



## FAN4800AU / FAN4800CU PFC/ PWM 控制器组合

### 特性

- 引脚对引脚兼容于 ML4800、FAN4800、CM6800 和 CM6800A
- PWM 可针对电流模式或前馈电压模式运行配置
- 在一个 IC 中具有内部同步的前沿 PFC 和后沿 PWM
- 低工作电流
- 创新型开关电荷乘法器除法器
- 平均电流模式，可实现输入电流整形
- PFC 过压和欠压保护
- PFC 反馈开环保护
- PFC/PWM 的逐周期限流保护
- 启动时序控制和软启动
- 线电压聚降保护
- $f_{RTCT}=4 \cdot f_{PFC}=4 \cdot f_{PWM}$  (适用于 FAN4800AU)
- $f_{RTCT}=4 \cdot f_{PFC}=2 \cdot f_{PWM}$  (适用于 FAN4800CU)

### 应用

- 台式 PC 电源
- 因特网服务器电源
- LCD TV/ 显示器电源
- 不间断电源
- 电池充电器
- 直流电机电源
- 显示器电源
- 电信系统电源
- 分布式电源

### 相关资源

- [AN-8027 — FAN480X PFC+PWM 组合控制器应用](#)

### 说明

高度集成的 FAN4800AU/CU 部件专门设计用于由升压型 PFC 和 PWM 组成的电源。它们仅需要极少的外部元件便可实现各种保护和补偿。采用 16-引脚 DIP 和 SOP 封装。

PWM 可用于电流或电压模式中。在电压模式中，基于 PFC 输出总线的前馈可减少辅助输出的纹波。

要评估 FAN4800AU/CU 以更换现有的 FAN4800A/C、FAN4800AS/CS、旧版 FAN4800 和 ML4800 电路板，必须在执行微调流程之前完成 6 项任务：

1. 将  $R_{AC}$  电阻从旧值改为较高的阻值：6 M $\Omega$  至 8 M $\Omega$ 。
2. 将 RT/CT 引脚从现有值改为  $R_T=6.8$  k $\Omega$  和  $C_T=1000$  pF，以便  $f_{PFC}=64$  kHz 且  $f_{PWM}=64$  kHz。
3. 对于线路输入介于 85 V<sub>AC</sub> 到 270 V<sub>AC</sub> 之间的通用输入应用，在  $V_{IN}=85$  V<sub>AC</sub> 时，V<sub>RMS</sub> 需要是 1.224 V。
4. 将 ISENSE 引脚滤波电路从现有值改为  $R_{Filter}=51$   $\Omega$  和  $C_{Filter}=0.01$   $\mu$ F，以提高带宽。
5. 在满负载时，平均  $V_{VEA}$  必须在 ~4.5 V 左右并且  $V_{VEA}$  纹波需要小于 400 mV。
6. 对于 SS 引脚，软启动电流已降至 FAN4800 电容的一半。

FAN4800AS/CS 与 FAN4800AU/CU 之间有两个不同之处：

- 添加线路聚降保护
- 解决 AC 周期下降测试期间电感电流不稳定的问题

### 订购信息

器件编号	工作温度范围	PFC:PWM 频率比	封装	包装方法
FAN4800AUN	-40°C 至 +105°C	1:2	16-引脚双列直插式封装 (DIP)	塑料管
FAN4800CUN		1:2		
FAN4800AUM		1:1	16-引脚小尺寸封装 (SOP)	卷带和卷盘
FAN4800CUM		1:2		

