

MAX31740

最便捷的风扇速度控制器

概述

MAX31740提供了一套成熟且设计简单的风扇速度控制方案，通过监测外部NTC热敏电阻的温度，产生用于控制2、3或4线风扇速度的PWM信号。利用外部电阻设置风扇控制，无需外部微控制器。控制特性包括：控制风扇的起始温度、PWM频率、低温下的风扇速度以及温度占空比传递函数的斜率。

由于工作特性由硬件电路的无源元件选择，所以无需开发固件即可实现简单、低成本的风扇速度控制，大幅缩短风扇控制的开发时间。

MAX31740采用2mm x 3mm、8引脚TDFN封装。

特性

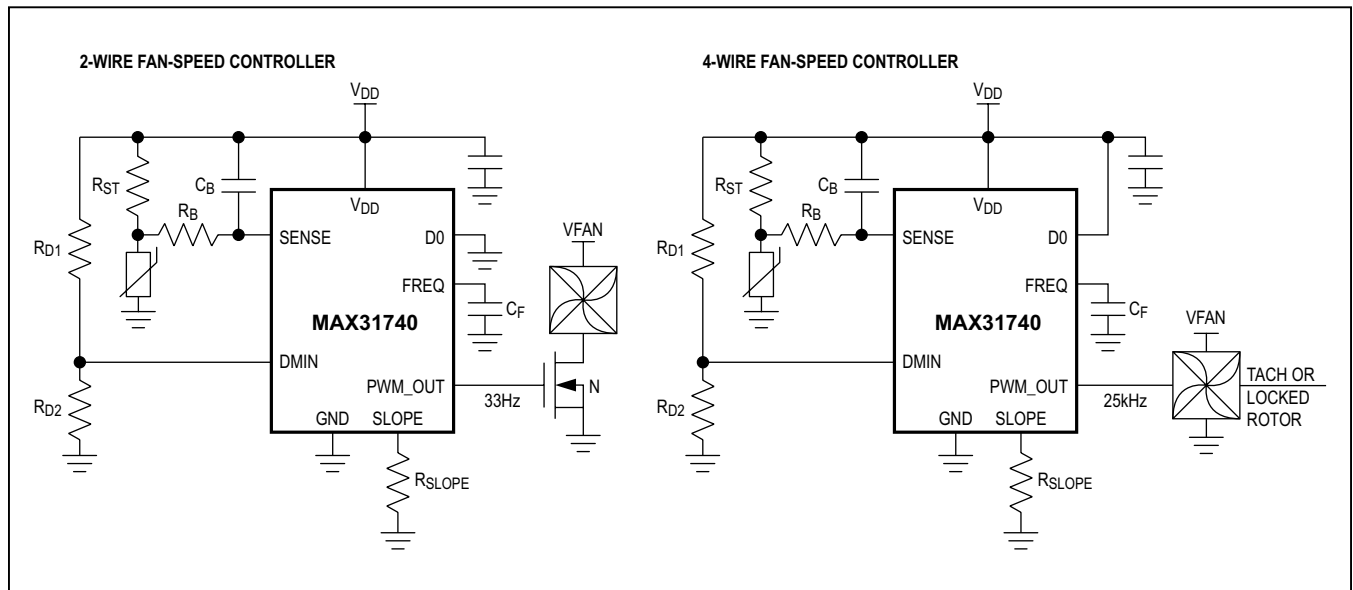
- 集成PWM风扇控制器——无需微处理器
- 控制2、3或4线风扇速度
- 电阻设置风扇控制特性
- 线性、平稳地改变PWM占空比，将可闻风扇噪声降至最小
- 高精度监测外部热敏电阻温度
- 3.0V至5.5V工作电压范围
- -40°C至+125°C工作温度范围

应用

- 消费类设备
- 通信设备
- 计算设备
- 工业设备

订购信息在数据资料的最后给出。

典型应用电路



相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：china.maximintegrated.com/MAX31740.related。

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.maximintegrated.com。

最便捷的风扇速度控制器

Absolute Maximum Ratings

(All voltages relative to ground.)

