

## ACM6252DFR 单相，外置 Hall 元件输入，3.1V-18V，1/16 过渡带梯形波驱动的无刷电机驱动器

### 1. 功能

- 输入操作电压范围: 3.1V to 18V
- 持续的电机相电流能力 1.2A @ 12V
- 1/16 周期过渡带梯形波驱动
- 外部 Hall 元件输入
- 内置 5V LDO
- FG 速度指示信号输出
- 支持输入 PWM 占空比调速
- 各类保护
  - 过流保护
  - 堵转保护检测
  - 欠压/过压保护
  - 过温保护
  - 防倒灌保护

### 2. 应用

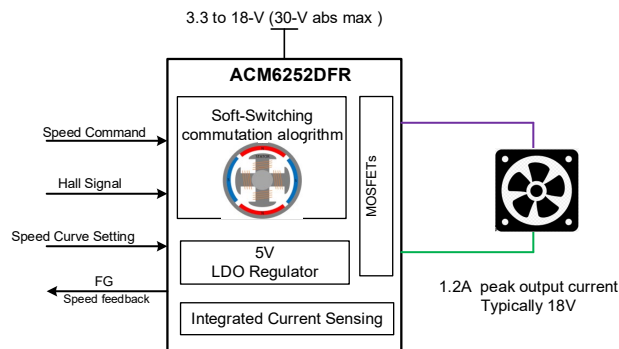
- 风机
- 水泵

### 3. 简要介绍

ACM6252DFRDFR 是一款内置 H 桥功率 MOS 管的单相无刷电机驱动芯片。ACM6252DFR 支持可以调整的速度曲线，1/16 周期过渡带梯形波驱动保证直流风扇静音高效。ACM6252DFR 支持外部 PWM 占空比调速，调速曲线可调整，软起动，梯形波换相，堵转保护（自恢复），支持 Hall 元件输入。

### 4. 器件封装信息

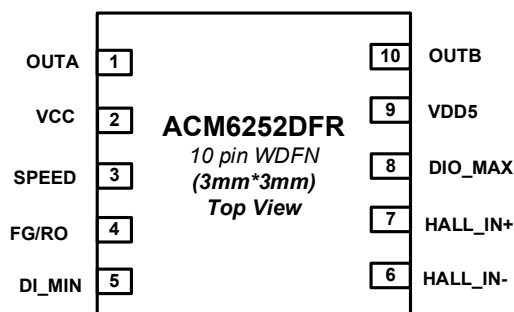
料号	封装	塑封体尺寸
ACM6252DFR	DFN (10)	3 mm × 3 mm



简易原理图

## 5. 管脚定义以及管脚功能描述

### 5.1 WDFN 10 版本



Pin No.	Name	Type	Description
1	OUTA	Output	<b>A 相输出</b> , 连接电机.
2	VCC	Power	供电电源, 外部供电给 ACM6252DFR. 电压范围在 3.1V-18V.
3	SPEED	Input	<b>速度指令设置</b> . PWM 占空比调速. 耐压和 VCC 兼容 (3.1V-18V).
4	FG/RO	Output	速度指示信号 FG. 集电极开漏输出, 耐压和 VCC 兼容 (3.1V-18V) .
5	DI_MIN	Input	<b>输入最小占空比设置</b> . 用来设置速度曲线底部转折点对应的输入占空比从而实现速度曲线的调整. 另外还可以设置“当输入占空比低于 DI_MIN”时输出时关闭还是维持 4.71% 的占空比输出.
6	HALL_IN-	Input	Hall Input-. 连接 Hall 元件的负输出端.
7	HALL_IN+	Input	Hall Input+. 连接 Hall 元件的正输出端.
8	DIO_MAX	Input	设置“ <b>100%输出占空比下的相应输入占空比</b> ”或者“ <b>100%输入占空比下对应的最大输出占空比</b> ”, 从而实现速度曲线的调整.
9	VDD5	Power	内部 5V LDO 的输出. 30mA 的外部供电电流能力, 可以用来给 ACM6252DFR 外部电路供电.
10	OUTB	Output	<b>B 相输出</b> , 连接电机.
Thermal Pad	-	GND	散热焊盘, 必须连接到地.