### 框图

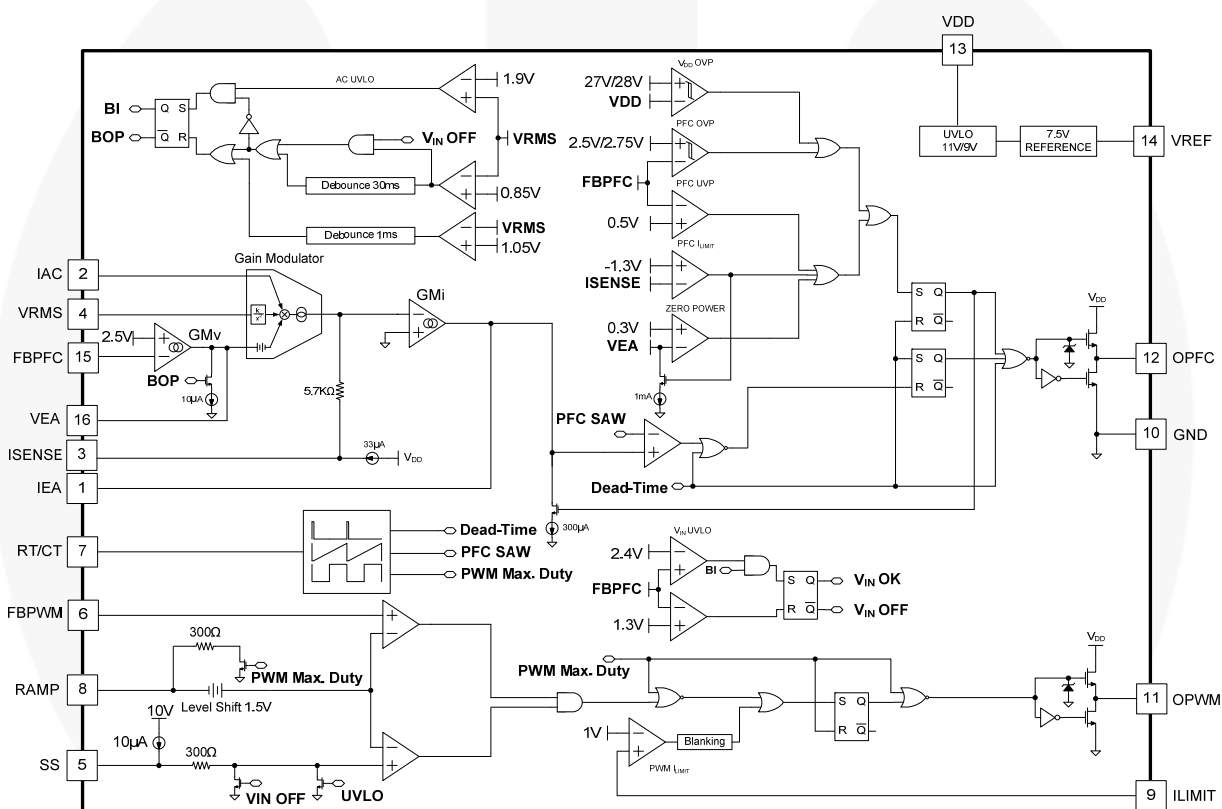


图 1. 功能框图

应用框图

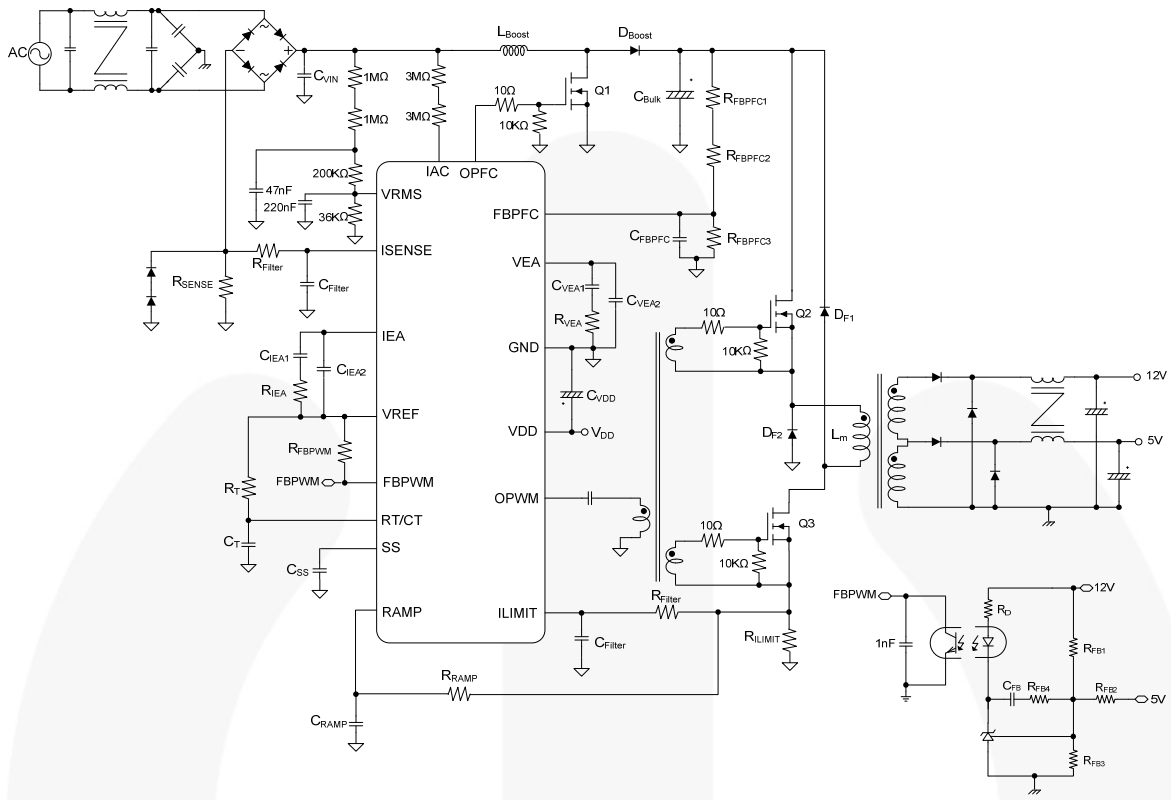


图 2. 电流模式

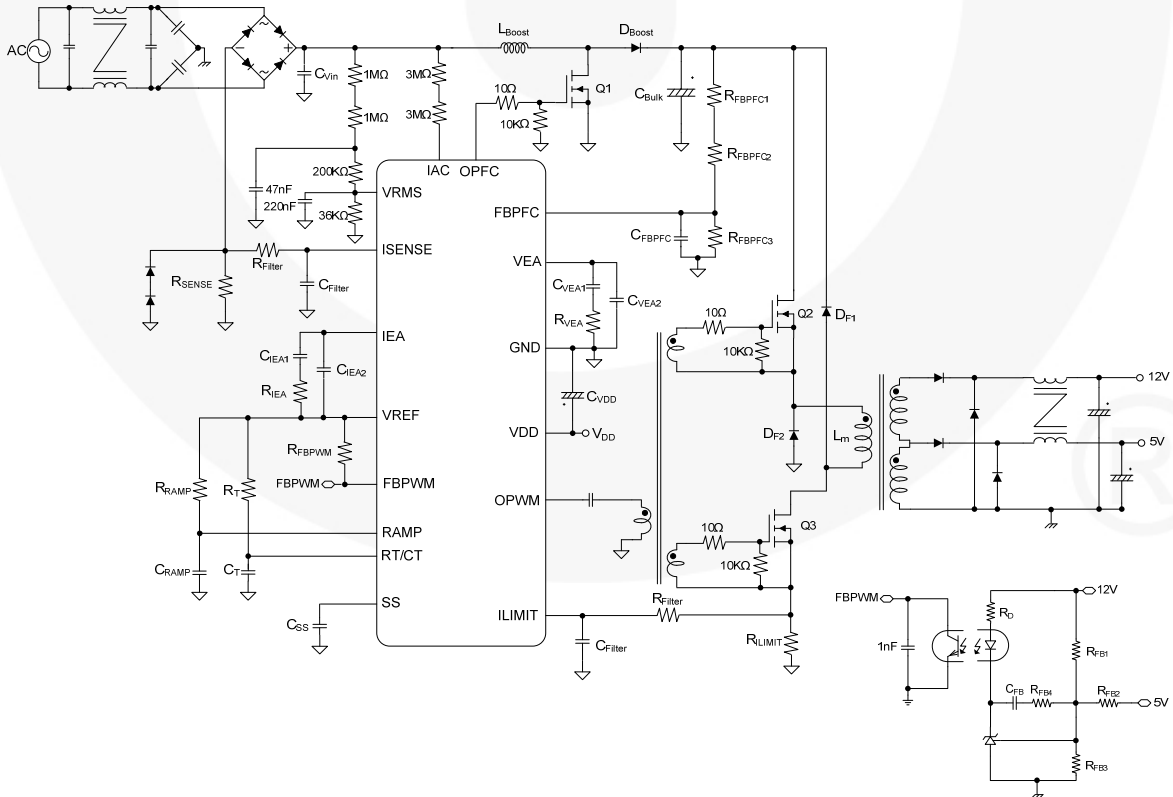


图 3. 电压模式

标识信息

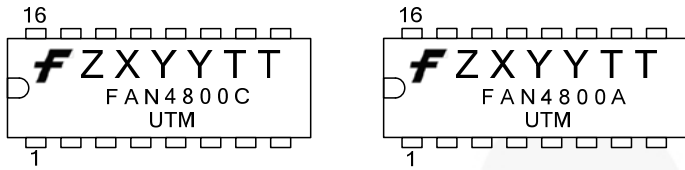


图 4. DIP 顶标

F-飞兆徽标  
 Z-工厂代码  
 X-一位数字年份代码  
 YY-二位数字周代码  
 TT-二位数字裸片运行代码  
 T-封装类型 (N: DIP)  
 M-制造流程编码

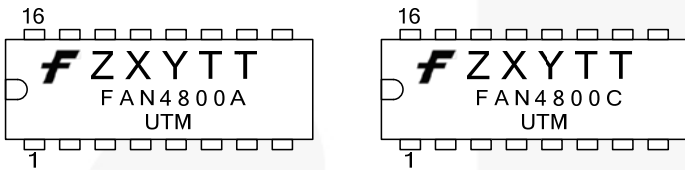


图 5. SOP 顶标

F-飞兆徽标  
 Z-工厂代码  
 X-一位数字年份代码  
 Y-一位数字周代码  
 TT-二位数字裸片运行代码  
 T-封装类型 (M: SOP)  
 M-制造流程编码

## 引脚配置

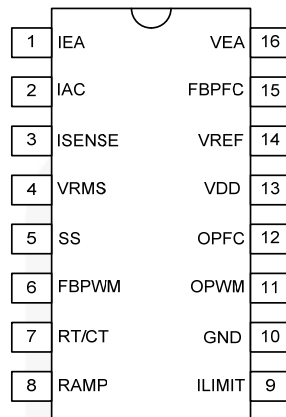


图 6. 引脚配置 (俯视图)

## 引脚定义

引脚号	名称	说明
1	IEA	<b>PFC 电流放大器输出。</b> 来自该引脚的信号与内部锯齿波进行比较，从而确定 PFC 栅极驱动的脉冲宽度。
2	IAC	<b>输入 AC 电流。</b> 在正常运行中，该输入用于提供乘法器的电流参考。推荐最大电流值 $I_{AC}$ 为 $65 \mu A$ 。
3	ISENSE	<b>PFC 电流检测。</b> PFC 电流放大器的反相输入以及乘法器和 PFC $I_{LIMIT}$ 比较器的输出。
4	VRMS	<b>线路电压检测。</b> 该引脚用于 PFC 乘法器。
5	SS	<b>PWM 软启动。</b> 启动期间，SS 引脚通过 $10 \mu A$ 恒流电源向一个外部电容器充电。启动期间，FBPWM 电压由 SS 进行箝位。如果出现保护条件和/或 PWM 被禁用，SS 引脚快速放电。
6	FBPWM	<b>PWM 反馈输入。</b> PWM 级电压环路反馈控制输入。
7	RT/CT	<b>振荡器 RC 定时连接。</b> 振荡器定时节点，时间由 $R_T$ 和 $C_T$ 设定。
8	RAMP	<b>PWM RAMP 输入。</b> 在电流模式下，该引脚用作电流检测输入。在电压模式下，它是来自 PFC 输出 $380 V$ （前馈斜坡）的前馈检测输入。
9	ILIMIT	<b>PWM 的峰值电流限制设置。</b> PWM 的峰值电流限制设置。
10	GND	<b>接地</b>
11	OPWM	<b>PWM 栅极驱动。</b> PWM MOSFET 的图腾柱输出驱动。该引脚内部箝位到 $19 V$ 以下，以便保护 MOSFET。
12	OPFC	<b>PFC 栅极驱动。</b> PFC MOSFET 的图腾柱输出驱动。该引脚内部箝位至低于 $15 V$ ，用于保护 MOSFET。
13	VDD	<b>电源。</b> 电源引脚。启动和关断的阈值电压分别为 $11 V$ 和 $9.3 V$ 。工作电流低于 $10 mA$ 。
14	VREF	<b>参考电压。</b> 内部 $7.5 V$ 参考电压的缓冲输出。
15	FBPFC	<b>PFC 电压反馈输入。</b> PFC 电压环路的反馈输入。PFC 误差放大器的反相输入。该引脚通过分压电路连接至 PFC 输出。
16	VEA	<b>PFC 电压放大器的输出。</b> PFC 电压反馈环路的误差放大器输出。在该引脚和地之间连接补偿电路。

