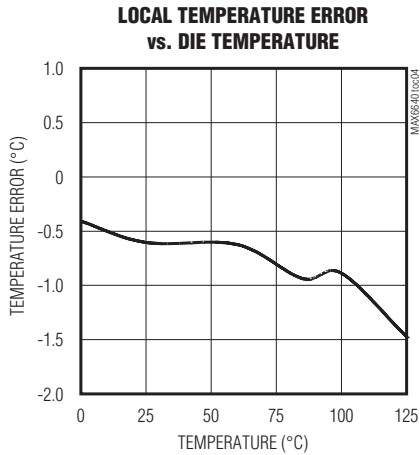
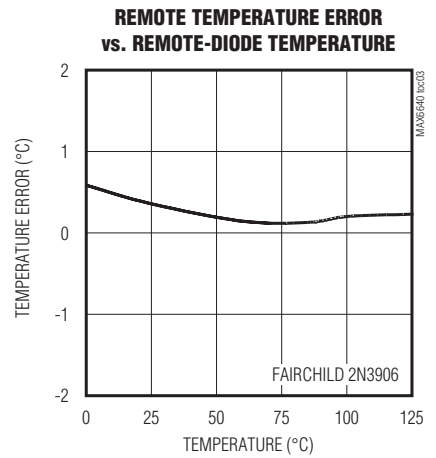
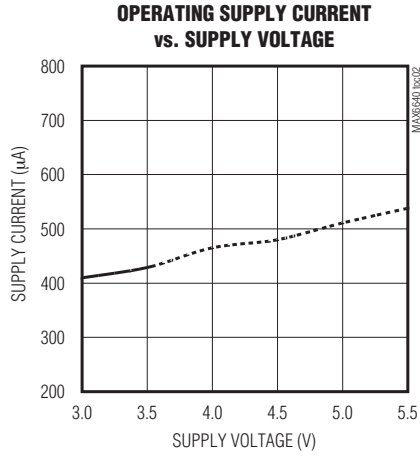
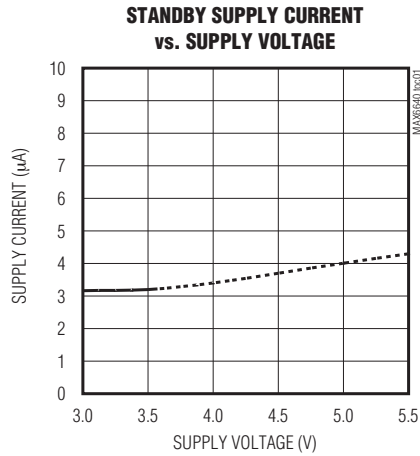
Note 3: The serial interface resets when SCL is low for more than t_{TIMEOUT}.

Note 4: A transition must internally provide at least a hold time to bridge the undefined region (300ns max) of SCL's falling edge.

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

典型工作特性

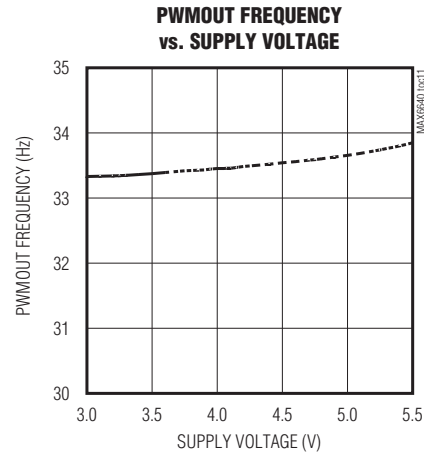
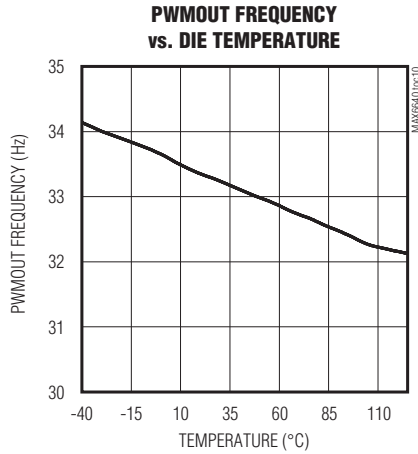
($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$.)



2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

典型工作特性(续)

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



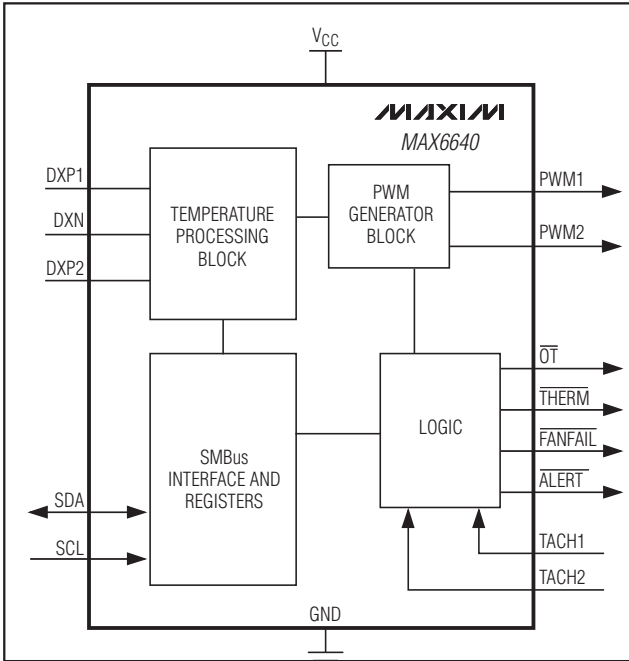
引脚说明

| 引脚 | | 名称 | 功能 |
|---------|-------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TQFN-EP | QSOP | | |
| 1, 15 | 3, 1 | PWM2, PWM1 | 漏极开路输出，连接至驱动风扇的功率晶体管。与MOSFET的栅极或者双极型晶体管的基极相连。PWM_需要一个上拉电阻。无论MAX6640的供电电压为何值，上拉电阻可以连接至高达13.5V的供电电压。 |
| 2, 16 | 4, 2 | TACH2, TACH1 | 转速计输入。连接至风扇的转速计输出。TACH_需要一个上拉电阻。无论MAX6640的供电电压为何值，上拉电阻可以连接至高达13.5V的供电电压。 |
| 3 | 5 | $\overline{FANFAIL}$ | 低电平有效、开漏极、风扇故障指示输出。当 $V_{CC} = 0$ 时，电路开路。 |
| 4 | 6 | \overline{THERM} | 低电平有效、开漏极、过热报警输出。通常用于时钟降频。当 $V_{CC} = 0$ 时，电路开路。 |
| 5 | 7 | \overline{OT} | 低电平有效、开漏极高温报警输出。通常用于系统关断或者时钟降频。不管 V_{CC} 多大，可上拉至5.5V。当 $V_{CC} = 0$ 时，电路开路。 |
| 6 | 8 | V_{CC} | 电源输入。标称值为3.3V，用0.1 μ F电容旁路 V_{CC} 至GND。 |
| 7 | 10 | GND | 地。连接至无噪声的参考地。 |
| 8, 10 | 9, 12 | DXP1, DXP2 | 远端二极管的电流源与A/D正输入端。与远端连接成二极管的温度检测晶体管的阳极相连接。不允许悬空；如果不使用远端二极管，则连接至DXN引脚。在DXP_与DXN引脚之间放置2200pF电容以滤除噪声。 |
| 9 | 11 | DXN | 远端二极管的吸电流端与A/D负输入端。将远端接成二极管的晶体管的阴极与DXN引脚相连。 |
| 11 | 13 | I.C. | 内部已连接。连接至 V_{CC} 。 |
| 12 | 14 | \overline{ALERT} | 低电平有效、开漏极SMBus报警输出。 |
| 13 | 16 | SCL | SMBus串行时钟输入。不管 V_{CC} 多大，可上拉至5.5V。当 $V_{CC} = 0$ 时，电路开路。 |
| 14 | 15 | SDA | SMBus串行数据输入/输出，开漏极。不管 V_{CC} 多大，可上拉至5.5V。当 $V_{CC} = 0$ 时，电路开路。 |
| — | — | EP | 裸焊盘(TQFN封装)。内部连接至GND，连接至大面积地层以改善散热。不要将其作为电气连接点。 |