Voltage Range on V_{DD} -0.3V to +6.0V
 Voltage Range on Any Non-Power Pin -0.3V to ($V_{DD} + 0.3V$)
 Operating Temperature Range -40°C to +125°C

Storage Temperature Range -55°C to +125°C

Junction Temperature Maximum +150°C

Soldering Temperature (reflow) +260°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.

Package Thermal Characteristics (Note 1)

TDFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) 60°C/WJunction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) 11°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to china.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

Recommended Operating Conditions

(T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}		3.0	3.3	5.5	V
Logic 1 (D0)	V_{IH}		$V_{DD} \times 0.7$		$V_{DD} + 0.3$	V
Logic 0 (D0)	V_{IL}		-0.3		$V_{DD} \times 0.3$	V

Electrical Characteristics

(V_{DD} = V_{DDMIN} to V_{DDMAX}, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current (Note 4)	I_{DD}	V _{DD} = 3.3V		500	800	μA
		V _{DD} = 5.5V		750	1100	
PWM Start Voltage (Note 5)	V_{START}	V _{DD} = 3.3V	-80	-40	+10	mV
Input Bias Current (SENSE)	I_{BIAS}	T _A = +25°C to +125°C		19		nA
Internal DO Pulldown Resistor	DORLOAD		20	60	100	kΩ
Internal SLOPE Feedback Resistance (Note 6)	R_{FBK}	V _{DD} = 3.3V, T _A = +25°C		22 ± 2.4		kΩ
Sawtooth Peak Voltage Offset (Note 7)	$V_{FSOFFSET}$			±12		mV
Sawtooth Peak Voltage	V_{FS}		0.4925	0.5	0.5075	x V _{DD}
R _{SLOPE} Capacitive Load (Note 8)	C_{SLOPE}				10	pF
PWM Output Low	V_{OL}	I _{SINK} = 6mA			0.4	V
PWM Output High	V_{OH}	I _{SOURCE} = -6mA	V _{DD} - 0.4			V
PWM Frequency	PWM _{FREQ}			10.5455 ⁻⁶ /C _F		Hz
		T _A = +25°C to +125°C	-10		+10	%
		T _A = -40°C to +125°C	-20		+20	