## 6. 系列产品对比

器件名称	操作电压范围	控制方式	传感器	输出相电流能力
ACM6252DFR	3.1V~18V	单相, 外置 <b>Hall 元件</b> 输入, 1/16 周期过渡带梯形波驱动的无刷电机驱动器	霍尔元件 (模拟差分输出)	1.2A
ACM6252HDFR	3.1V~18V	单相, 外置 <b>Hall 开关</b> 输入, 1/16 周期过渡带驱动的无刷电机驱动器	霍尔开关 (单端开关信号输出)	1.2A

## 7. 产品规格

### 7.1 绝对耐压

绝对耐压是器件能允许的最大范围电压，在这种宽电压下只保证器件不损坏，并不保证功能、性能正常，操作范围说明参考备注<sup>1)</sup>

		MIN	MAX	UNIT
输入电压 <sup>(2)</sup>	VCC	-0.4	30	V
	SPEED	-0.4	VCC	
	GND	-0.4	0.3	
	DIO_MAX, DI_MIN	-0.4	VDD5	
	HALL_IN+, HALL_IN- (Hall 元件的输入共模电压)	0.5	VDD5-0.5	
输出电压	OUTA, OUTB	-0.4	26	V
	VDD5	-0.4	7	
	FG/RO	-0.4	VCC	
结温允许工作范围, T <sub>J_MAX</sub>		-40	150	°C
T <sub>stg</sub>	存储温度	-55	150	°C

- (1) 超过表中所示的电压、温度范围可能导致永久性的损坏。所列最大、最小电压只是极限压力测试，并不能保证该电压下芯片工作正常，芯片正常工作的允许操作电压、温度范围参见“推荐的操作电压、温度范围”。
- (2) 所列所有电压的参考点均为 GND，为电压节点与 GND 之间的压差。

### 7.2 允许的 ESD 范围

			VALUE	UNIT
V <sub>(ESD)</sub>	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001, all pins <sup>(1)</sup>	+/- 8000	V
		Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101, all pins <sup>(2)</sup>	+/- 1500	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.
- (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 7.3 推荐的操作电压、温度范围

所列参数均基于表格中所列的推荐温度范围。

		最小	典型	最大	单位
输入电压 <sup>(2)</sup>	VCC	3.4	12	18	V
	SPEED	-0.3		VCC	
	GND	-0.3		0.3	
	DIO_MAX, DI_MIN	-0.3		VDD5	
	HALL_IN+, HALL_IN- (Hall 元件的输入共模电压)	0.5		VDD5-0.5	
输出电压	OUTA, OUTB	-0.3		21	V
	VDD5	-0.3		7	
	FG/RO	-0.3		VCC	
结温允许工作范围, T <sub>J_MAX</sub>		-40		160	°C
T <sub>A</sub>	操作温度	-40		125	°C

### 7.4 Electrical Characteristics

所列参数均基于表格中所列的推荐温度范围

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位	
<b>供电电流</b>						
I <sub>VCC</sub>	操作电流	T <sub>A</sub> =25°C; SPEED = 0.4 V; V <sub>(VCC)</sub> =12V;	7	8	9.5	mA
	关机电流	T <sub>A</sub> =25°C; SPEED = 0 V; V <sub>(VCC)</sub> =12V;	8	10	12	μA
<b>OVLO (过压保护门限)</b>						
OVLO_R	V <sub>CC</sub> 过压保护门限	Rise Threshold, T <sub>A</sub> = 25°C	27	27.7	28.4	V
OVLO_F		Fall Threshold, T <sub>A</sub> = 25°C	26.4	27.05	27.5	
<b>UVLO (欠压保护门限)</b>						
UVLO_R	V <sub>CC</sub> 欠压保护门限	Rise Threshold, T <sub>A</sub> = 25°C	2.9	3.0	3.1	V
UVLO_F		Fall Threshold, T <sub>A</sub> = 25°C	2.7	2.8	2.9	
<b>LDO OUTPUT (内部 LDO 输出)</b>						
VDD5	输出电压 (VCC 供电 ≥ 5V)	T <sub>A</sub> = -40°C~125°C	5	5.04	5.1	V
	外部供电电流能力		25	30	35	mA
<b>INTEGRATED MOSFET (内部功率 MOS 管)</b>						
R <sub>DS(ON)</sub>	内部导通电阻 (上管 + 下管)	T <sub>A</sub> =25°C; V <sub>VCC</sub> =12V;	0.76	1	1.23	Ω
		T <sub>A</sub> =85°C; V <sub>VCC</sub> =12V;	0.98	1.3	1.59	
<b>SPEED – (SPEED pin 外部 PWM 占空比调速)</b>						
V <sub>DIG_IH</sub>	PWM 输入高电平判决门限		2.7		VCC	V
V <sub>DIG_IL</sub>	PWM 输入低电平判决门限		-0.3		1.5	V
f <sub>PWM</sub>	PWM 输入频率范围		0.1		100	kHz
<b>堵转检测时间和释放时间</b>						
T <sub>LOCK_OFF</sub>	堵转保护发生之后的释放时间		4.9	5	5.1	s
T <sub>LOCK_ENTER</sub>	发生堵转之后进入保护的时间		0.49	0.5	0.51	s
<b>过流保护门限</b>						
I <sub>OC_LIMIT</sub>	过流保护门限	T <sub>A</sub> = 25°C; 相电流	1.4	1.5	1.6	A
<b>输出开关频率</b>						
F <sub>SW</sub>	输出开关频率		57.5	59	60.5	kHz
<b>最大电流限制门限</b>						
I <sub>LIMIT</sub>	最大电流限制门限		1.1	1.2	1.35	A
<b>过温关断</b>						
T <sub>SDN</sub>	过温关断门限	关断温度	155	161	168	°C
T <sub>SDN_HYS</sub>		迟滞温度	13	16	20	°C