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

方框图

详细说明



MAX6640可以监视自身温度和一个远端连接成二极管的晶体管的温度，或两路外部连接成二极管的晶体管的温度，这种晶体管通常内置于CPU或其它集成电路的管芯。2线串口支持标准的SMBus写字节、读字节、发送字节和接收字节命令，以读取温度数据、设置报警门限。可随时通过SMBus读取温度数据，可编程报警输出用于产生中断、降频或高温关断信号。

内部双路PWM风扇转速控制器根据温度数据来调节两个冷却风扇的转速，系统运行在致冷状态时可以将风扇噪声降至最小，如果允许增大功耗，还可提供最强的致冷效果。通过RPM反馈，MAX6640可控制风扇的实际转速。

Write Byte Format

| S | ADDRESS | WR | ACK | COMMAND | ACK | DATA | ACK | P |
|---|---------|----|-----|---------|-----|--------|-----|---|
| | 7 bits | | | 8 bits | | 8 bits | | 1 |

Slave Address: equivalent to chip-select line of a 3-wire interface

Command Byte: selects which register you are writing to

Data Byte: data goes into the register set by the command byte (to set thresholds, configuration masks, and sampling rate)

Read Byte Format

| S | ADDRESS | WR | ACK | COMMAND | ACK | S | ADDRESS | RD | ACK | DATA | /// | P |
|---|---------|----|-----|---------|-----|---|---------|----|-----|--------|-----|---|
| | 7 bits | | | 8 bits | | | 7 bits | | | 8 bits | | |

Slave Address: equivalent to chip-select line

Command Byte: selects which register you are reading from

Slave Address: repeated due to change in data-flow direction

Data Byte: reads from the register set by the command byte

Send Byte Format

| S | ADDRESS | WR | ACK | COMMAND | ACK | P |
|---|---------|----|-----|---------|-----|---|
| | 7 bits | | | 8 bits | | |

Command Byte: sends command with no data, usually used for one-shot command

Receive Byte Format

| S | ADDRESS | RD | ACK | DATA | /// | P |
|---|---------|----|-----|--------|-----|---|
| | 7 bits | | | 8 bits | | |

Data Byte: reads data from the register commanded by the last Read Byte or Write Byte transmission; also used for SMBus Alert Response return address

S = Start condition Shaded = Slave transmission
P = Stop condition /// = Not acknowledged

图1. SMBus协议

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

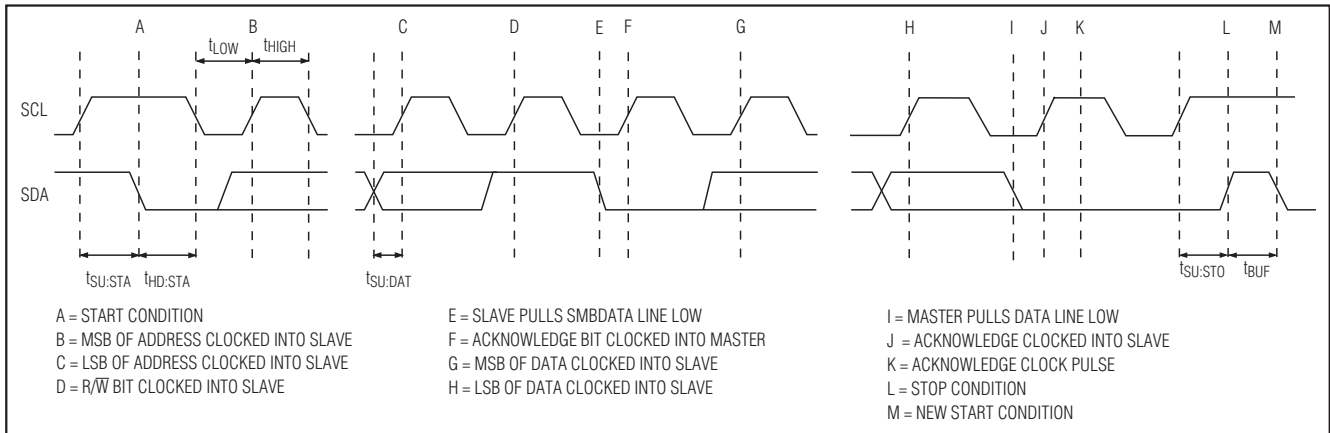


图2. SMBus写时序图

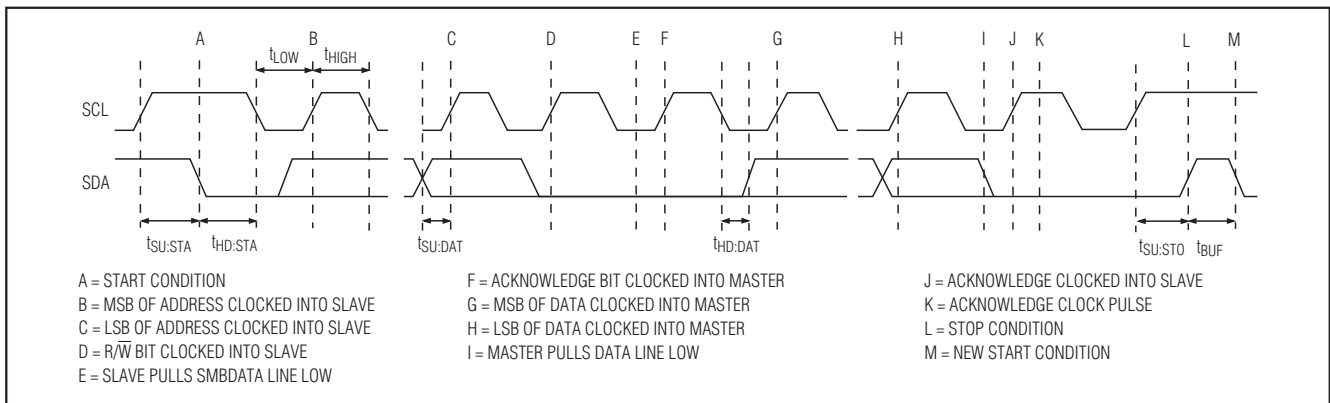


图3. SMBus读时序图

SMBus数字接口

温度读取

从软件的角度来看，MAX6640相当于一组字节宽度的寄存器。通过标准的SMBus 2线/I²C兼容串行接口访问内部寄存器。MAX6640的从地址固定为0101111。

MAX6640使用四种标准的SMBus协议：写字节、读字节、发送字节以及接收字节(图1、2和3)。如果通过读字节指令提前选择好正确的数据寄存器，可以使用短接收字节协议提供更快传输。在多主机系统中使用短接收字节协议时要小心，因为第二个主机可以在不通知第一个主机的情况下覆盖命令字节。

表3详细说明了寄存器的地址与功能，寄存器是否可读或可写，及其上电复位(POR)状态。其它寄存器的功能参见表4-8，以及寄存器说明部分。

温度数据可以从寄存器00h和01h读取。这些寄存器的温度数据格式为8位，LSB权值为1°C(表1)，MSB权值为+128°C。先发送MSB。三个附加温度位提供低至0.125°C的分辨率，位于通道1扩展温度寄存器(05h)和通道2扩展温度寄存器(06h)。所有低于0°C的温度取值为00h。