最便捷的风扇速度控制器

Capacitance

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

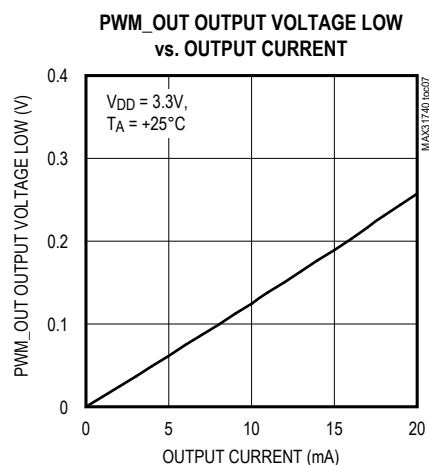
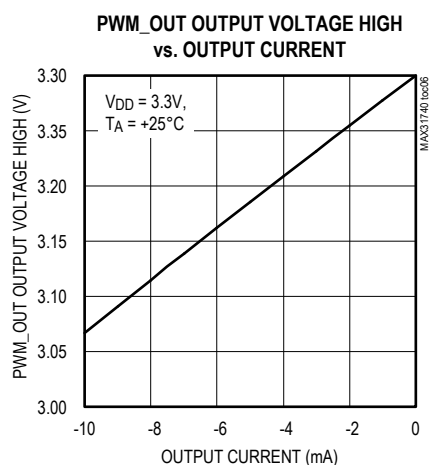
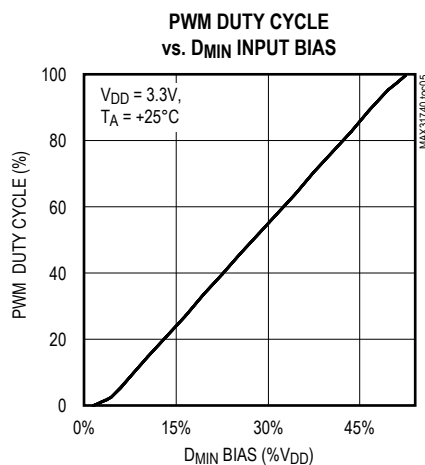
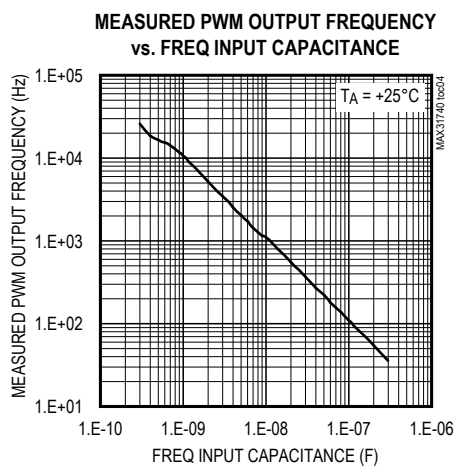
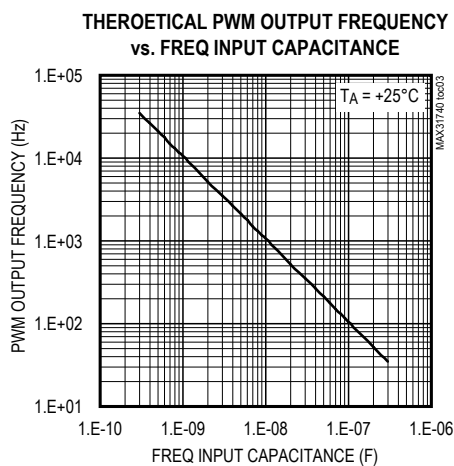
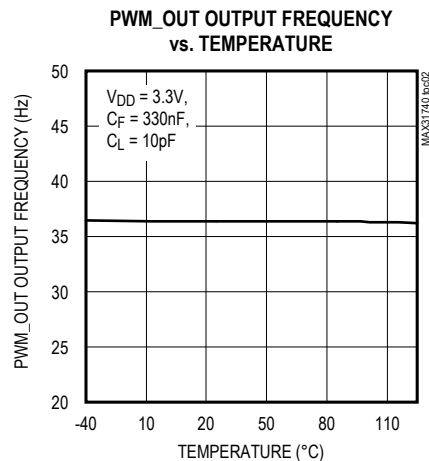
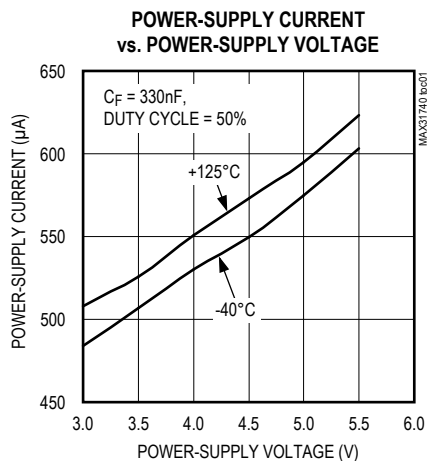
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Capacitance	C _I	(Note 9)		10		pF
Output Capacitance	C _O	(Note 9)		15		pF

Note 2: All voltages referenced to ground.**Note 3:** Limits are production tested at T_A = +25°C. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization. Typical values are not guaranteed.**Note 4:** SENSE = V_{DD}/2.**Note 5:** V_{START} specifies the voltage change relative to V_{DD}/2 that is required to start PWM. Negative value indicates lower than V_{DD}/2.**Note 6:** The typical (TYP) column indicates ±3 sigma distribution of a trimmed resistance.**Note 7:** V_{FSOFFSET} is specified relative to V_{DD}/2. The total error equals V_{FS} + V_{FSOFFSET}.**Note 8:** For stable PWM operation, the maximum external capacitance connected to R_{SLOPE} from all sources must be less than 10pF.**Note 9:** Guaranteed by design; not 100% production tested.