## 绝对最大额定值

应力超过绝对最大额定值，可能会损坏器件。在超出推荐的工作条件的情况下，该器件可能无法正常工作，所以不建议让器件在这些条件下长期工作。此外，长期在高于推荐的工作条件下工作，会影响器件的可靠性。绝对最大额定值仅是应力规格值。

符号	参数		最小值	最大值	单位
V <sub>DD</sub>	电源电压 DC			30	V
V <sub>H</sub>	SS、FBPWM、RAMP 和 VREF 引脚电压		-0.3	30.0	V
V <sub>PFC-OUT</sub>	OPFC 引脚电压			V <sub>DD</sub> +0.3V	V
V <sub>PWM-OUT</sub>	OPWM 引脚电压			V <sub>DD</sub> +0.3V	V
V <sub>L</sub>	IAC、VRMS、RT/CT、ILIMIT、FBPFC 和 VEA 引脚电压		-0.3	7.0	V
V <sub>IEA</sub>	IEA 引脚电压		0	V <sub>VREF</sub> +0.3	V
V <sub>N</sub>	ISENSE 引脚电压		-5.0	0.7	V
I <sub>AC</sub>	输入 AC 电流			1	mA
I <sub>REF</sub>	VREF 输出电流			5	mA
I <sub>PFC-OUT</sub>	峰值 PFC 输出电流，源电流或灌电流			0.5	A
I <sub>PWM-OUT</sub>	峰值 PWM 输出电流，源电流或灌电流			0.5	A
P <sub>D</sub>	功率耗散 T <sub>A</sub> < 50°C			800	mW
Θ <sub>JA</sub>	热阻（结至空气）	DIP		80.80	°C/W
		SOP		104.10	
Θ <sub>JC</sub>	热阻（结至壳体）	DIP		35.38	°C/W
		SOP		40.41	
T <sub>J</sub>	工作结温		-40	+125	°C
T <sub>STG</sub>	存储温度范围		-55	+150	°C
T <sub>L</sub>	引脚温度（焊接）			+260	°C
ESD	静电放电能力	人体放电模型， JESD22-A114		6.0	kV
		元件充电模型， JESD22-C101		2.0	

### 注意：

- 所有电压值（差分电压除外）都相对于 GND 引脚给出。
- 若压力超过绝对最大额定值中所列的数值，可能会给器件造成不可修复的损坏。

## 推荐工作条件

推荐的操作条件表明了器件的真实工作条件。指定推荐的工作条件，以确保器件的最佳性能达到数据表中的规格。飞兆半导体建议不要超过推荐工作条件，也不能按照绝对最大额定值进行设计。

符号	参数	最小值	最大值	单位
T <sub>A</sub>	工作环境温度	-40	+105	°C

## 电气特性

$V_{DD}=15\text{ V}$ 、 $T_A=25^\circ\text{C}$ 、 $T_A=T_J$ 、 $R_T=6.8\text{ k}\Omega$  且  $C_T=1000\text{ pF}$ ，除非另有说明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>V<sub>DD</sub> 部分</b>						
$I_{DD-ST}$	启动电流	$V_{DD}=V_{TH-ON}-0.1\text{ V}$ ，OPFC OPWM 开路		30	80	$\mu\text{A}$
$I_{DD-OP}$	工作电流	$V_{DD}=13\text{ V}$ ，OPFC OPWM 开路	2.0	2.6	5.0	$\text{mA}$
$V_{TH-ON}$	导通阈值电压		10	11	12	$\text{V}$
$\Delta V_{TH}$	滞回		1.3		1.9	$\text{V}$
$V_{DD-OVP}$	$V_{DD}$ OVP		27	28	29	$\text{V}$
$\Delta V_{DD-OVP}$	$V_{DD}$ OVP 滞回			1		$\text{V}$
<b>振荡器</b>						
$f_{OSC-RT/CT}$	RT/CT 频率		240	256	268	$\text{kHz}$
$f_{OSC}$	PFC & PWM 频率	$R_T=6.8\text{ k}\Omega$ ， $C_T=1000\text{ pF}$	60	64	67	$\text{kHz}$
	FAN4800CU PWM 频率		120	128	134	
$f_{DV}$	电压稳定性 <sup>(3)</sup>	$11\text{ V} \leq V_{DD} \leq 22\text{ V}$			2	$\%$
$f_{DT}$	温度稳定性 <sup>(3)</sup>	$-40^\circ\text{C} \sim +105^\circ\text{C}$			2	$\%$
$f_{TV}$	总变差 (PFC & PWM) <sup>(3)</sup>	线路，温度	58		70	$\text{kHz}$
$f_{RV}$	斜坡电压	波谷到波峰		2.8		$\text{V}$
$I_{OSC-DIS}$	放电电流	$V_{RAMP}=0\text{ V}$ ， $V_{RT/CT}=2.5\text{ V}$	6.5		15.0	$\text{mA}$
$f_{RANGE}$	频率范围		50		75	$\text{kHz}$
$t_{PFC-DEAD}$	PFC 死区时间	$R_T=6.8\text{ k}\Omega$ ， $C_T=1000\text{ pF}$	400	600	800	$\text{ns}$
<b>V<sub>VREF</sub></b>						
$V_{VREF}$	参考电压	$I_{VREF}=0\text{ mA}$ ， $C_{VREF}=0.1\text{ }\mu\text{F}$	7.4	7.5	7.6	$\text{V}$
$\Delta V_{VREF1}$	参考电压负载调节	$C_{VREF}=0.1\text{ }\mu\text{F}$ 、 $I_{VREF}=0\text{ mA}$ 到 $3.5\text{ mA}$ $V_{DD}=14\text{ V}$ 、上升/下降时间 $>20\text{ }\mu\text{s}$		30	50	$\text{mV}$
$\Delta V_{VREF2}$	参考电压线路调节	$C_{VREF}=0.1\text{ }\mu\text{F}$ 、 $V_{DD}=11\text{ V}$ 到 $22\text{ V}$			25	$\text{mV}$
$\Delta V_{VREF-DT}$	温度稳定性 <sup>(3)</sup>	$-40^\circ\text{C} \sim +105^\circ\text{C}$		0.4	0.5	$\%$
$\Delta V_{VREF-TV}$	总变差 <sup>(3)</sup>	线路，负载，温度	7.35		7.65	$\text{V}$
$\Delta V_{VREF-LS}$	长期稳定性 <sup>(3)</sup>	$T_J=125^\circ\text{C}$ ， $0 \sim 1000$ 小时	5		25	$\text{mV}$
$I_{VREF-MAX}$	最大电流	$V_{VREF}>7.35\text{ V}$	5			$\text{mA}$
<b>PFC OVP 比较器</b>						
$V_{PFC-OVP}$	过压保护		2.70	2.75	2.80	$\text{V}$
$\Delta V_{PFC-OVP}$	PFC OVP 滞回		200	250	300	$\text{mV}$
<b>低功率检测比较器</b>						
$V_{VEA-OFF}$	VEA 电压关断 OPFC		0.2	0.3	0.4	$\text{V}$
<b>V<sub>IN</sub> OK 比较器</b>						
$V_{RD-FBPFC}$	启动期间用于启用 OPWM 的 FBPFC 电压电平		2.3	2.4	2.5	$\text{V}$
$\Delta V_{RD-FBPFC}$	滞回		1.0	1.1	1.2	$\text{V}$