MAX6640采用寄存器锁定机制，以避免从温度寄存器和扩展温度寄存器中获得的温度结果是两个不同时刻的采样结果。除非在预定的更新时刻之前进行了一次温度寄存器读操作，否则读取扩展寄存器将使MAX6640至少在0.25s内停止更新温度寄存器。这可在主寄存器更新前留出足够的读取时间，从而防止读取到的温度寄存器数据和扩展温度寄存器数据不是同一次温度转换的结果。

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表 1. 温度数据字节格式

| TEMP (°C) | TEMP (°C) | DIGITAL OUTPUT |
|-----------|-----------|----------------|
| 241 | +241 | 1111 0001 |
| 240 | +240 | 1111 0000 |
| 126 | +126 | 0111 1110 |
| 25 | +25 | 0001 1001 |
| 1.50 | 1 | 0000 0001 |
| 0.00 | 0 | 0000 0000 |

MAX6640上电后立即以4Hz固定频率测量温度。将配置寄存器(04h)的第7位置位，可关断温度测量。

\overline{OT} 输出

当被测温度超过相应的 \overline{OT} 温度门限并且 \overline{OT} 没有被屏蔽时，对应的 \overline{OT} 状态寄存器位被置位，并产生 \overline{OT} 报警输出。如果相应通道的 \overline{OT} 被屏蔽， \overline{OT} 状态寄存器位仍然会置位，但不产生 \overline{OT} 报警输出。要解除 \overline{OT} 报警输出并清除相应的状态寄存器位，要么被测温度至少降至低于触发门限5°C以下，要么将触发门限至少升至当前被测温度5°C以上。

\overline{THERM}

当被测温度超过相应的 \overline{THERM} 温度门限并且 \overline{THERM} 没有被屏蔽时，对应的 \overline{THERM} 状态寄存器位置位，并产生 \overline{THERM} 报警输出。如果相应通道的 \overline{THERM} 被屏蔽， \overline{THERM} 状态寄存器位仍然会置位，但不产生 \overline{THERM} 报警输出。要解除 \overline{THERM} 报警输出并清除相应的状态寄存器位，要么被测温度至少降至低于触发门限5°C以下，要么触发门限升至高于当前被测温度5°C以上。将地址13h(风扇1)的第6位或者地址17h(风扇2)的第6位置位时，从内部或外部触发 \overline{THERM} 将强制两路PWM输出为100%的占空比。

\overline{ALERT}

\overline{ALERT} 输出报警用于指示被测温度是否超过了该温度通道的 \overline{ALERT} 触发门限。通过读取 \overline{ALERT} 状态寄存器可清除状态位、解除 \overline{ALERT} 报警输出。如果 \overline{ALERT} 状态位清除后，温度仍超过 \overline{ALERT} 温度门限，则 \overline{ALERT} 在下次

转换时重新产生报警输出，并且状态位再次置位。一次成功的报警响应将解除 \overline{ALERT} 报警输出，但是不会影响 \overline{ALERT} 状态位。

TACH1和TACH2输入

MAX6640采用两个转速计来测量风扇转速。每个转速计具有一个精确的内部时钟，用于计时旋转一周所花费的时间。因此，它测量的是四极风扇两个转速计脉冲之间的时间间隔。当PWM信号用于直接调制风扇电源时，PWM频率通常在20Hz至100Hz之间。在这种情况下，风扇旋转一周所需的时间可能会大于PWM的导通时间。由于这种原因，PWM脉冲会被周期性的延长，以使转速计能够测量一个完整的旋转周期。当使用4线风扇时，通过将寄存器13h或者寄存器17h的第5位置位关闭脉冲延长功能。

转速计数值与风扇的RPM成反比。计数值存储在寄存器20h(对于TACH1)和寄存器21h(对于TACH2)中。从TACH计数寄存器中读出数值255时，意味着风扇的RPM为零，或者对于所选转速范围来说其转速太低。从TACH计数寄存器中读出数值零意味着风扇的RPM高于所选范围。表2所示为风扇的可用RPM范围。采用寄存器10h或者14h为所用的风扇选择合适的RPM范围。

$\overline{FANFAIL}$

$\overline{FANFAIL}$ 报警输出用于指示两个风扇之一出现故障，或者旋转速度低于要求的速度。MAX6640根据风扇控制模式来探测风扇故障。在PWM模式下，MAX6640产生一个方波输出，其占空比由写入占空比寄存器(26h和27h)的数值设定。在这种模式下，当转速计计数值大于存储在相应寄存器(22h和23h)中的最大转速计计数值时，MAX6640发出风扇故障信号。MAX6640产生 $\overline{FANFAIL}$ 报警输出后，具有转速计故障的风扇进入全速状态2s，尝试重新启动风

表 2. 转速计设置

| FAN RPM RANGE | INTERNAL CLOCK FREQUENCY (kHz) |
|---------------|--------------------------------|
| 2000 | 1 |
| 4000 | 2 |
| 8000 | 4 |
| 16,000 | 8 |

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

扇，然后返回至初始占空比设定值。读取状态寄存器将清除FANFAIL状态位并解除报警输出。2s后，MAX6640再次测量风扇转速。如果再次探测到风扇故障，则MAX6640重新产生FANFAIL报警输出。

在RPM模式下(自动或者人工模式)，只有当占空比达到100%时，MAX6640才检查风扇故障。当转速计计数值大于目标转速计计数值的两倍时，产生FANFAIL报警输出。在人工RPM模式下，寄存器22h和23h存储目标转速计计数值。在自动RPM模式下，这些寄存器存储最大转速计计数值。

风扇转速控制

MAX6640通过控制PWM信号的占空比来调节风扇转速。然后该PWM信号或者调制直流无刷风扇的电源，或者驱动风扇的转速控制输入。有三种转速控制模式：PWM，该模式下通过SMBus直接设置PWM占空比；人工RPM，该模式下所需的转速计计数值设置在寄存器中，MAX6640调节其占空比以获得所需的转速计计数值；自动RPM，根据设置的温度特性，调节转速计计数值。

MAX6640将每个PWM周期划分为120个时隙。寄存器26h和27h包含PWM1和PWM2的当前占空比数值，以有效时隙长度表示。例如，当寄存器26h读数为1Eh (30/120)时，PWM1输出占空比为25%。

PWM控制模式

将风扇1或者2的配置寄存器1 (10h和14h)第7位设置为1时，进入PWM模式。在PWM控制模式下，MAX6640产生PWM信号，其占空比由写入到风扇占空比寄存器26h和27h中的数值决定。当新的占空比数值写入到其中一个风扇占空比寄存器时，占空比按照风扇1或者2配置寄存器1中的变化率位[6:4]所决定的速率更新。占空比的变化率范围为000 (立刻变为新的设置值)至111 (每4s变化1/120)。参见表4和风扇1和2配置寄存器1 (10h和14h)部分。

人工RPM控制模式

通过将风扇1或者2的配置寄存器1 (10h和14h)第2、3和7位设置为0，进入人工RPM控制模式。在人工RPM控制模式下，MAX6640调节占空比并测量风扇转速。在寄存器

22h中输入风扇1的目标转速计计数值，寄存器23h中输入风扇2的目标转速计计数值。MAX6640比较目标转速计计数值和测量的转速计计数值，并调节占空比，从而使风扇转速逐渐接近目标转速计计数值。