最便捷的风扇速度控制器

典型工作特性

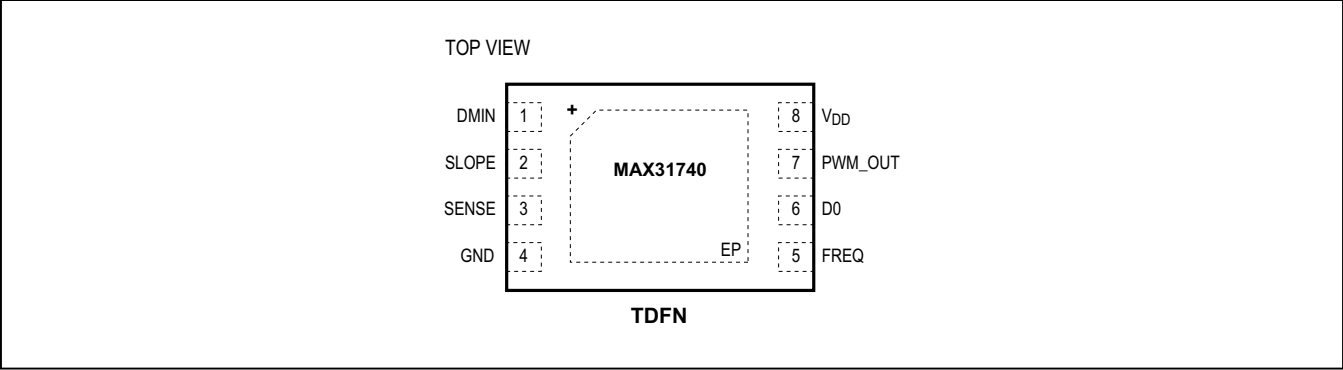
($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