接下页

## 电气特性 (续)

$V_{DD}=15\text{ V}$ ,  $T_A=25^\circ\text{C}$ ,  $T_A=T_J$ ,  $R_T=6.8\text{ k}\Omega$  且  $C_T=1000\text{ pF}$ , 除非另有说明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>电压误差放大器</b>						
$V_{REF}$	参考电压		2.45	2.50	2.55	V
$A_v$	开环增益 <sup>(3)</sup>		35	42		dB
$G_{m_v}$	跨导	$V_{NONINV}=V_{INV}$ , $V_{VEA}=3.75\text{ V}$	50	70	90	$\mu\text{mho}$
$I_{FBPFC-L}$	最大电流源	$V_{FBPFC}=2\text{ V}$ , $V_{VEA}=1.5\text{ V}$	40	50		$\mu\text{A}$
$I_{FBPFC-H}$	最大灌电流	$V_{FBPFC}=3\text{ V}$ , $V_{VEA}=6\text{ V}$		-50	-40	$\mu\text{A}$
$I_{BS}$	输入偏置电流		-1		1	$\mu\text{A}$
$V_{VEA-H}$	$V_{VEA}$ 输出高电压		5.8	6.0		V
$V_{VEA-L}$	$V_{VEA}$ 输出低电压			0.1	0.4	V
<b>电流误差放大器</b>						
$G_{m_i}$	跨导	$V_{NONINV}=V_{INV}$ , $V_{IEA}=3.75\text{ V}$	70	88	105	$\mu\text{mho}$
$V_{OFFSET}$	输入失调电压	$V_{VEA}=0\text{ V}$ , IAC 开路	-10		10	mV
$V_{IEA-H}$	输出高电平		6.8	7.4	7.8	V
$V_{IEA-L}$	输出低电平			0.1	0.4	V
$I_L$	源电流	$V_{ISENSE}=-0.6\text{ V}$ , $V_{IEA}=1.5\text{ V}$	35	50		$\mu\text{A}$
$I_H$	灌电流	$V_{ISENSE}=+0.6\text{ V}$ , $V_{IEA}=4.0\text{ V}$		-50	-35	$\mu\text{A}$
$A_i$	开环增益 <sup>(3)</sup>		40	50		dB
<b>TriFault Detect™</b>						
$t_{FBPFC-OPEN}$	FBPFC 开路时间	$V_{FBPFC}=V_{PFC-UVP}$ 至 FBPFC 开路, 470 pF 从 FBPFC 到 GND		2	4	ms
$V_{PFC-UVP}$	PFC 反馈欠压保护		0.4	0.5	0.6	V
<b>增益调制器</b>						
$I_{AC}$	AC 电流输入 <sup>(3)</sup>	乘法器线性范围	0		65	$\mu\text{A}$
增益	增益调制器 <sup>(4)</sup>	$I_{AC}=17.67\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=1.080\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$		7.94		
		$I_{AC}=20\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=1.224\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$		7.02		
		$I_{AC}=25.69\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=1.585\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$		4.18		
		$I_{AC}=51.62\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=3.169\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$		1.05		
		$I_{AC}=62.23\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=3.803\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$		0.73		
BW	带宽 <sup>(3)</sup>	$I_{AC}=40\text{ }\mu\text{A}$			2	kHz
$V_{o(gm)}$	输出电压 = $5.7\text{ k}\Omega \times (I_{SENSE}-I_{OFFSET})$	$I_{AC}=50\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=1.224\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$	0.76	0.80	0.84	V
<b>PFC <math>I_{LIMIT}</math> 比较器</b>						
$V_{PFC-ILIMIT}$	峰值电流限制阈值电压, 逐周期限流		-1.2	-1.3	-1.4	V
$\Delta V_{PK}$	PFC $I_{LIMIT}$ 增益调制器输出	$I_{AC}=17.67\text{ }\mu\text{A}$ , $V_{RMS}=1.08\text{ V}$ $V_{FBPFC}=2.25\text{ V}$	400			mV

接下页

## 电气特性 (续)

$V_{DD}=15\text{ V}$ 、 $T_A=25^\circ\text{C}$ 、 $T_A=T_J$ 、 $R_T=6.8\text{ k}\Omega$  且  $C_T=1000\text{ pF}$ ，除非另有说明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>PFC 输出驱动器</b>						
$V_{\text{GATE-CLAMP}}$	栅极输出箝位电压	$V_{DD}=22\text{ V}$	13	15	17	V
$V_{\text{GATE-L}}$	栅极低电压	$V_{DD}=15\text{ V}$ , $I_O=100\text{ mA}$			1.5	V
$V_{\text{GATE-H}}$	栅极高电压	$V_{DD}=13\text{ V}$ , $I_O=100\text{ mA}$	8			V
$t_R$	栅极上升时间	$V_{DD}=15\text{ V}$ , $C_L=4.7\text{ nF}$ , $O/P=2\text{ V}$ 至 $9\text{ V}$	40	70	120	ns
$t_F$	栅极下降时间	$V_{DD}=15\text{ V}$ , $C_L=4.7\text{ nF}$ , $O/P=9\text{ V}$ 至 $2\text{ V}$	40	60	110	ns
$D_{\text{PFC-MAX}}$	最大占空比	$V_{\text{IEA}}<1.2\text{ V}$	94	97		%
$D_{\text{PFC-MIN}}$	最小占空比	$V_{\text{IEA}}>4.5\text{ V}$			0	%
<b>PWM <math>I_{\text{LIMIT}}</math> 比较器</b>						
$V_{\text{PWM-ILIMIT}}$	阈值电压		0.95	1.00	1.05	V
$t_{\text{PD}}$	输出传播延迟			250		ns
$t_{\text{PWM-BNK}}$	前沿消隐时间		170	250	350	ns
<b>PWM 输出驱动器</b>						
$V_{\text{GATE-CLAMP}}$	栅极输出箝位电压	$V_{DD}=22\text{ V}$	18	19	20	V
$V_{\text{GATE-L}}$	栅极低电压	$V_{DD}=15\text{ V}$ , $I_O=100\text{ mA}$			1.5	V
$V_{\text{GATE-H}}$	栅极高电压	$V_{DD}=13\text{ V}$ , $I_O=100\text{ mA}$	8			V
$t_R$	栅极上升时间	$V_{DD}=15\text{ V}$ , $C_L=4.7\text{ nF}$ , $O/P=2\text{ V}$ 至 $9\text{ V}$	30	60	120	ns
$t_F$	栅极下降时间	$V_{DD}=15\text{ V}$ , $C_L=4.7\text{ nF}$ , $O/P=9\text{ V}$ 至 $2\text{ V}$	30	50	110	ns
$D_{\text{PWM-MAX}}$	最大占空比		49.0	49.5	50.0	%
$V_{\text{PWM-LS}}$	PWM 比较器电平移动		1.3	1.5	1.8	V
<b>软启动</b>						
$V_{\text{SS-MAX}}$	最大电压	$V_{DD}=15\text{ V}$	9.5	10.0	10.5	V
$I_{\text{SS}}$	软启动电流			10		$\mu\text{A}$
<b>欠压</b>						
$V_{\text{RMS-UVL}}$	VRMS 阈值低电平		1.00	1.05	1.10	V
$V_{\text{RMS-UVH}}$	VRMS 阈值高电平		1.85	1.90	1.95	V
$\Delta V_{\text{RMS-UVP}}$	滞回		750	850	950	mV
$t_{\text{UVP}}$	欠压保护延迟		750	1000	1250	ms
<b>聚降保护</b>						
$V_{\text{RMS-SAG}}$	VRMS 阈值 SAG 低电平		0.80	0.85	0.90	V
$t_{\text{SAG}}$	SAG 保护延迟		28	33	38	ms

## 注意:

- 该参数由设计保证；未经 100% 生产测试。
- 当  $V_{\text{VEA}}$  饱和至高电平时，该增益是最大调制增益，具有特定的  $V_{\text{RMS}}$  电压。