第一次进入人工RPM控制模式后，开始的PWM占空比由目标转速计计数值决定：

$$\text{初始占空比} = \frac{255 - \text{targetTACH}}{2}$$

其中，targetTACH是目标转速计寄存器(22h或者23h)中的数值。

如果初始占空比大于120，则占空比为100%。如果使能旋转启动(寄存器13h和17h的第7位)，但风扇还没有旋转，则占空比先取100%，然后回到初始占空比数值。每2s，MAX6640通过检测存储在寄存器24h和25h中的脉冲数来计量风扇的周期。如果计数值与目标计数值不同，则调节占空比。

如果选择了一个非零变化率，则占空比以指定的速率变化，直到转速计计数值达到目标值的±5以内。然后MAX6640进入锁定状态，每2s更新一次占空比。

自动RPM控制模式

在自动RPM控制模式下，MAX6640测量温度，根据所测的温度设置目标转速计计数值，然后调节占空比，使风扇能够以所需的速度旋转。通过将风扇1或者2配置寄存器1 (10h和14h)的第7位设置为零，进入该模式，采用配置寄存器的第2和3位来选择控制风扇转速的温度通道。

在两种RPM模式(自动和人工)下，MAX6640为转速计计数值设置了最低限。风扇1寄存器24h和风扇2寄存器25h的第5位至第0位指定了风扇转速计计数下限，确保风扇转速计计数值不小于转速计计数下限，从而限制了风扇的最大转速。最小转速计的典型值为30h至60h。根据风扇的全速RPM设置该值。参见图4。

图5所示为MAX6640根据所测温度来计算目标转速计数值的过程。在T_{MIN}，风扇以最小速度值旋转，该数值对应于存储在寄存器22h或者23h中的最大转速计计数值。寄存

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

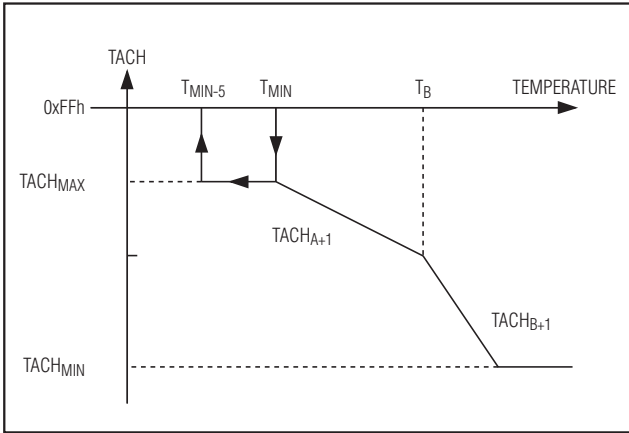


图4. 转速计目标计数值计算

器11h(风扇1)和寄存器15h(风扇2)的第0位选择低于 T_{MIN} 时风扇的工作方式。如果第0位清零，温度低于 T_{MIN} 时风扇将彻底关断。当温度下降时，必须降至低于 T_{MIN} 5°C以下，风扇才关断。如果第0位置为1，温度低于 T_{MIN} 时，风扇并不关断，而是仍然停留在寄存器22h或者23h设置的最大转速计计数值上。

当所测温度高于 T_{MIN} 时，MAX6640根据两个线性等式来计算目标转速计计数值。每次所测温度以存储在寄存器11h和15h第2位和第3位中的温度步长值增加时，目标转速计计数值以存储在寄存器11h和15h第7位至第4位的转速计步长值递减。当所测温度持续增加时，开始启用第二种转速计步长值。寄存器12h和16h的第3位至第0位选择温度/PWM步长数，经过该步长数后新的步长值生效。通过寄存器12h和16h的第7位至第4位选择新的转速计步长值。

寄存器说明

通道1和通道2温度寄存器 (00h和01h)

这些寄存器包含温度测量结果。MSB的权值为+128°C，LSB的权值为+1°C。远端二极管1的温度数据位于通道1温度寄存器中。远端二极管2或者本地传感器(通过全局配置寄存器的第4位进行选择)的温度数据位于通道2温度寄存器中。三个附加温度位可提供0.125°C的分辨率，位于通道1扩展温度(05h)和通道2扩展温度(06h)寄存器中。

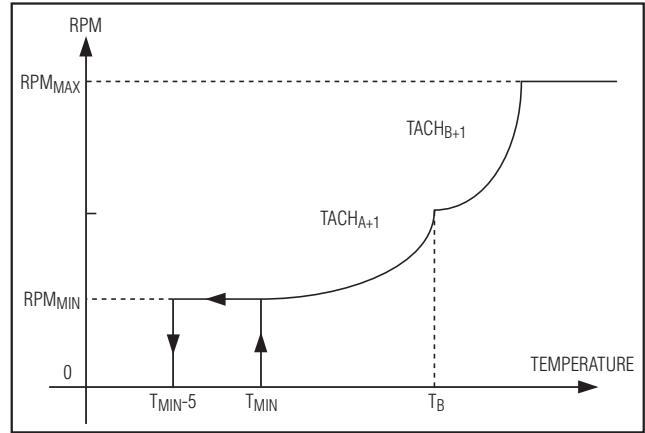


图5. RPM目标值计算

访问相关扩展温度寄存器后，通道1和通道2温度寄存器至少经过250ms后才能进行更新。所有低于0°C的温度取值为00h。

状态寄存器(02h)

状态1表示出现了 \overline{ALERT} 、 \overline{THERM} 、 \overline{OT} 或者风扇故障。读取该寄存器将清除第7、6、1和0位。读取该寄存器也会解除 \overline{ALERT} 和 $\overline{FANFAIL}$ 报警输出，但不会解除 \overline{THERM} 和 \overline{OT} 报警输出。如果在下一个温度测量周期中，故障仍然存在，任何清除位将再次置位，并再次产生报警输出。一个成功的报警响应会清除报警输出，但是不会清除状态寄存器位。当所测温度高于相应门限时， \overline{ALERT} 报警位置位。 \overline{THERM} 和 \overline{OT} 输出类似于带有5°C滞回的比较器。

屏蔽寄存器(03h)

该寄存器用于屏蔽 \overline{ALERT} 、 \overline{OT} 、 \overline{THERM} 和 $\overline{FANFAIL}$ 报警输出。为1时阻止相应故障在其输出端产生报警输出。屏蔽位不影响状态寄存器。

全局配置寄存器(04h)

全局配置寄存器控制关断模式、上电复位、SMBus超时和温度通道2的温度检测源选择：

- D7: 运行/待机。正常工作时为run (0)。将该位置1时将中止运行，并使MAX6640进入低功耗睡眠模式。
- D6: 软件POR。写入1时，将所有寄存器复位为缺省值。