## 8. 典型测试结果

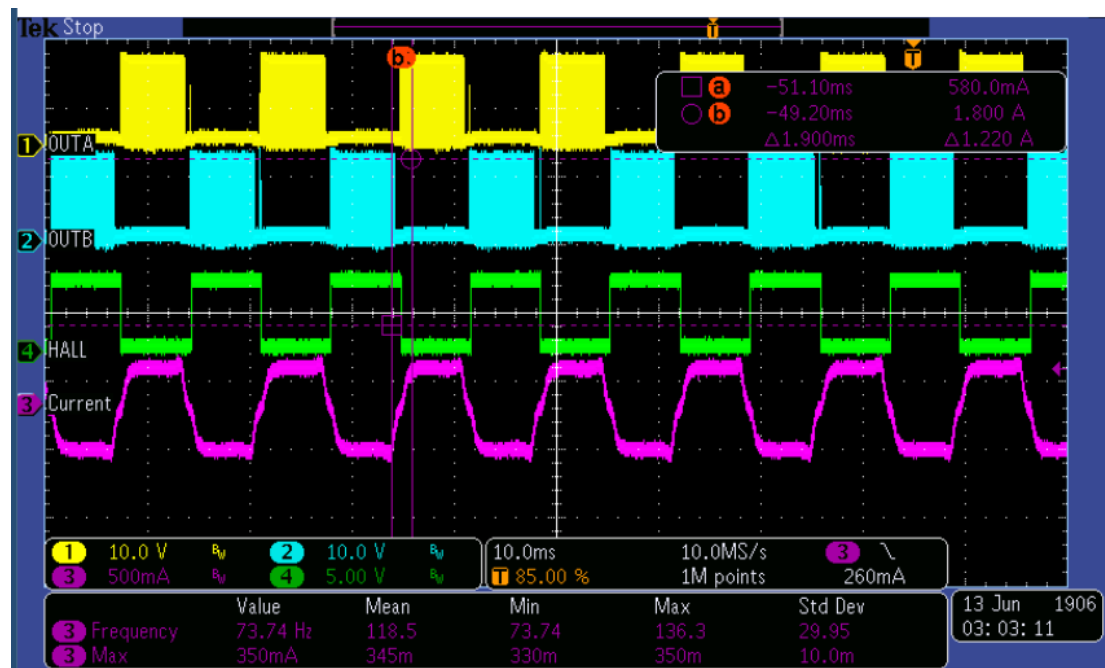


图 1 持续运转波形

(黄色是 A 相输出, 草绿色是 B 相输出, 粉红色是相电流波形, 蓝色是 HALL 开关信号)

## 9. 功能描述

### 9.1 整体介绍

ACM6252DFR 可以在搭配一个 Hall 元件的情况下, 以 1/16 周期过渡带的梯形波形式驱动一个单相无刷风扇 (或者水泵), 内部集成 4 个 MOS、基于 Hall 输入信号的换相逻辑电路、内部可设置的调速曲线逻辑以及一个 5V LDO. ACM6252DFR 可以在外部供电 3.1~18V 范围电压下驱动一个单相直流无刷电机, 峰值电流驱动能力可以达到 1.2A.