典型特性

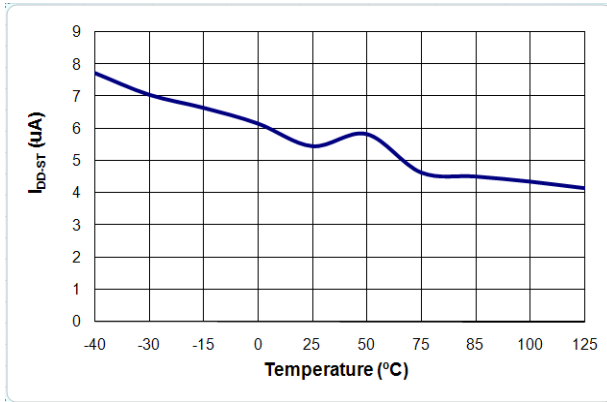


图 7.  $I_{DD-ST}$  与温度的关系

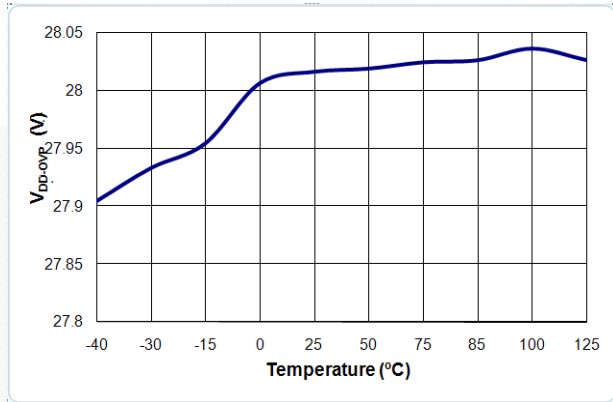


图 8.  $V_{DD-OVP}$  与温度的关系

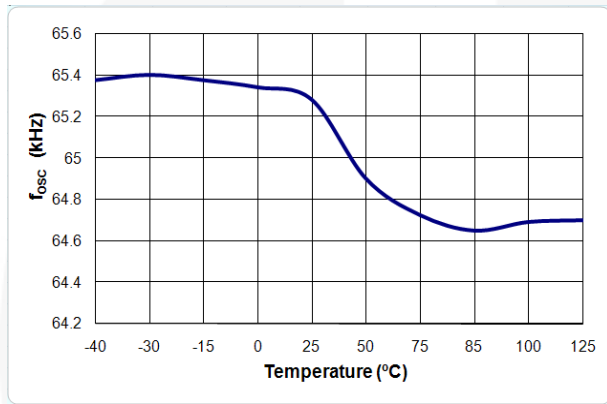


图 9.  $f_{osc}$  与温度的关系

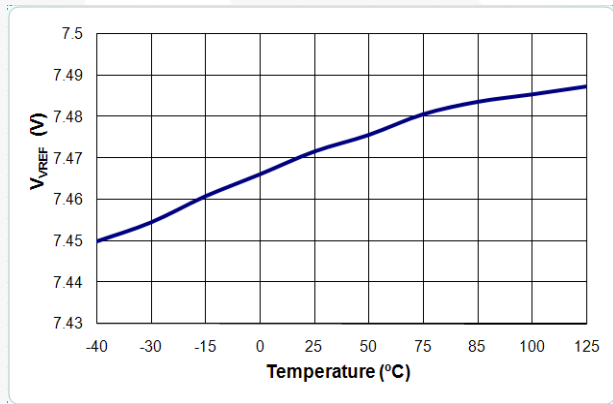


图 10.  $V_{VREF}$  与温度的关系

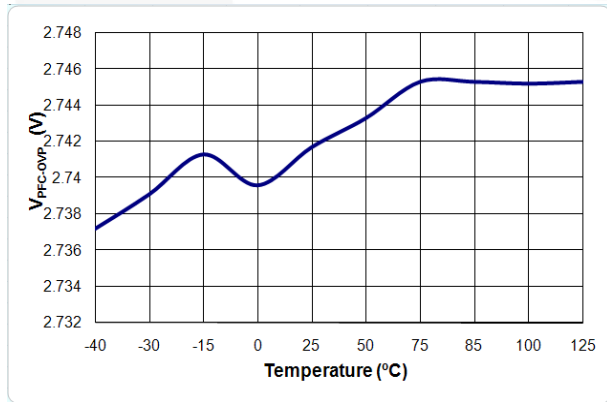


图 11.  $V_{PFC-OVP}$  与温度的关系

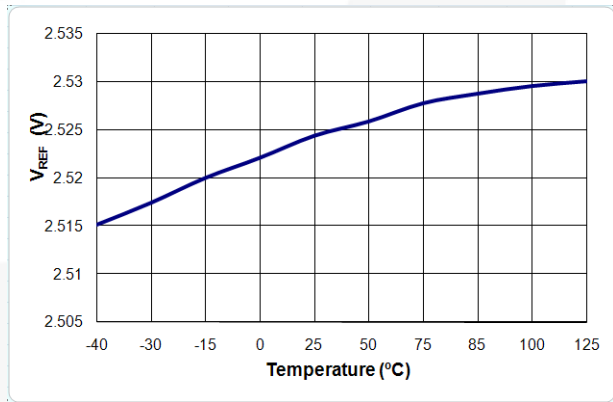


图 12.  $V_{REF}$  与温度的关系

典型特性

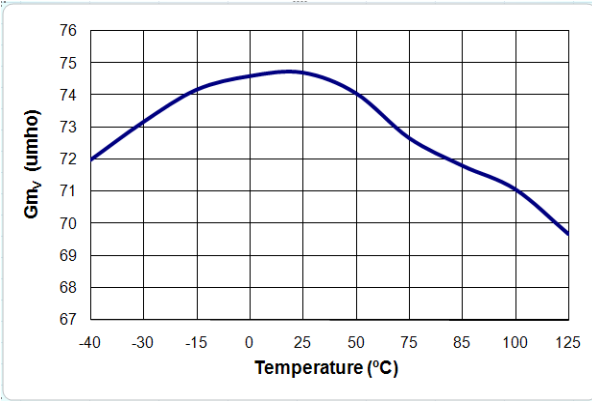


图 13.  $G_{mV}$  与温度的关系

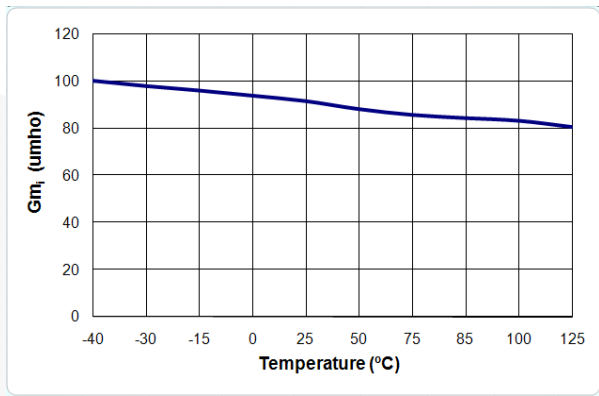


图 14.  $G_{mI}$  与温度的关系

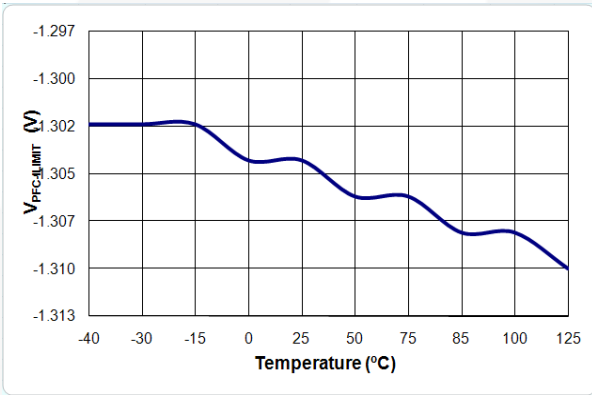


图 15.  $V_{PFC-LIMIT}$  与温度的关系

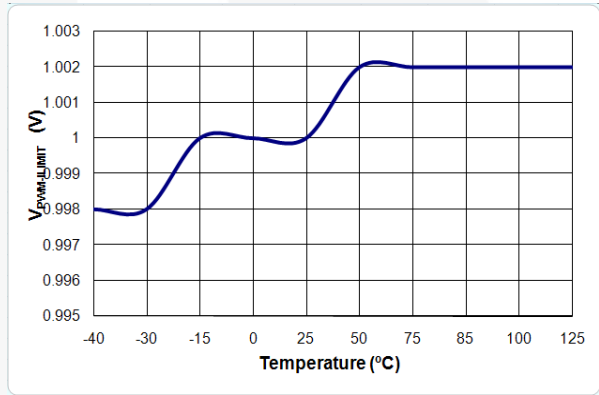


图 16.  $V_{PWM-LIMIT}$  与温度的关系

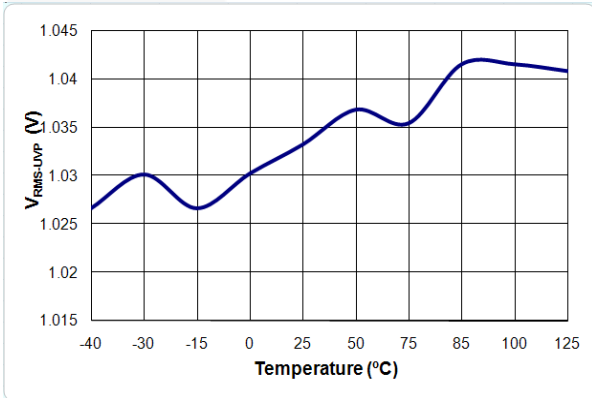


图 17.  $V_{RMS-UVP}$  与温度的关系

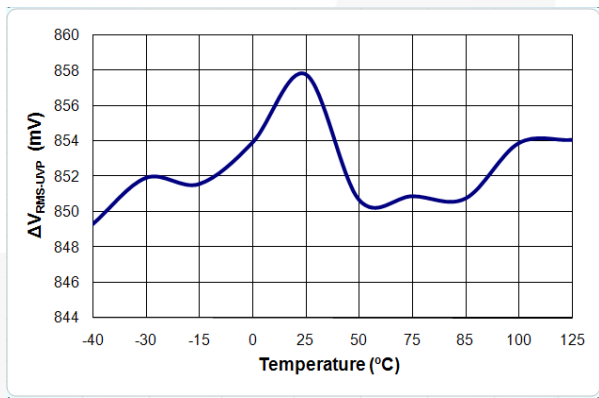


图 18.  $\Delta V_{RMS-UVP}$  与温度的关系

典型特性

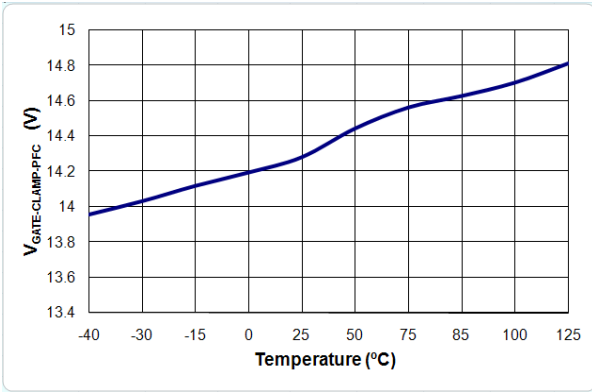


图 19. V<sub>GATE-CLAMP-PFC</sub> 与温度的关系

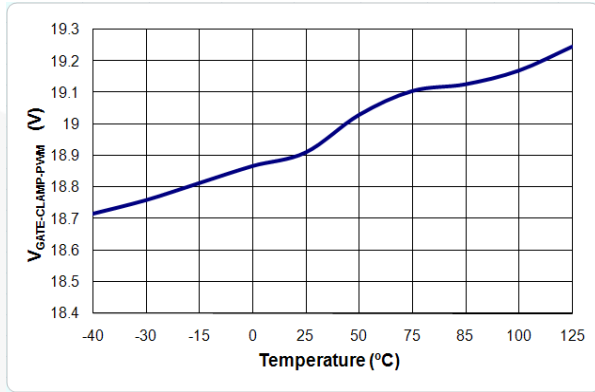