2通道温度监视器，提供双路、 自动PWM风扇速度控制器

MAX6640

表3. 寄存器分配表

| READ/ WRITE | REGISTER NO. ADDRESS | POR STATE | FUNCTION | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|----------------|----------------------------|--------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| R | 00h | 0000 0000 | Temperature channel 1 | MSB (+128°C) | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R | 01h | 0000 0000 | Temperature channel 2 | MSB (+128°C) | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R | 02h | 0000 0000 | Status byte | Channel 1 $\overline{\text{ALERT}}$ | Channel 2 $\overline{\text{ALERT}}$ | Channel 1 $\overline{\text{OT}}$ | Channel 2 $\overline{\text{OT}}$ | Channel 1 $\overline{\text{THERM}}$ | Channel 2 $\overline{\text{THERM}}$ | Fan 1 fault | Fan 2 fault |
| R/W | 03h | 0000 0011 | Output mask | Channel 1 $\overline{\text{ALERT}}$ | Channel 2 $\overline{\text{ALERT}}$ | Channel 1 $\overline{\text{OT}}$ | Channel 2 $\overline{\text{OT}}$ | Channel 1 $\overline{\text{THERM}}$ | Channel 2 $\overline{\text{THERM}}$ | Fan 1 fault | Fan 2 fault |
| R/W | 04h | 0011 0000 | Global configuration | $\overline{\text{Run}}$ 0 = run, 1 = stby | POR 1 = reset | SMBus timeout 0 = enabled, 1 = disabled | Temp channel 2 source: 1 = local, 0 = remote 2 | Reserved | Reserved | Reserved | Reserved |
| R | 05h | 0000 0000 | Channel 1 extended temperature | MSB (0.5°C) | — | LSB (0.125°C) | Reserved | Reserved | Reserved | Reserved | Diode fault |
| R | 06h | 0000 0000 | Channel 2 extended temperature | MSB (0.5°C) | — | LSB (0.125°C) | Reserved | Reserved | Reserved | Reserved | Diode fault |
| R/W | 08h | 0101 0101 | Channel 1 $\overline{\text{ALERT}}$ limit | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R/W | 09h | 0101 0101 | Channel 2 $\overline{\text{ALERT}}$ limit | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R/W | 0Ah | 0110 1110 | Channel 1 $\overline{\text{OT}}$ limit | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R/W | 0Bh | 0110 1110 | Channel 2 $\overline{\text{OT}}$ limit | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R/W | 0Ch | 0101 0101 | Channel 1 THERM limit | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R/W | 0Dh | 0101 0101 | Channel 2 THERM limit | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB (1°C) |
| R/W | 10h | 1000 0010 | Fan 1 configuration 1 | PWM mode | Rate of change (MSB) | Rate of change | Rate of change (LSB) | Fan 1 channel 1 control | Fan 1 channel 2 control | RPM range select | RPM range select |
| R/W | 11h | 0000 0000 | Fan 1 Configuration 2a | RPM step- size A (MSB) | RPM step- size A | RPM step- size A | RPM step- size A (LSB) | Temp step-size A (MSB) | Temp step-size A (LSB) | PWM 100% duty cycle | Minimum fan speed 0 = 0%, 1 = value |

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表3. 寄存器分配表(续)

| READ/ WRITE | REGISTER NO. ADDRESS | POR STATE | FUNCTION | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|----------------|----------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|
| R/W | 12h | 0000 0000 | Fan 1 configuration 2b | RPM step- size B (MSB) | RPM step- size B | RPM step- size B | RPM step-size B (LSB) | Start step-size B (MSB) | Start step-size B | Start step- size B | Start step- size B (LSB) |
| R/W | 13h | 0100 0001 | Fan 1 configuration 3 | Spin-up disable | THERM to full-speed enable | Pulse stretching disable | Reserved | Reserved | Reserved | Fan PWM frequency (MSB) | Fan PWM frequency (LSB) |
| R/W | 14h | 1000 0010 | Fan 2 configuration 1 | PWM mode | Rate of change (MSB) | Rate of change | Rate of change (LSB) | Fan 2 channel 1 control | Fan 2 channel 2 control | RPM range select | RPM range select |
| R/W | 15h | 0000 0000 | Fan 2 configuration 2a | RPM step- size A (MSB) | RPM step- size A | RPM step- size A | RPM step-size A (LSB) | Temp step-size A (MSB) | Temp step-size A (LSB) | PWM 100% duty cycle | Minimum fan speed 0 = 0%, 1 = value in 22h |
| R/W | 16h | 0000 0000 | Fan 2 configuration 2b | RPM step- size B (MSB) | RPM step- size B | RPM step- size B | RPM step-size B (LSB) | Start step-size B (MSB) | Start step-size B | Start step- size B | Start step- size B (LSB) |
| R/W | 17h | 0100 0001 | Fan 2 configuration 3 | Spin-up disable | THERM to full-speed enable | Pulse stretching disable | Reserved | Reserved | Reserved | Fan PWM frequency (MSB) | Fan PWM frequency (LSB) |
| R | 20h | 1111 1111 | Fan 1 tachometer count | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R | 21h | 1111 1111 | Fan 2 tachometer count | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R/W | 22h | 1111 1111 | Fan 1 max tach count/ target tach count | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R/W | 23h | 1111 1111 | Fan 2 max tach count/ target tach count | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R/W | 24h | 0100 0000 | Pulses per revolution/ fan 1 minimum tach count | Pulse per revolution (MSB) | Pulse per revolution (LSB) | Fan 1 min tach count (MSB) | Fan 1 min tach count | Fan 1 min tach count | Fan 1 min tach count | Fan 1 min tach count | Fan 1 min tach count (LSB) |
| R/W | 25h | 0100 0000 | Pulses per revolution/ fan 2 minimum tach count | Pulse per revolution (MSB) | Pulse per revolution (LSB) | Fan 2 min tach count (MSB) | Fan 2 min tach count | Fan 2 min tach count | Fan 2 min tach count | Fan 2 min tach count | Fan 2 min tach count (LSB) |
| R | 26h | 0000 0000 | Fan 1 current duty cycle | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表3. 寄存器分配表(续)

| READ/ WRITE | REGISTER NO. ADDRESS | POR STATE | FUNCTION | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|----------------|----------------------------|--------------|--------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|-----|
| W | 26h | 0011 1100 | Fan 1 target duty cycle | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R | 27h | 0000 0000 | Fan 2 current duty cycle | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| W | 27h | 0011 1100 | Fan 2 target duty cycle | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R/W | 28h | 0100 000 | Channel 1 minimum fan-start temperature | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R/W | 29h | 0100 0000 | Channel 2 minimum fan-start temperature | MSB | — | — | — | — | — | — | LSB |
| R | 3Dh | 0101 1000 | Read device ID | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| R | 3Eh | 0100 1101 | Read manufacturer ID | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| R | 3Fh | 0000 0000 | Read device revision | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

- **D5: SMBus超时禁止。** 写入0使能SMBus超时功能，以防止总线锁死。当使能超时功能后，如果SDA或者SCL保持低电平的时间超过74ms (典型值)，则SMBus接口复位。
- **D4: 温度通道2检测源。** 选择本地或者远端2作为温度通道2寄存器数据的检测源。该位写入0，选择远端2作为温度通道2的检测源。

扩展温度寄存器(05h和06h)

这些寄存器包含通道1和2的扩展温度数据。D[7:5]位含有温度数据的3个LSB。位的权值为0.5°C、0.25°C和0.125°C。当第0位置为1时，则表示检测到二极管故障。

通道1和通道2 $\overline{\text{ALERT}}$ 、 $\overline{\text{OT}}$ 和THERM限制(08h至0Dh)

这些寄存器包含温度门限数据，高于这些温度值时 $\overline{\text{ALERT}}$ 、 $\overline{\text{THERM}}$ 和 $\overline{\text{OT}}$ 状态位将置位，并产生报警输出(没有屏蔽

的温度通道)。其数据格式与通道1和通道2温度寄存器一致：LSB权值为+1°C，MSB权值为+128°C。

风扇1和2配置寄存器1 (10h和14h)

以下寄存器位控制MAX6640的工作模式：

- **D7: PWM模式。** D7 = 1时将风扇设置为人工PWM占空比控制模式。在风扇占空比寄存器中写入目标占空比。D7 = 0时使风扇进入RPM控制模式。要人工设置RPM，则将两个风扇控制温度通道(D2和D3位)都置为0，并将所需的转速计计数值写入TACH计数寄存器。
- **D[6:4]: 风扇占空比变化率。** D[6:4]设置占空比递增的时间间隔。占空比每次递增1/120。通过调整变化率，可折衷考虑风扇转速改变时发出的噪音与响应时间。表4所示为D[6:4]的作用，例如，风扇转速从33%改变至100%占空比所需的时间是变化率的函数。