MAX31740

最便捷的风扇速度控制器

引脚配置

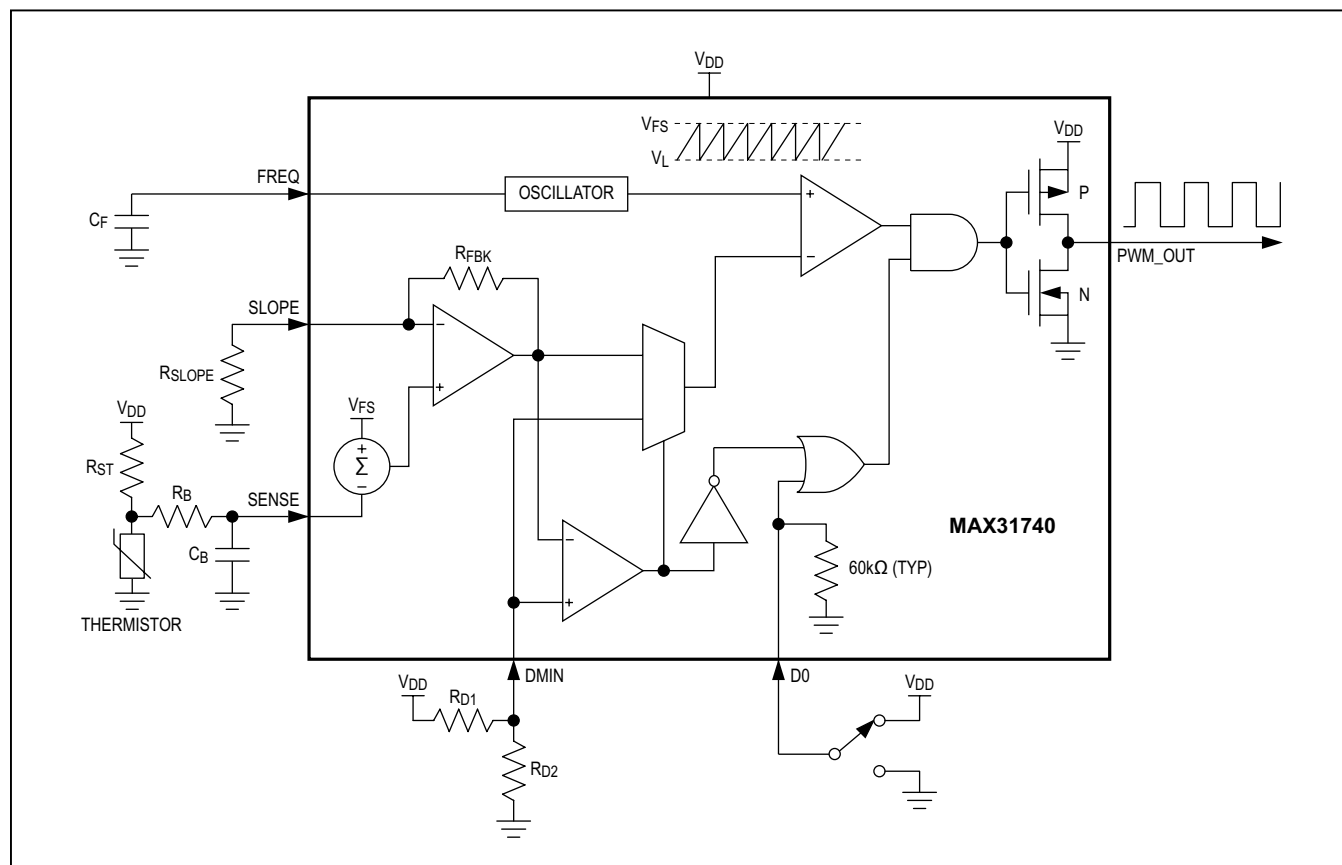


引脚说明

引脚	名称	功能
1	DMIN	连接至外部电阻分压器，以设置有效的最小PWM占空比(通常介于 $0.05V_{DD}$ 至 $0.2V_{DD}$ 之间，设置相应的最小占空比)。
2	SLOPE	连接至外部电阻，以设定温度PWM特性曲线的斜率。
3	SENSE	热敏电阻电压输入，外部NTC热敏电阻检测温度。热敏电阻和外部电阻形成负温度系数的分压器。
4	GND	地。
5	FREQ	连接至外部电容 C_F ，以设置PWM频率。
6	D0	占空比输入。将低于 t_{MIN} 的占空比设置为 D_{MIN} 或0%。连接至GND时占空比为0%，连接至 V_{DD} 时为 D_{MIN} 。D0具有 $60k\Omega$ (典型值)内部下拉电阻。
7	PWM_OUT	PWM CMOS输出信号。
8	V_{DD}	3.0V至5.5V电源电压输入，利用至少 $0.01\mu F$ 电容旁路。
—	EP	裸焊盘，接地，但不作为唯一的接地点；或浮空。

最便捷的风扇速度控制器

方框图



详细说明

MAX31740监测外部NTC热敏电阻的温度，并产生用于控制2、3或4线风扇速度的PWM信号。由外部电阻和电容设置风扇控制特性，所以无需外部微处理器。控制特性包括：风扇控制的起始温度、PWM频率、低温下风扇速度以及温度占空比传递函数的斜率。

控制风扇速度

器件产生PWM信号，并通过改变信号的占空比控制一个或多个风扇的速度。如果风扇具有PWM速度控制输入(通常为“4线”风扇)，推荐PWM频率通常在20kHz至30kHz范围。

PWM_OUT为CMOS输出，可直接连接大多数风扇的速度控制输入，如[典型应用电路](#)中4线风扇速度控制器所示。

如果风扇没有速度控制输入(2线风扇及多数3线风扇属于这种情况)，控制风扇速度的方式有两种选择。第一个选择是利用低频(通常为33Hz) PWM信号调制风扇的电源，如[典型应用电路](#)的2线风扇速度控制器所示。

使用PWM调制风扇电源的优势是成本不高。然而，有些风扇厂商不建议使用这种方法控制风扇。使用这种方法之前，请确认风扇适合的电源脉宽调制。此外，以这种方式调制电源电压，当占空比不等于100%或0%时，将导致可闻噪声增大。

最便捷的风扇速度控制器

对于没有速度控制输入的风扇，另一个选择是将PWM信号转换成直流信号。利用简单的双晶体管缓冲电路、线性低压差稳压器或开关稳压器可以达到这一目的。此时，务必采用高PWM频率(建议20kHz或更高)，以便滤波。[图1](#)所示为双晶体管缓冲电路的例子。

风扇控制数据

[图2](#)所示为PWM占空比与器件温度关系的三条通用曲线，重要参数如下：

- T_{START} 对应于曲线的过零点温度，包括(b)和(c)图中的虚线部分，占空比为0%。通过将电阻RST设置为等于热敏电阻在温度 T_{START} 时的阻值，选择该点。
- D_{MIN} 为曲线实线的最左端对应的PWM占空比。利用电阻分压器设定 D_{MIN} 输入电压，选择该点。
- T_{MIN} 为占空比开始从 D_{MIN} 增大时的对应温度。
- D_0 为温度低于 T_{MIN} 时的PWM占空比。该值等于曲线(b)和(c)中的 D_{MIN} 或0%，取决于 D_0 连接至 V_{DD} 还是GND。
- 特性曲线的斜率由SLOPE输入端的电阻确定。