## 9.2 内部系统框图

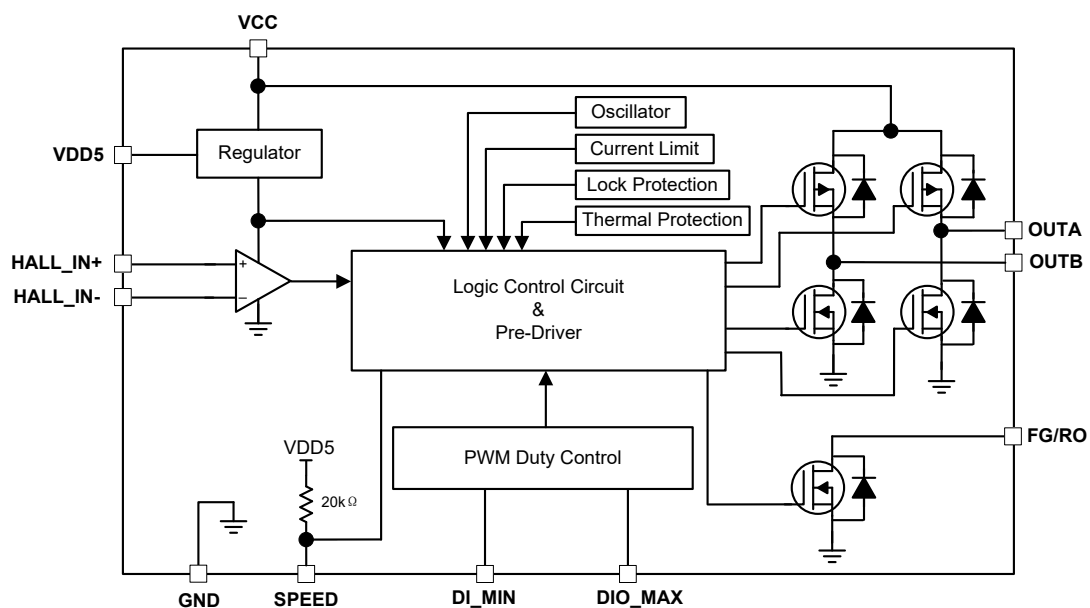


图 1 内部系统框图

## 9.3 功能模块详细介绍

### 9.3.1 内部 LDO

ACM6252DFR 内部集成 1 个 5V LDO. 内部 5V LDO 从 VCC 转换而来. 5V LDO 用来给内部电路供电, 如果外部需要 5V 供电, 该 LDO 提供 30mA 以内的外部供电电流能力. 5V LDO 的输出可以作为 SPEED, HALL\_IN+/-, DI\_MIN 和 DIO\_MAX 的上下拉分压电阻.

VDD5 (5V) 上的电容必须接地.

### 9.3.2 保护电路

#### 9.3.2.1 过温关断

ACM6252DFR 支持内部过温关断, 当检测到内部结温超过 160 摄氏度后关断输出, 当温度跌回到 140 摄氏度后恢复输出.

#### 9.3.2.2 欠压保护

ACM6252DFR 支持欠压保护. 欠压保护电路的迟滞门限是 0.2V. 当外部供电电压降低到 2.8V 以下后, 输出关断; 当外部供电电压回升到 3.0V 以后恢复输出.

### 9.3.2.3 过压保护

ACM6252DFR 支持过压保护. 过压保护的迟滞电压是 0.5V. 当 VCC 电压增大到 27.7V 以上后, 输出关断; 回调 VCC 的电压, 当 VCC 的电压降低到 27V 以后, 输出恢复.

### 9.3.2.4 过流保护

过流保护模块持续监控流过 MOSFET 的电流, 当电流超过过流保护门限后, 关断输出. 过流保护功能可以避免 ACM6252DFR 在电机相-相之间发生短路情况下损坏. ACM6252DFR 将输出维持在高阻状态直到外部短路状态移除.

### 9.3.2.5 堵转检测

当电机被外力堵转超过 0.5s 后, 堵转保护被触发, ACM6252DFR 立即关闭输出 PWM. 超过 5s 的堵转释放时间后, ACM6252DFR 尝试重新恢复输出. 如果此时外部堵转依旧存在, ACM6252DFR 会维持在堵转保护阶段直到下一个 5s 结束. 堵转保护可以避免 ACM6252DFR 和电机本体避免因为大电流导致的过热烧毁.