图 20. V<sub>GATE-CLAMP-PWM</sub> 与温度的关系

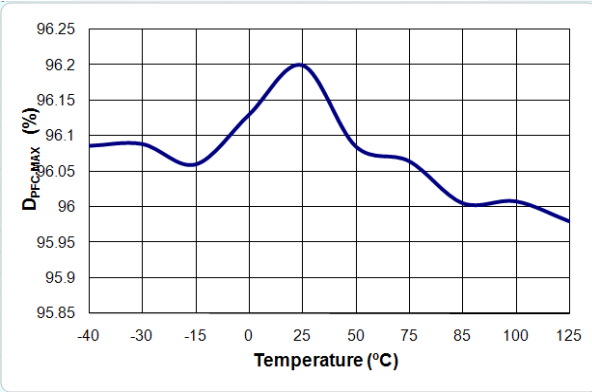


图 21. D<sub>PFC-MAX</sub> 与温度的关系

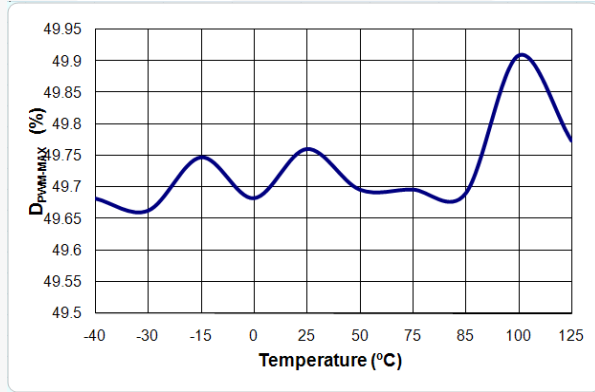


图 22. D<sub>PWM-MAX</sub> 与温度的关系

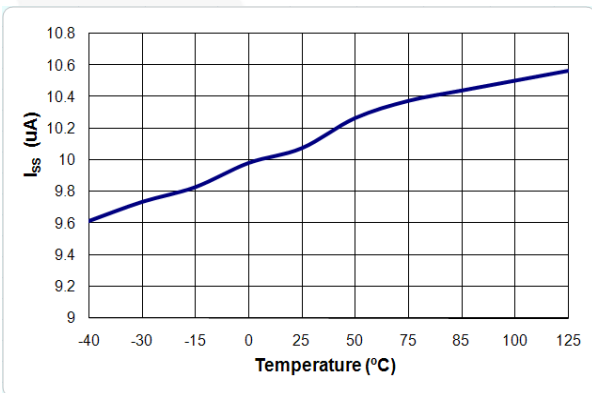


图 23. I<sub>SS</sub> 与温度的关系

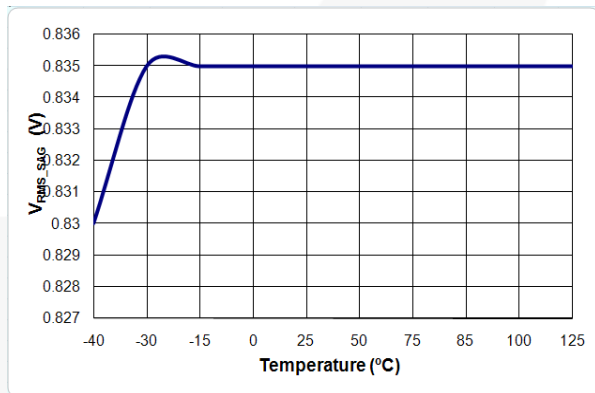


图 24. V<sub>RMS-SAG</sub> 与温度的关系

## 功能说明

### 振荡器

内部振荡器频率由 RT/CT 引脚上的定时电阻和电容决定，如图 25 所示。内部振荡器频率由下式给出：

$$f_{osc} = \frac{1}{0.56 \cdot R_T \cdot C_T + 360C_T} \quad (1)$$

由于 PWM 级通常采用一个正激转换器，有必要将最大占空比限制在 50%。为了保持最大占空比的较小容差，采用一个带有计数触发器的分频器，如图 25 所示。PFC 和 PWM 级的工作频率是振荡器频率的 1/4。（对于 FAN4800CU，PFC 和 PWM 级的工作频率分别是振荡器频率的 1/4 和 1/2）。

PFC 栅极驱动信号的死区时间由下式确定：

$$t_{DEAD} = 360C_T \quad (2)$$

死区时间应比开关周期的 2% 更短，从而最大程度地减少线路过零附近的线路电流失真。

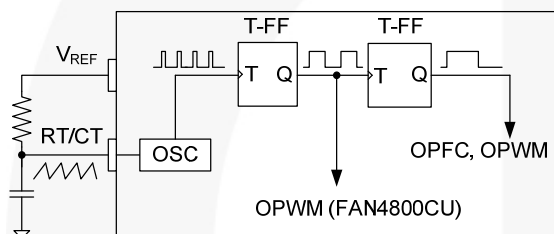


图 25. 振荡器配置

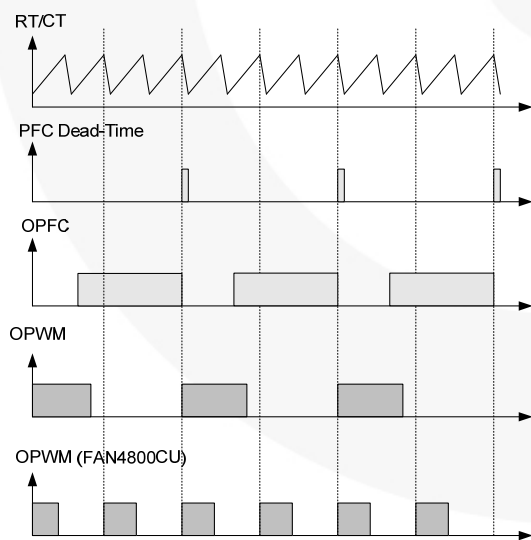


图 26. 时序图

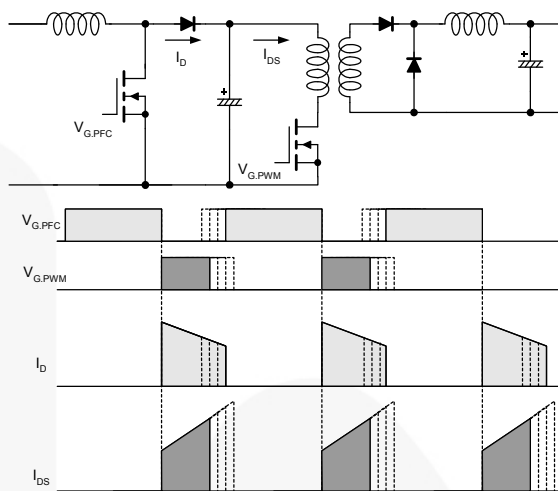


图 27. 交错式前缘/后缘调制

图 27 显示交错式前缘/后缘调制，其中 PFC 驱动信号的关断与 PWM 驱动信号的导通同步。该技术允许 PFC 输出二极管电流直接流入下游 DC/DC 转换器，从而最大程度地减少 PFC 输出电容器电流纹波。