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表4. 风扇占空比变化率

| REGISTER 10h OR 14h D[6:4] | NOMINAL RATE OF CHANGE (s) | ACTUAL RATE OF CHANGE AT SPECIFIC PWM FREQUENCIES | | | | NOMINAL TIME FROM 33% TO 100% (s) |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|----------|------------|----------|--------------------------------------|
| | | 100Hz (s) | 50Hz (s) | 33.3Hz (s) | 20Hz (s) | |
| 000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 001 | 0.0625 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 5 |
| 010 | 0.125 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | 10 |
| 011 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.24 | 0.25 | 20 |
| 100 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.51 | 0.5 | 40 |
| 101 | 1 | 1 | 1 | 0.99 | 1 | 80 |
| 110 | 2 | 2 | 2 | 1.98 | 2 | 160 |
| 111 | 4 | 4 | 4 | 3.96 | 4 | 320 |

- D[3:2]: 风扇控制的温度通道。当MAX6640为自动RPM控制模式(PWM模式位为0)时，用于选择控制PWM输出的温度通道。如果选择了两个通道，风扇选择两个可能转速中的较大值。如果两个通道都未选择，则风扇处于人工RPM模式，转速强制为目标转速寄存器22h或者23h中写入的数值。
- D[1:0]: RPM范围。通过将RPM范围的最大值(满量程)设置为2000、4000、8000或者16,000，来确定转速计计数值的比例。(表2给出了与RPM范围对应的内部时钟频率。)

表5. 风扇RPM转速

| D[1:0] | FAN MAXIMUM RPM VALUE |
|--------|-----------------------|
| 00 | 2000 |
| 01 | 4000 |
| 10 | 8000 |
| 11 | 16,000 |

表6. RPM与转速计计数值的关系示例

| MAXIMUM RPM VALUE | ACTUAL RPM | SELECTED NUMBER OF PULSES PER REVOLUTION | ACTUAL FAN PULSES PER REVOLUTION | TACHOMETER COUNT VALUE* |
|-------------------|------------|------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 2000 | 1000 | 2 | 2 | 3Ch |
| 4000 | 1000 | 2 | 2 | 78h |
| 4000 | 3000 | 2 | 2 | 28h |
| 4000 | 3000 | 2 | 4 | 14h |
| 16,000 | 8000 | 4 | 4 | 3Ch |
| 16,000 | 8000 | 4 | 2 | 78h |

*转速计计数值 = ((内部时钟频率 x 60) / 实际RPM) (每转所选的脉冲数 / 实际风扇脉冲数)

风扇1和2配置寄存器2a (11h和15h)

以下寄存器位适用于自动RPM控制模式：

- D[7:4]: 风扇RPM (转速计)步长A。选择大于风扇启动温度后温度每增加一个步长，转速计目标值所递减的计数值。数值 = n + 1 (1至16)，其中n是D[7:4]的数值。
- D[3:2]: 温度步长。选择用于风扇控制的温度递增量。温度每递增一个步长，目标转速计计数值以D[7:4]所选的数值递减(表7)。
- D1: PWM输出极性。当该位置为0时，在100%占空比时PWM输出为低电平。当该位置为1时，100%占空比时PWM输出为高电平。
- D0: 最小转速。选择最小风扇转速值(在自动RPM控制模式下，当温度低于风扇启动温度时)。设置为0时选择0%风扇驱动。设置为1时，由寄存器22h和23h (风扇最大TACH)中的转速计计数值决定最小风扇速度。

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表7. 温度步长

| D[3:2] | FAN CONTROL TEMPERATURE STEP SIZE (°C) |
|--------|----------------------------------------|
| 00 | 1 |
| 01 | 2 |
| 10 | 4 |
| 11 | 8 |

风扇1和2配置寄存器2b (12h和16h)

以下寄存器位选择转速计步长B，以及由步长A转变至步长B时的步长数(参见图1)。

- D[7:4]: RPM (转速计)步长B。超过D[3:0]所选择的步长数后，选择增加每个温度步长时转速计目标值的递减量。数值 = n + 1 (1至16)，其中n是D[7:4]的数值。
- D[3:0]: 选择大于风扇启动温度的温度/转速计步长数，超过该步长数后步长B开始生效。

风扇1和风扇2配置寄存器3 (13h和17h)

以下寄存器位控制风扇旋转启动、PWM输出频率、脉冲延长和风扇全速使能THERM:

- D7: 风扇旋转启动禁止。设置为0使能风扇旋转启动。无论何时风扇从零驱动开始启动，都将以100%占空比驱动2s，以确保风扇启动。设置为1禁止该功能。
- D6: THERM全速使能。该位设置为1时，THERM变为低电平(通过外部下拉，或因被测温度超过THERM门限而置低)，将强制风扇全速运转。在所有模式下，该过程的变化速率都由所选的变化率决定。当THERM解除报警后(即使风扇还没有达到全速)，转速将以所选的变化率降至目标值。
- D5: 禁止脉冲延长。该位设置为0时，使能脉冲延长。通过PWM信号调制风扇电源时，PWM脉冲会周期性地延长，以保证旋转完整的一周时能够获得转速计信号。将该位置1时禁止脉冲延长。此时MAX6640仍旧测量风扇转速，但不会为测量转速而延长脉冲，因此不能对风扇电源进行脉冲调制。
- D[1:0]: PWM输出频率。这些位用于控制PWM输出频率，如表8所示。

表8. 风扇PWM频率

| D[1:0] | LOW FREQUENCY (Hz) |
|--------|--------------------|
| 00 | 20 |
| 01 | 33.33 |
| 10 | 50 |
| 11 | 100 |

风扇转速计1和2 (20h和21h)

这些寄存器包含相应通道最新的转速计测量结果。并与风扇转速成反比。为实现风扇正常运转，应设置风扇RPM范围，以使该计数值处于30至160的范围内。

风扇启动转速计/目标转速计 (22h和23h)

D[7:0]: 用于设置自动RPM模式下风扇的启动转速计计数值。根据最小占空比位的设置，在低于风扇启动温度时采用该转速计计数值；或者在风扇启动温度以下时使用零计数值，而达到风扇启动温度时采用该转速计计数值。在人工RPM模式下，这些寄存器为目标转速计计数值。

风扇1和2的脉冲数和最小RPM (24h和25h)

D[7:6]: 用于设置风扇每转的转速计脉冲数。设置合适时，每转两个脉冲的2000RPM风扇与每转四个脉冲的2000RPM风扇具有相同的转速计计数值。表9列出了每转的转速计脉冲数。

D[5:0]: 设置允许的风扇最小转速计计数值(最大转速)。这限制了风扇的最大转速，从而可在高温时降低噪声。要实现合理的转速分辨率，应正确设置风扇的RPM范围，以使该值处在30和60之间。如果不需要最大RPM限制，该值可以设置为全速转速计计数值。

风扇1和2的占空比(26h和27h)

这些寄存器包含PWM占空比的当前值。在PWM风扇控制模式下，所需的(目标) PWM占空比数值可直接写入该寄存器中。

通道1和通道2风扇启动温度 (28h和29h)

这些寄存器含有启动风扇控制时的温度值(在自动RPM模式下)。

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表9. 每转的转速计脉冲数

| D[7:6] | TACHOMETER PULSES PER REVOLUTION |
|--------|----------------------------------|
| 00 | 1 |
| 01 | 2 |
| 10 | 3 |
| 11 | 4 |

应用信息

风扇驱动电路

MAX6640控制风扇转速时，可采用多种风扇驱动电路结构。四种最常用的电路如图6至图10所示。

PWM电源驱动(高端或低端)

控制3线(电源、地和转速计输出)风扇转速的最简单方法是采用PWM信号调制风扇电源。PWM频率通常在20Hz至40Hz范围内，常用值为33Hz。如果频率过高，则在一个供电脉冲期间，没有足够的时间来打开风扇内部控制电路。如果频率过低，则极容易听到电源调制产生的声音。