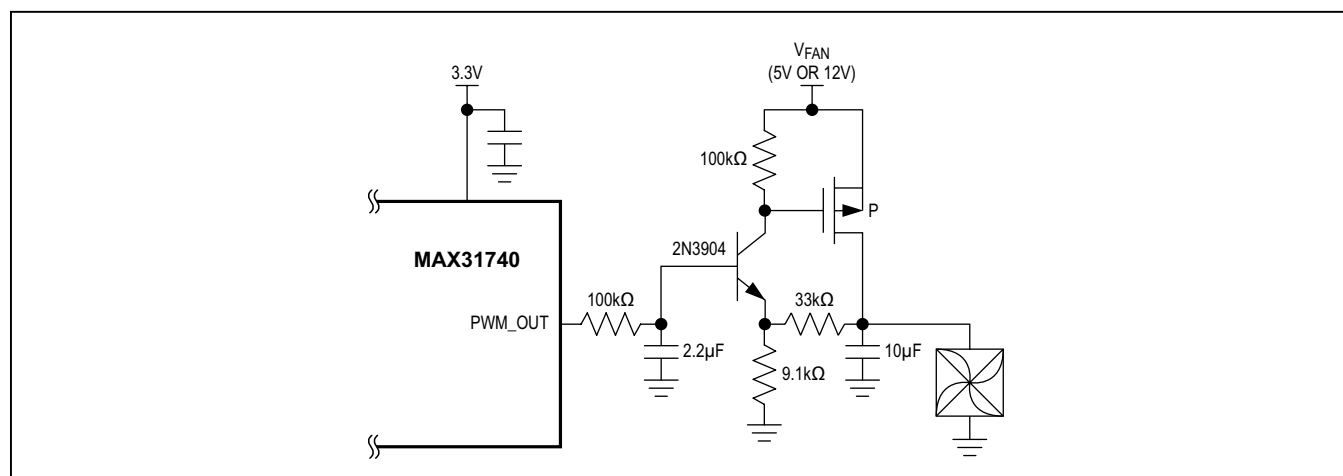


图1. 双晶体管缓冲器

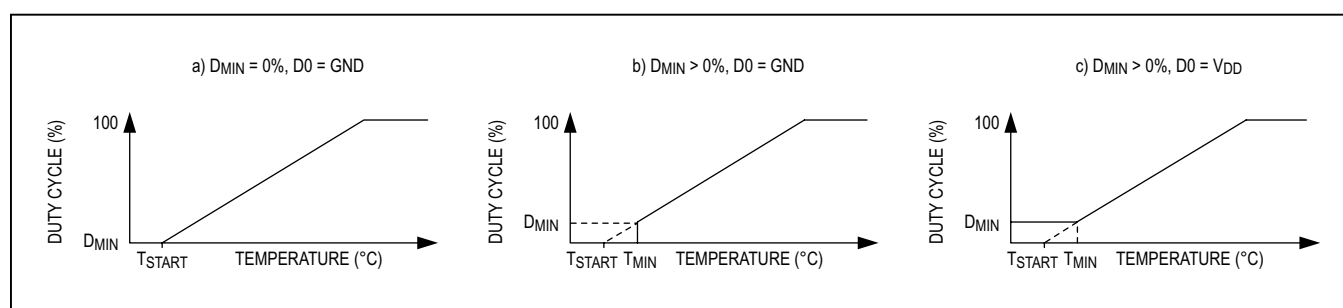


图2. PWM占空比与温度的关系曲线

最便捷的风扇速度控制器

工作原理

参见方框图，C_F设定内部锯齿波振荡器的频率，该振荡器用于产生PWM控制信号。振荡器的输出电压摆幅为：接近零至V_{FS} (V_{DD}/2)。

外部NTC热敏电阻和电阻(R_{ST})形成分压器，其输出电压近似线性，具有负温度系数。从V_{FS}中减去该电压，在放大器输入产生正温度系数的电压。放大器的闭环增益由外部电阻(R_{SLOPE})和内部25kΩ电阻(R_{FBK})设定。因此，R_{SLOPE}值决定占空比作为温度函数的斜率。热敏电阻的阻值等于R_{ST}时，温度为T_{START}标称值。