## 9.3.3 电机速度控制

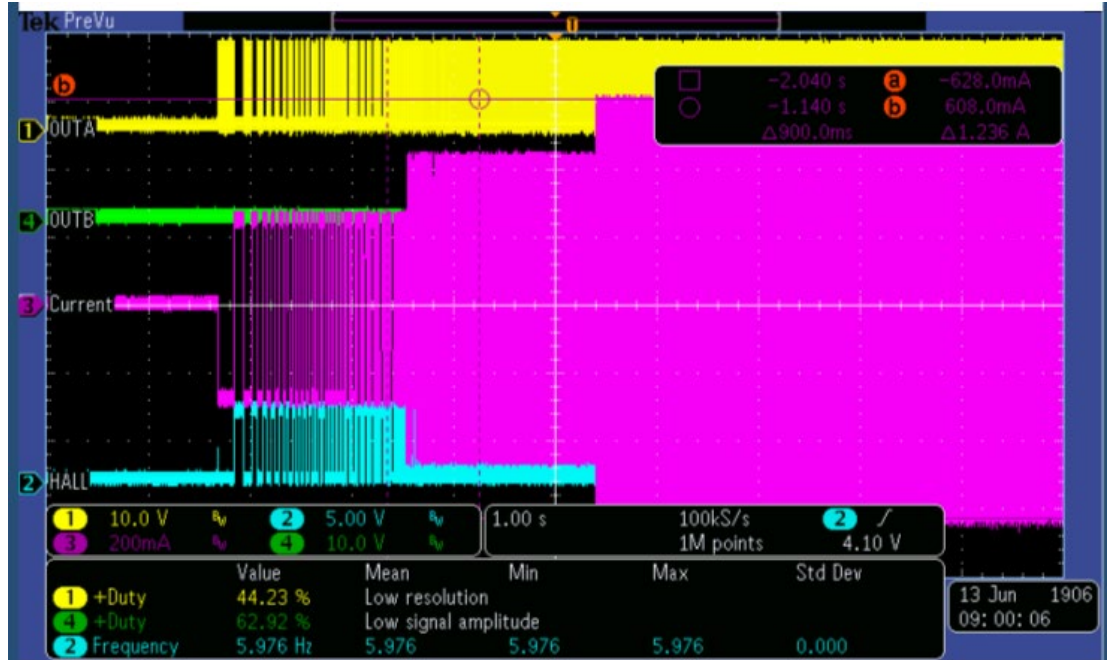
ACM6252DFR 提供 2 种不同的方法来控制转速. 调节外部供电电压 VCC 或者控制 SPEED 管脚. 调整 SPEED 管脚的 PWM 占空比可以调整输出占空比从而实现转速控制.

### 9.3.4 1/16 过渡带梯形波驱动

ACM6252DFR 采用 1/16 过渡带梯形波驱动来有效避免电机旋转过程中的震动和噪音. 在启动阶段, ACM6252DFR 采用方波驱动电机开始旋转. 在经历几个周期的方波驱动后, 内部软切换模块使用 1/16 过渡带的梯形波来有效避免震动噪音.

### 9.3.5 PWM 软启动

软启动过程可以避免启动过冲，如图 3 所示，启动占空比固定为 50%，输出限流启动，可以看到图中粉红色电流波形逐步爬升过程。



(黄色是 A 相输出，草绿色是 B 相输出，粉红色是相电流波形，蓝色是 HALL 开关信号)

图 3 PWM 软启动

### 9.3.6 电机速度指示

ACM6252DFR 提供 FG 管脚（开漏输出）作为转速指示信号。FG 的输出信号频率为当前电机频率（换相频率）。

## 9.4 管脚配置介绍

### 9.4.1 DI\_MIN 管脚配置

DI\_MIN 管脚可以通过外部电压（0V-5V 之间）进行配置。

该管脚的第一项功能是设置速度曲线的第一转折点对应的输入占空比。

第二项功能是设置第一转折点以下区域的输出状态。输入电压低于 2.36V，ACM6252DFR 处于关机状态，输出 PWM 关闭；输入电压高于 2.63V，ACM6252DFR 的输出占空比在输入占空比低于 DI\_MIN 的整个区间段输出占空比维持为 DO\_MIN 的设置。