PWM可放置在风扇电源的高端(图6)或者低端(图7)。在这两种情况下，如果采用转速计，通常需要周期性地延长

PWM脉冲，这样可以确保测量转速时留有足够的时间来计数转速计脉冲。MAX6640允许根据需要使能或者禁止该脉冲延长功能。

如果风扇可对驱动电压的变化快速响应，那么脉冲延长可能会产生听得到的声音。如果脉冲延长造成的声音过大，可采用图8所示的电路来消除脉冲延长，同时仍然可以保证精确的转速计反馈。二极管将风扇连接至低压电源，这样即使当PWM驱动电压为零时，也能保证风扇内部电路正常供电。因此，总能获得转速计信号，并且可以关闭脉冲延长功能。注意，这种方法不能使风扇完全关闭，因此即使占空比为0%时，风扇仍然会旋转。

线性风扇电源驱动

尽管许多风扇与PWM电源驱动兼容，某些风扇采用这种方法时噪声会非常大。出现这种情况时，较好的替代方案是采用一个可调直流电源来控制风扇的电源电压。图9所示电路可输入PWM信号，对PWM信号进行滤波，并将其转换为直流电压来驱动风扇。为减小滤波电容的尺寸，可采用最高PWM频率。当采用线性风扇电源时，无需延长脉冲。注意，由于风扇的电源电流流经MOSFET，并会在MOSFET上产生明显的电压降，因此这种方法不如PWM驱动效率高。总功耗仍旧低于风扇全速运转时的功耗。表10总结了各种风扇的驱动方案。

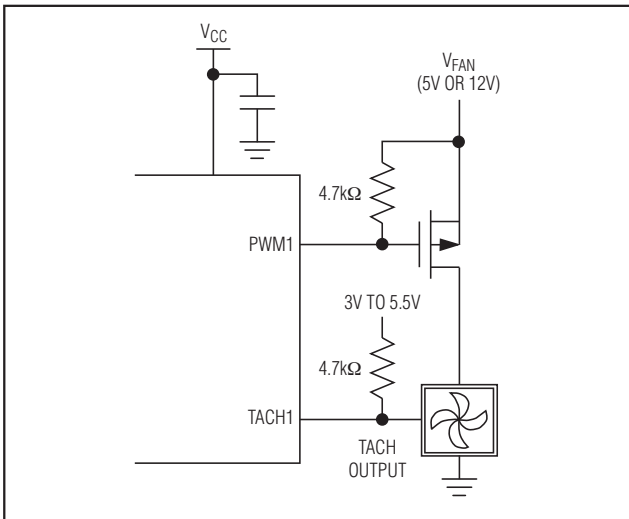


图6. 高端PWM驱动电路

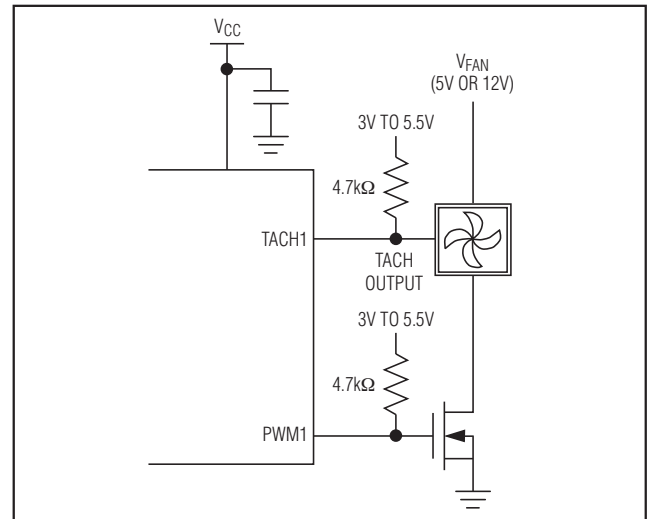


图7. 低端驱动电路

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

表 10. 风扇驱动选项总结

| FIGURE | DESCRIPTION | PULSE STRETCHING | PWM FREQUENCY | PWM POLARITY |
|--------|--------------------------------------------|------------------|---------------|--------------|
| 6 | High-side PWM drive | Yes | Low | Negative |
| 7 | Low-side PWM drive | Yes | Low | Positive |
| 8 | High-side PWM drive with keep-alive supply | No | Low | Negative |
| 9 | High-side linear supply | No | High | Positive |
| 10 | 4-wire fan with PWM speed-control input | No | High | Positive |

理想因子的影响

远端温度测量精度依赖于远端二极管(实际为晶体管)的理想因子(n)。MAX6640针对n = 1.008的理想因子进行了优化，这是Intel® Pentium® III和AMD Athlon® MP model 6的典型值。如果使用了具有不同理想因子的温度检测晶体管，输出数据会有所不同。幸运的是，这种差异是可预知的。

假定远端二极管传感器是按照标称理想因子 n_{NOMINAL} 设计的，但实际测量采用了具有不同理想因子(n_1)的二极管。测量温度 T_M 可以使用如下公式进行修正：

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

其中，温度单位为开尔文。

如前所述，MAX6640标称的理想因子为1.008。假定MAX6640与理想因子为1.002的CPU相连接。如果二极管没有串联电阻，那么测量数据和真实温度的关系如下：

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

比如真实温度为+85°C (358.15K)，那么测量温度为+82.91°C (356.02K)，误差为-2.13°C。

串联电阻的影响

温度检测二极管的串联电阻会导致额外的误差。对于标称值为10 μ A和100 μ A的二极管电流，测量电压的变化值为：

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

Intel和Pentium是Intel Corp.的注册商标。

AMD Athlon是Advanced Micro Devices, Inc.的注册商标。

由于1°C相当于198.6 μ V，则串联电阻导致的温度偏差为：

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

假定测量二极管具有3 Ω 的串联电阻。该串联电阻会导致如下的偏差：

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

理想因子与串联电阻的影响是叠加的。如果二极管具有1.002的理想因子和3 Ω 的串联电阻，那么将串联电阻导致的误差与理想因子导致的误差相加，即可计算出总偏差(对于+85°C的二极管温度)：

$$1.36^\circ\text{C} - 2.13^\circ\text{C} = -0.77^\circ\text{C}$$

在这个例子中，串联电阻和理想因子的影响有一部分相互抵消。

为得到最佳的精度，分立晶体管应该是小信号器件，并且其集电极应连接至GND，基极应连接至DXN。表11列出了适合用于MAX6640的分立晶体管制造商。

表 11. 远端温度检测晶体管制造商

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

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

PCB布局准则

MAX6640

晶体管必须是小信号类型，并且具有相对较高的正向电压，否则，可能超出ADC输入电压范围。在最高预期温度和10 μ A电流情况下，正向电压必须大于0.25V。在最低预期温度和100 μ A电流情况下，正向电压必须小于0.95V。一定不要使用大功率晶体管。另外，还应确保基极电阻小于100 Ω 。严格的正向电流增益指标(比如， $50 < \beta < 150$)表明厂商具备良好的工艺控制，器件的 V_{BE} 特性一致性较好。

ADC噪声滤波

内部集成的ADC具有良好的噪声抑制能力，特别是对于低频噪声，比如60Hz/120Hz电源噪声。低功耗工作方式限制了它对高频噪声的抑制能力。在充满电气噪声的环境中，要想获得高精度的远端测量，需要仔细的印刷电路板(PCB)布局，并配合适当的外部噪声滤波。

在DXP和DXN输入之间外接2200pF电容，可以滤除两端的高频电磁干扰(EMI)。该滤波电容可以增加至大约3300pF(最大值)，其中包括电缆电容。超过3300pF的电容会由于开关电流源的上升时间而引入误差。