### 增益调制器

由于增益调制器提供用于输入电流整形的电流控制误差放大器的参考，因此它是 PFC 级电路的关键电路，如图 28 所示。增益调制器的输出电流是  $V_{EA}$ 、 $I_{AC}$  和  $V_{RMS}$  的函数。在特定的  $V_{RMS}$  下，当  $V_{EA}$  饱和至高电平时，增益调制器的增益是  $I_{MO}$  与  $I_{AC}$  之间的比值。该增益与  $V_{RMS}^2$  成反比，如图 29 所示，用于实现线路电压前馈。这会根据线路电压调整电流控制误差放大器的参考，从而确保 PFC 转换器的输入功率不随线路电压变化（如图 30 所示）。

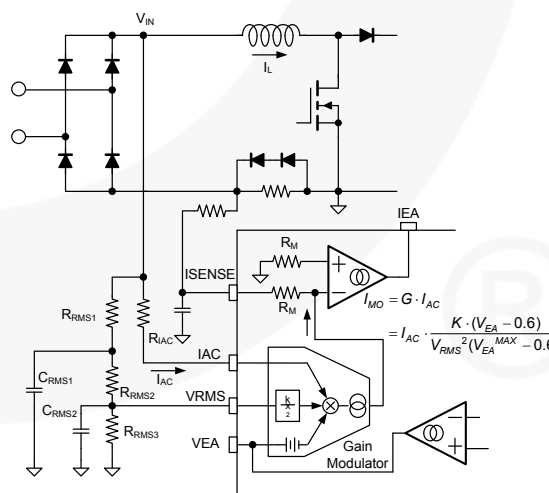


图 28. 增益调制器模块

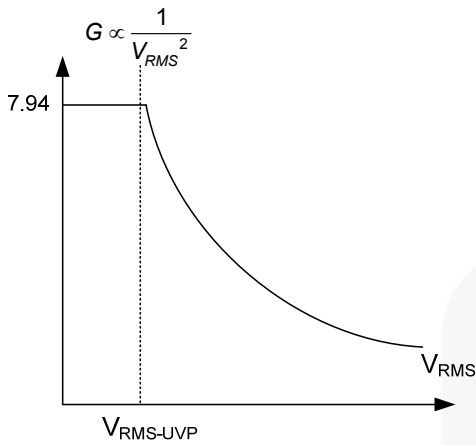


图 29. 调制增益特性

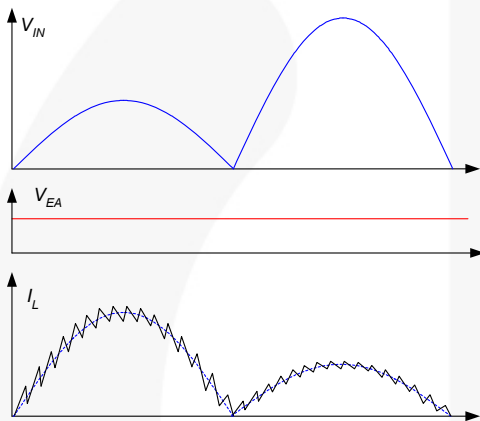


图 30. 线路前馈运行

为感测线路电压的 RMS 值，通常会采用带有两个极点的平均电路，如图 28 所示。注意一旦 PFC 停止开关运行，PFC 的输入电压就被箝位于线路电压峰值，这是因为桥式二极管的结电容不放电，如图 31 所示。因此，进行 VRMS 分压器设计时应考虑欠压保护跳变点和最小工作线路电压。

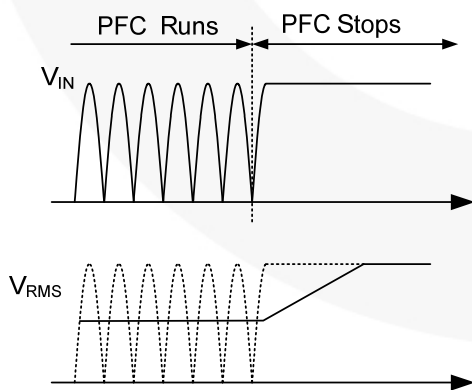


图 31. 根据 PFC 工作情况得到的 V<sub>RMS</sub>

经过整流的正弦信号通过流入 IAC 引脚的电流获得。电阻 R<sub>IAC</sub> 应当足够大，以防增益调制器饱和，计算如下：

$$\frac{\sqrt{2}V_{LINE}^{MIN}}{R_{IAC}} \cdot G^{MAX} < 140\mu A \quad (3)$$

其中，V<sub>LINEMIN</sub> 是欠压保护线路电压，G<sub>MAX</sub> 是最大调制器增益，此时 V<sub>RMS</sub> 为 1.08 V（如数据手册中所示），并且 140 μA 为增益调制器的最大输出电流。

### 升压电路电流控制

FAN4800AU/CU 采用两个控制环路实现功率因数校正，如图 32 所示：一个电流控制环路和一个电压控制环路。电流控制环路基于 IAC 引脚处获得参考信号对电感器电流进行整形，如图 33 所示，计算如下：

$$I_L \cdot R_{CS1} = I_{MO} \cdot R_M = I_{AC} \cdot G \cdot R_M \quad (4)$$

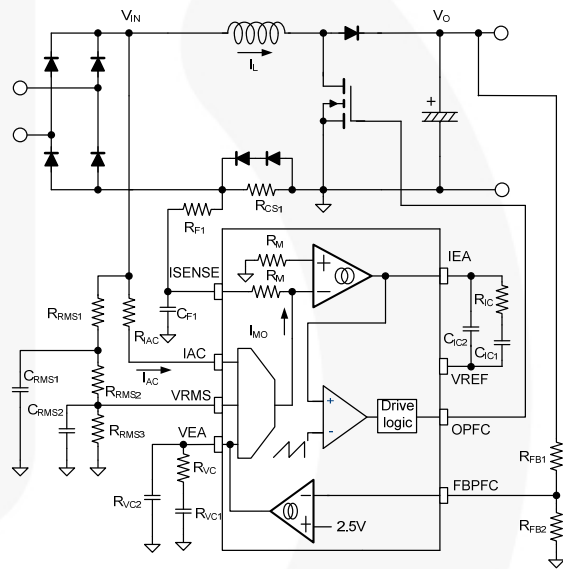


图 32. 增益调制模块

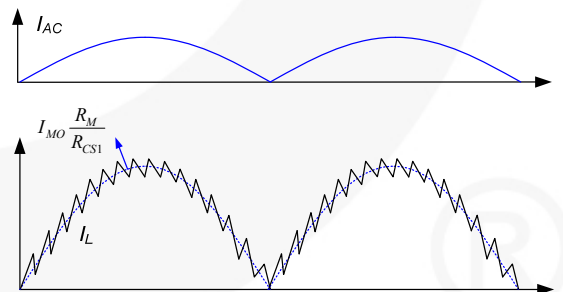


图 33. 电感电流整形

电流控制反馈环路还具有一个逐脉冲限流比较器，如果 ISENSE 引脚电压跌至低于 -1.3 V，该比较器强制 PFC 开关关断。

## 升压电路电压控制

电压控制环路使用内部误差放大器调节 PFC 输出电压，因此 FB 电压与 2.5 V 内部参考电压相同。

## 掉电保护

内置欠压保护比较器监控 VRMS 引脚电压。一旦 VRMS 引脚电压低于 1.05 V，PFC 级电路就会被关断，从而保护系统免受过流损坏。一旦 VRMS 电压增至超过 1.9 V，FAN4800AU/CU 就会开启升压级电路。