Step	V <sub>DI_MIN</sub> (V)	D <sub>DI_MIN</sub> (%)	Secondary Function (复用功能)
	>4.85	0	Minimum Speed Curve (小占空比不关断模式)
255	(4.5, 4.85]	4.71	
255	4.5	4.71	
M	interpolation	interpolation	
136	2.63	34.12	禁止使用
119	2.36	34.12	
N	interpolation	interpolation	
			Shut Down Curve

0	0.5	4.71	(小占空比关断模式)
0	[0.15, 0.5)	4.71	
	<0.15	4.71	

### 9.4.3 DIO\_MAX 管脚配置

DIO\_MAX 管脚可以通过外部电压 (0V-5V 之间) 进行配置。

DIO\_MAX 管脚用来设置速度曲线第 3 转折点。“输入 PWM 为 100%占空比下对应的输出最大输出占空比” 或者 “输出 PWM 为 100%占空比下对应的输入占空比”。

DIO\_MAX 管脚电压低于 2.36V, 设置 “输出 PWM 为 100%占空比下对应的输入占空比”。

DIO\_MAX 管脚电压高于 2.63V, 设置 “输入 PWM 为 100%占空比下对应的输出最大输出占空比”。

Step	V <sub>DIO_MAX</sub> (V)	D <sub>DIO_MAX</sub> (%)	Secondary Function (辅助功能)
	>4.85	100	PWM_IN = 100% PWM_OUT = D <sub>DIO_MAX</sub>
255	(4.5, 4.85]	100	
255	4.5	100	
<i>M</i>	<i>interpolation</i>	<i>interpolation</i>	
136	2.63	50	
禁止使用			
119	2.36	50	PWM_IN = D <sub>DIO_MAX</sub> PWM_OUT = 100%
<i>N</i>	<i>interpolation</i>	<i>interpolation</i>	
0	0.5	100	
0	[0.15, 0.5)	100	
	<0.15 (or floating)	100	

## 9.5 速度曲线设置

ACM6252DFR 支持两种 PWM 速度曲线.

一种是小占空比下关断模式. 小占空比关断模式下, 当输入占空比从高往低调节, 低于  $DI\_MIN$  (第 1 转折点) 设置值后, 输出 PWM 关闭, 电机停转; 当输入占空比从低往高调节, 高于  $DI\_MIN+4\%$  后, 输出 PWM 使能, 电机开始启动运转;

通过对  $DIO\_MAX$  的管脚电压进行适当设置, 可以改变第 2 转折点的设置. 设置“100%输出占空比下对应的输入占空比  $DIO\_MAX$ ”或者“100%输入占空比下的输出占空比  $DIO\_MAX$ ”.

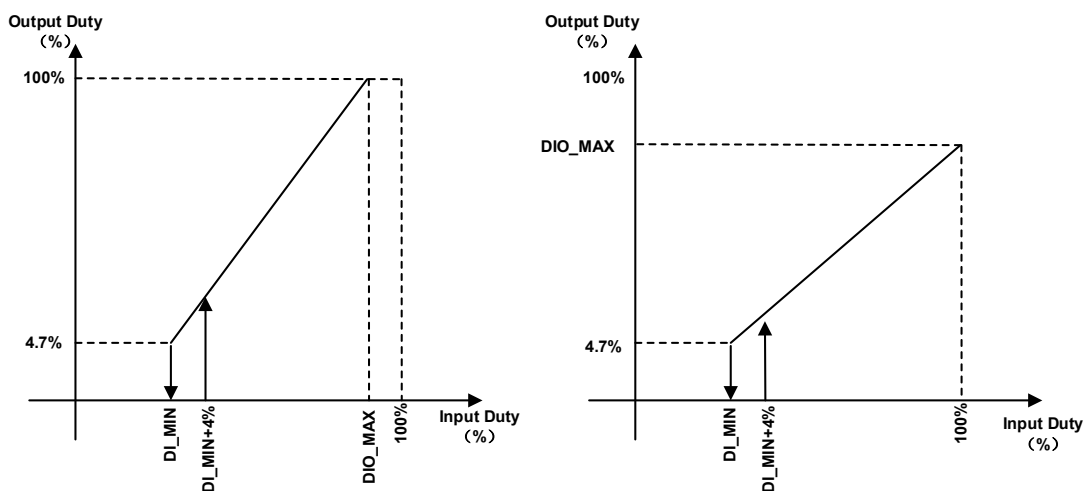


图 4 速度曲线-小占空比关断模式

一种是小占空比下不关断模式. 小占空比不关断模式下, 当输入占空比从高往低调节, 低于  $DI\_MIN$  (第 1 转折点) 设置值后, 输出 PWM 维持在 4.7%; 当输入占空比从低往高调节, 在 0%到  $DI\_MIN+4\%$  之间, 输出 PWM 占空比维持在 4.7%;