双绞线与屏蔽电缆

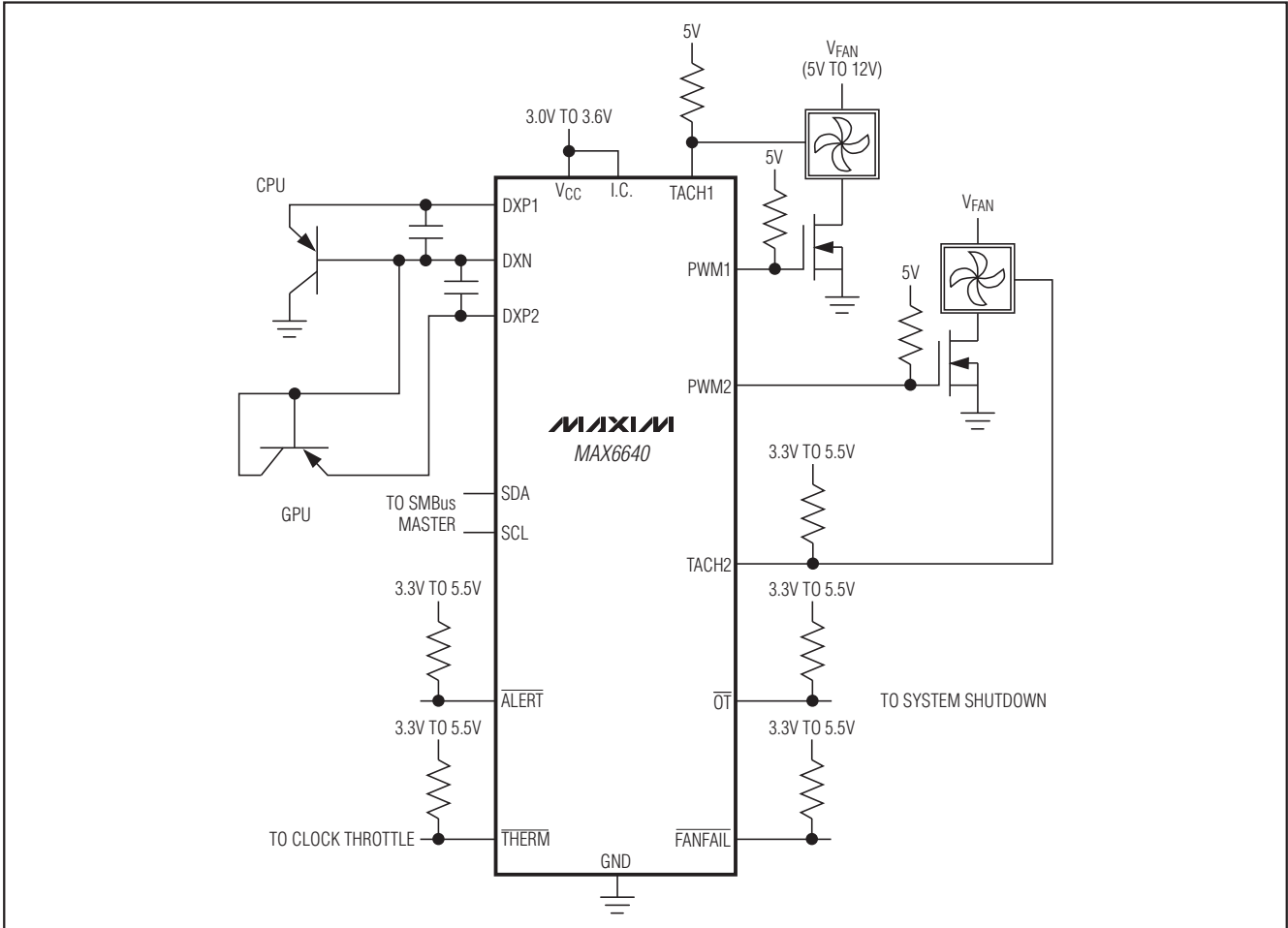
若远端检测距离超过8英寸，或者在噪声比较强烈的环境中，推荐使用双绞线。在实验室的电气噪声环境下经过测试，噪声不会明显影响测量结果的实际距离为6英尺至12英尺(典型值)。对于更长的距离，最佳解决方案是屏蔽双绞线，类似于音频麦克风连线。比如，距离达100英尺的噪声环境中，Belden #8451仍可以很好地工作。DXP与DXN通过双绞线连接，屏蔽层接地，并且保持屏蔽层的远端浮空。DXN或DXP端过大的电容会限制远端检测的实际距离(参考典型工作特性)。

采用很长的电缆连接时，电缆的寄生电容通常会提供噪声滤波功能，因此所推荐的2200pF电容通常可以省去或者减小电容值。电缆电阻也会影响远端检测的精度。1 Ω 的串联电阻会产生大约+1/2 $^{\circ}$ C的误差。

- 1) MAX6640应尽可能靠近远端二极管放置。在噪声环境中，比如计算机主板，该距离可以达到4英寸至8英寸，或者更长，只要能够远离严重的噪声源(比如CRT、时钟发生器、存储器总线以及ISA/PCI总线)。
- 2) DXP/DXN的走线不要靠近CRT的偏转线圈。同时，走线不要跨过高速存储器总线，否则会很容易引入+30 $^{\circ}$ C的误差，即使具有良好的滤波措施也无济于事。除此之外，大多数噪声源的影响要小的多。
- 3) DXP与DXN的走线应保持平行，并相互靠近，同时远离任何高压走线，比如+12VDC走线。避免污浊的PCB产生漏电流。DXP至地的20M Ω 泄漏路径会造成大约+1 $^{\circ}$ C的误差。
- 4) 在DXP/DXN走线的任一侧将保护线连接至GND。有了这个保护线，在高压走线附近布线就不会有问题了。
- 5) 尽可能减少过孔和穿插走线，以降低铜/焊料所产生的热电偶效应。
- 6) 如果引入了热电偶，应确保DXP与DXN路径上具有匹配的热电偶。通常，PCB产生的热电偶不会带来严重的问题。铜焊料热电偶具有3 μ V/ $^{\circ}$ C的灵敏度，而要产生+1 $^{\circ}$ C的测量误差，需在DXP/DXN上产生大约200 μ V的电压误差。因此大多数寄生热电偶误差无足轻重。
- 7) 使用较宽的走线。窄的走线具有很大的寄生电感，易于拾取辐射噪声。建议采用10mil的线宽和间距，这不是绝对必要的(由于这对于泄漏和噪声误差仅有很小的改善)，但在实际情况允许时应该采用该尺寸。
- 8) 在DXP/DXN走线与携带高频噪声信号的走线之间铺设干净的敷铜地层，这有助于降低EMI。

2通道温度监视器，提供双路、自动PWM风扇速度控制器

典型工作电路



芯片信息

PROCESS: BiCMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询
www.maxim-ic.com.cn/packages。

| 封装类型 | 封装编码 | 文档编号 |
|------------|---------|-------------------------|
| 16 QSOP | E16-1 | 21-0055 |
| 16 TQFN-EP | T1655-2 | 21-0140 |

2通道温度监视器，提供双路、 自动PWM风扇速度控制器

修订历史

| 修订次数 | 修订日期 | 说明 | 修改页 |
|------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 0 | 8/04 | 最初版本。 | — |
| 1 | 11/07 | 修改工作电压范围(概述、 <i>Electrical Characteristics</i> 表、典型工作特性中的01、02、11以及典型工作电路)；修改一些表达形式；更新封装信息。 | 1-5, 19-23 |
| 2 | 10/08 | 增加了遗漏的裸焊盘(EP)相关说明并修正了文中个别错误。 | 1, 5, 7, 11, 12, 16, 17, 20 |

MAX6640

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ **21**