D_{MIN}时的电压由V_{DD}和GND之间的分压器决定，该电压决定最小占空比。D0逻辑电平决定低温占空比为0%还是等于D_{MIN}。

元件选择

确定元件值之前，确保已经明确重要参数的目标值，例如PWM频率、T_{START}、D_{MIN}、D0以及占空比-温度曲线的斜率。大多数参数在[风扇控制参数](#)部分定义。

PWM频率

如果风扇具有速度控制输入，尽管风扇要求不同的频率，但多数情况下推荐PWM频率为25kHz。如果风扇无PWM输入并且直接向电源调制晶体管施加PWM信号进行控制(如典型的2线风扇速度控制电路)，PWM频率通常为25Hz至35Hz范围，33Hz是很好的起始点。

C_F设定PWM频率，公式如下：

$$C_F = 10.5455E^{-6}/FREQ \text{ (Hz)}$$

最常用的C_F值是：f_{PWM} = 33Hz时，330nF；f_{PWM} = 25kHz时，430pF。

T_{START}

选择R_{ST}等于热敏电阻在相应T_{START}下的阻值。

D_{MIN}和D0

根据系统要求和风扇类型选择D_{MIN}和D0。如果，在有些系统中，最佳冷却方案要求风扇在温度低于特定值(T_{MIN})时停止旋转。利用[图2\(c\)](#)所示的风扇参数，可以得到这一方案。D_{MIN}输入电压V_{MIN}选择最小占空比，公式如下：

$$V_{MIN}/V_{DD} = R_2/(R_1+R_2) = D_{MIN} \text{ (%)}/200$$

式中，D_{MIN}为最小占空比(单位为百分比)。

例如，如果希望最小占空比为30%，D_{MIN}输入电压应为V_{DD}的15%。

温度下降至[图2\(b\)](#)中的T_{MIN}以下时，占空比应下降至零。这是通过将D0输入连接至GND实现的。

如果系统要求类似[图2\(c\)](#)的参数，在温度下降至T_{MIN}以下时占空比保持为D_{MIN}，只需将D0连接至V_{DD}。

有些具有速度控制输入的风扇(一般为4线风扇)，即使在占空比为零时，也保持低速旋转。对于此类风扇，[图2\(a\)](#)所示特性通常比较合适。这种特性下，占空比随温度降低而线性减小至零。为达到这一目的，将D0连接至GND。

热敏电阻

使用标准NTC热敏电阻。+25°C时电阻为10kΩ至50kΩ范围比较合适。NTC的电阻-温度曲线通常呈现非常大的非线性，但与分压器中的R_{ST}相组合时，形成的曲线在所要求的范围内呈现合理的线性关系。

R_{ST}

首先确定T_{START}。[图2\(a\)](#)中，T_{START}是占空比曲线与横轴交点处的温度。[图2\(b\)](#)和[图2\(c\)](#)中，可通过延长斜线至与横轴相交确定T_{START}，交点即为T_{START}。现在，选择R_{ST}等于热敏电阻在T_{START}时的阻值。

最便捷的风扇速度控制器

斜率

R_{SLOPE} 设定占空比-温度曲线的斜率。根据热敏电阻特性及相应温度范围(T_{MIN} 和占空比达到100%时之间)选择电阻值。

举例说明, 假设典型的NTC热敏电阻+ R_{ST} 组合将提供的斜率大约为1% $V_{DD}/^{\circ}C$, 由于 $V_{FS} = V_{DD}/2$, 所以内部放大器输入的斜率相当于2% $V_{FS}/^{\circ}C$ 。因此, 放大器增益等于1时, 0%至100%占空比范围对应于50°C温度范围。大多数设计中, 希望在较小的温度范围(比如15°C)内即使占空比覆盖0%至100%全部范围。为了满足这一要求, 需要放大器提供增益:

$$A_V = 50^{\circ}C/15^{\circ}C = 3.33$$

内部放大器的闭环增益为:

$$A_V = (1 + R_{FBK}/R_{SLOPE}).$$

所以:

$$R_{SLOPE} = R_{FBK}/(A_V - 1) = 25k\Omega/(3.33 - 1) = 10.7k\Omega$$

R_{ST} 和 R_{SLOPE} 示例

表1所列三个 T_{START} 值及三个风扇控制温度范围下的 R_{ST} 和 R_{SLOPE} 示例。给出了两种标准热敏电阻产品, 其中一个在+25°C时的额定值为10k Ω , 另一个额定值为15k Ω 。

C_B 和 R_B

控制风扇速度最常见的一个原因是降低设备附近用户感受到的可闻噪声。风扇速度发生快速变化时, 风扇的可闻噪声大幅增大。当热敏电阻与较大质量物体接触时, 例如散热器或印刷电路板, 被测对象的热量往往限制了SENSE输入的电压变化率, 所以风扇速度变化较慢, 无需附加滤波; 此时, 无需 R_B 和 C_B 。

有些情况下, 热敏电阻可能与温度变化相对较快的物体接触, 或者低质量热敏电阻可能悬浮在气流中使得温度发生快速变化; 此时, 温度变化速度将导致可闻噪声。为将这一影响降至最小, 可利用连接在SENSE输入, 由 R_B 和 C_B 组成的RC网络降低占空比的变化速率。这些元件的典型值为5M Ω 和1 μF , 也很容易根据系统要求进行调节。

表1. R_{ST} 和 R_{SLOPE} 电阻选项

THERMISTOR	T_{START}	R_{ST} (k Ω)	CONTROL RANGE (T_{START} to $T_{100\%}$)	R_{SLOPE} (k Ω)
BetaTHERM 10K3A1	25	10	+10°C	6.65
			+15°C	11
			+20°C	16.2
	30	8.06	+10°C	6.49
			+15°C	10.5
			+20°C	15.4
	35	6.49	+10°C	6.04
			+15°C	10
			+20°C	14.7
Murata NCP15XW153J03RC	25	15	+10°C	5.49
			+15°C	8.87
			+20°C	13
	30	12.4	+10°C	5.23
			+15°C	8.45
			+20°C	12.4
	35	10.5	+10°C	5.36
			+15°C	8.45
			+20°C	12.4

最便捷的风扇速度控制器

C_B 可连接至GND、 V_{DD} 或中间电压，取决于希望的启动特性。如果连接至 V_{DD} ，施加 V_{DD} 时， C_B 初始将SENSE输入保持为高电平，在D0接地以及 V_{DD} 温度大于 T_{START} 时，延迟输出PWM信号，延迟时间与时间常数 $C_B R_B$ 有关；如果连接至GND，施加 V_{DD} 时， C_B 短时间将SENSE输入保持在低电平，提供上电时的“起转”，这对于有些应用非常有利（但通常并非必需）；如果将 C_B 连接至输出为 $V_{DD}/2$ 的分压器，可将起转或延迟时间降至最小。

应用信息

电源去耦

为获得最理想的结果，需采用一个(最小)0.01 μ F电容对 V_{DD} 电源进行去耦。尽可能采用高质量表贴陶瓷电容，表贴元

件将引线电阻降至最小，从而改善性能，并且陶瓷电容为去耦提供足够的高频响应。

器件处理、PCB布局和组装

无铅/符合RoHS标准的封装可采用符合JEDEC J-STD-020标准的回流焊进行焊接。

潮湿敏感封装在出厂运输过程中应采用防潮包装。务必严格遵守封装标签上的说明，以防回流焊时损坏器件。关于潮湿敏感度(MSD)等级信息，请参阅IPC/JEDEC J-STD-020标准。

订购信息

器件	温度范围	引脚-封装
MAX31740ATA+	-40°C至+125°C	8 TDFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

芯片信息

SUBSTRATE CONNECTED TO GROUND

PROCESS: CMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积)，请查询china.maximintegrated.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
8 TDFN-EP	T823+1	21-0174	90-0091

最便捷的风扇速度控制器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	5/13	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。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-10 00

11