通过对  $DIO\_MAX$  的管脚电压进行适当设置, 可以改变第 2 转折点的设置. 设置“100%输出占空比下对应的输入占空比  $DIO\_MAX$ ”或者“100%输入占空比下的输出占空比  $DIO\_MAX$ ”.

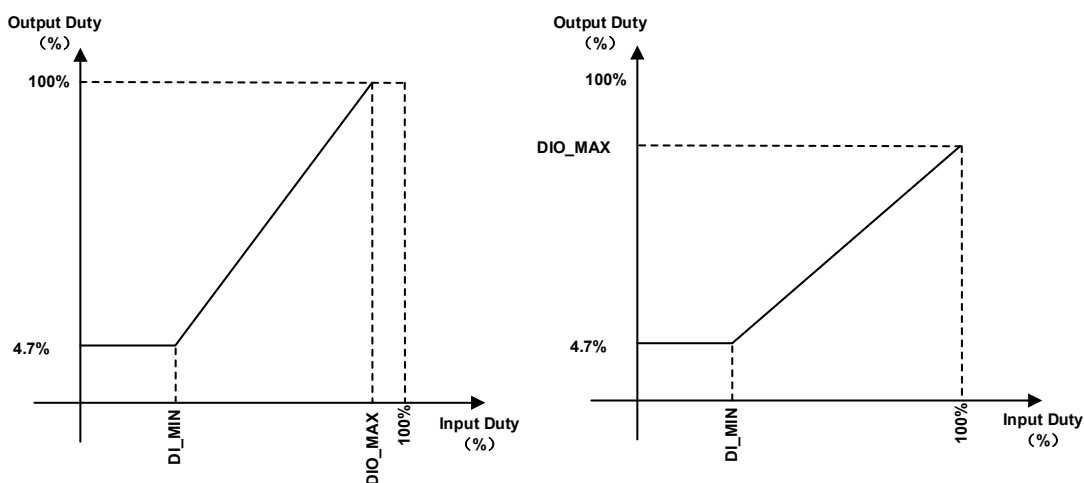


图 5 速度曲线-小占空比下不关断模式

### 9.4.13 应用原理图

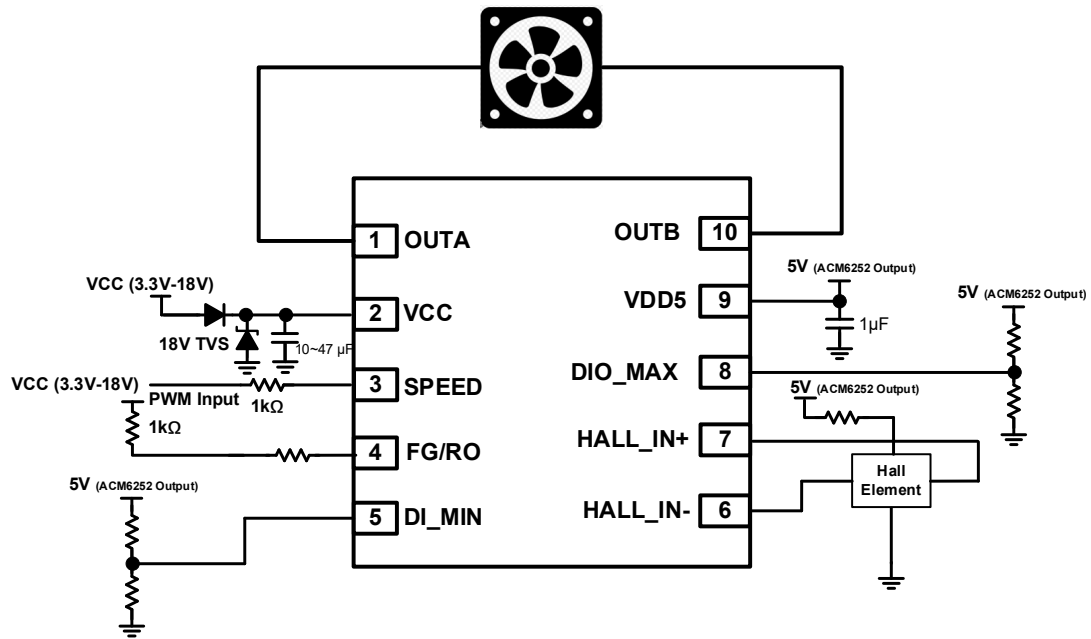
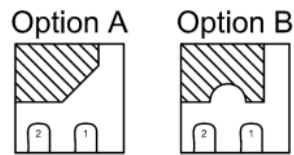
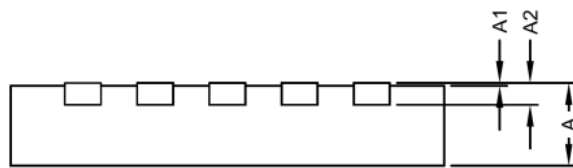
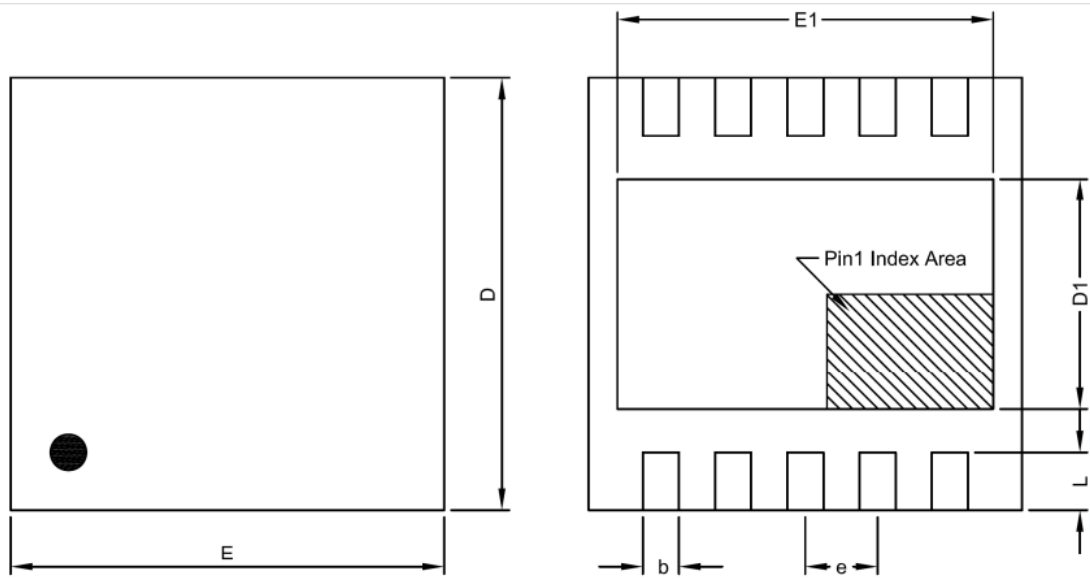


图 6 应用原理图-外部 Hall 元件

## 10. 封装尺寸

Orderable Device	Package Type	MPQ	MOQ	Eco Plan	MSL Level	Device Marking
ACM6252DFR	DFN10 Tape and Reel	5000	5000	RoHS Compliant Lead-Free Finish	MSL3	ACM6252

10.1 DFN 10



Pin1 Index

Symbol	DIMENSION IN MM			DIMENSION IN INCH		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.50	0.55	0.60	0.0197	0.0217	0.0236
A1	0.00	---	0.05	0.0000	---	0.0020
A2	0.15 REF			0.0059 REF		
D	2.95	3.00	3.05	0.1161	0.1181	0.1201
E	2.95	3.00	3.05	0.1161	0.1181	0.1201
D1	1.40	1.60	1.70	0.0551	0.0630	0.0669
E1	2.40	2.60	2.70	0.0945	0.1024	0.1063
b	0.18	0.25	0.30	0.0071	0.0098	0.0118
e	0.50 BSC			0.0197 BSC		
L	0.30	0.40	0.50	0.0118	0.0157	0.0197