## TriFault Detect™

为了提高电源可靠性，减少系统元件数量，并易于符合 UL 1950 安全标准，FAN4800AU/CU 采纳了飞兆的 TriFault Detect 技术。

出现反馈路径故障时，PFC 输出电压可能超过工作限值。TriFault Detect 通过监控 FBPFPC 电压防止电源出现与输出反馈相关的故障。

TriFault Detect 是一个完整的内部电路。该电路无需外部元件就能实现其保护功能。

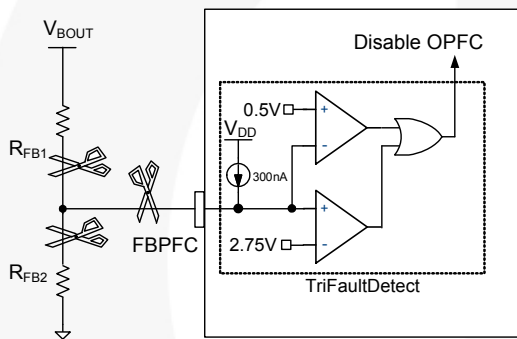


图 34. TriFault Detect™

## PWM 电路

PWM 级电路支持电流模式或电压模式运行。在电流模式下，PWM 斜坡 (RAMP) 通常直接从输出级电路初级端的电流检测电阻或电流互感器获得，因此是流入转换器输出级电路的电流代表。在此类应用中，提供逐周期限流的  $I_{LIMIT}$  通常连接至 RAMP。

对于电压模式运行，RAMP 可以连接至某个单独的 RC 定时电路，从而产生可与 FBPWM 相比的电压斜坡。在这些情况下，使用来自 PFC 总线的电压前馈有助于改善线路瞬变响应。

在 PWM 级不包含电压误差放大器，因为这个功能通常是由次级端的 KA431 实现的。为了方便光耦反馈电路的设计，在 PWM 比较器的反相输入中内置了一个偏移电压。该电压允许当 FBPWM 引脚电压低于 1.5 V 时实现 0% 占空比。

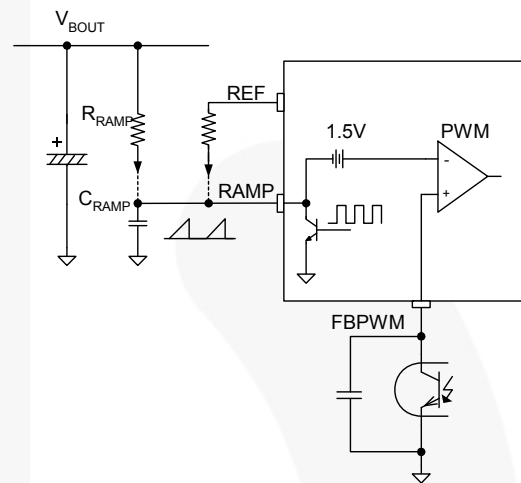


图 35. PWM 斜坡生成电路

## PWM 限流

ILIMIT 引脚是 PWM 部分逐周期限流器的直接输入。如果该引脚输入电压超过 1 V，PWM 输出就会被禁用，直至下一个 PWM 时钟周期开始。

## V<sub>IN</sub> OK 比较器

V<sub>IN</sub> OK 比较器监控 PFC 级电路输出，如果该电压低于 2.4 V（标称值的 96%）就会抑制 PWM 级电路。一旦该电压超过 2.4 V，PWM 电路就开始软启动。当 FBPFPC 电压跌至低于 1.3 V 时，PWM 级就会关断。

## PWM 软启动 (SS)

PWM 启动受控于软启动电容器。一个 10  $\mu$ A 的电流源提供电容器软启动的充电电流。直到软启动电容电压达到 1.5 V，PWM 才会启动。

## AC 线路掉电

FAN4800AU/CU 的设计确保 PFC 部分的运行不会被 AC 线路掉电扰乱。一旦线路电压消失后，误差放大器就会饱和，如果未采取合适的预防措施，当线路电压恢复时就会导致异常电流波形。

通过运行一个受限增益调制器，即使 AC 线路从掉电中恢复时，FAN4800AU/CU 也能够确保稳定的 PFC 运行，如图 36 所示。

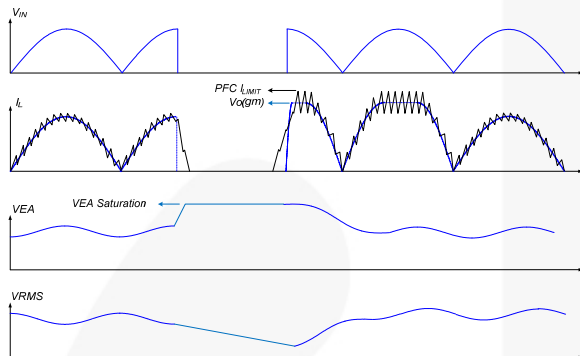


图 36. AC 周期掉电

## 线路聚降保护

当线路聚降至低于其正常工作范围时，PFC 部分保持运行，直至触发欠压保护，即有 1 s 的去抖时间。由于低线路电压，电流环路的增益调制器饱和并且 PFC 输入电流受限，导致重载条件下 PFC 输出电压下降。因为 PWM 部分包含一个  $V_{IN\ OK}$  比较器（当 FBPF 电压跌至低于 1.3 V 时，该比较器会关断 PWM 运行），当 PFC 输出电压在线路聚降期间下降时，下游 DC/DC 转换器会停止运行。一旦下游转换器停止运行，由于 PFC 部分没有负载电流，即使是受限的 PFC 输入电流也可以向 PFC 输出充电。因为这会导致线路聚降期间下游转换器重复启动和关断，FAN4800AU/CU 包含线路聚降保护功能。

有两种条件可以触发线路聚降保护功能，如图 37 和图 38 所示。第一个条件是当  $V_{RMS}$  低于  $V_{RMS-SAG}$  (0.85 V) 的时间超过  $t_{SAG}$  (33 ms)，如图 37 所示。第二个条件是当  $V_{RMS}$  低于  $V_{RMS-SAG}$  (0.85 V) 并且  $V_{FBPF}$  低于  $V_{IN-OFF}$  (1.3 V)，如图 38 所示。一旦触发线路聚降保护，PWM 和 PFC 就会停止运行，直至  $V_{RMS}$  增至超过 1.9 V。

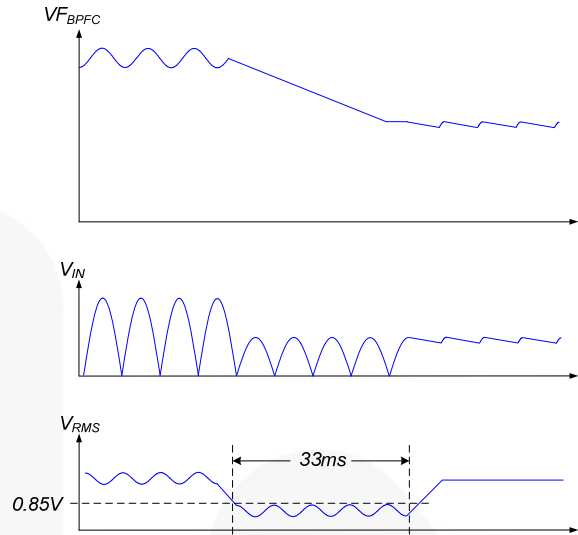


图 37. 聚降保护的第一个条件

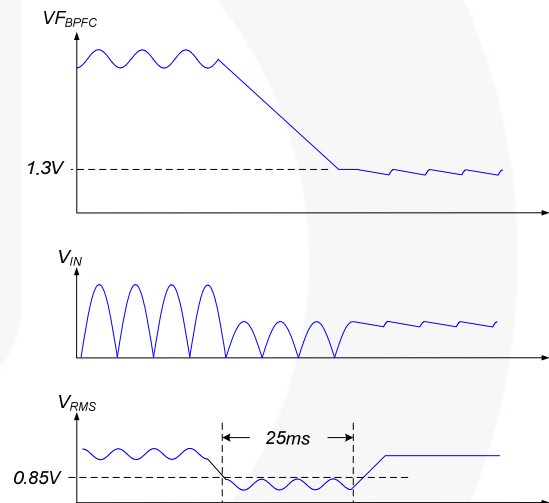
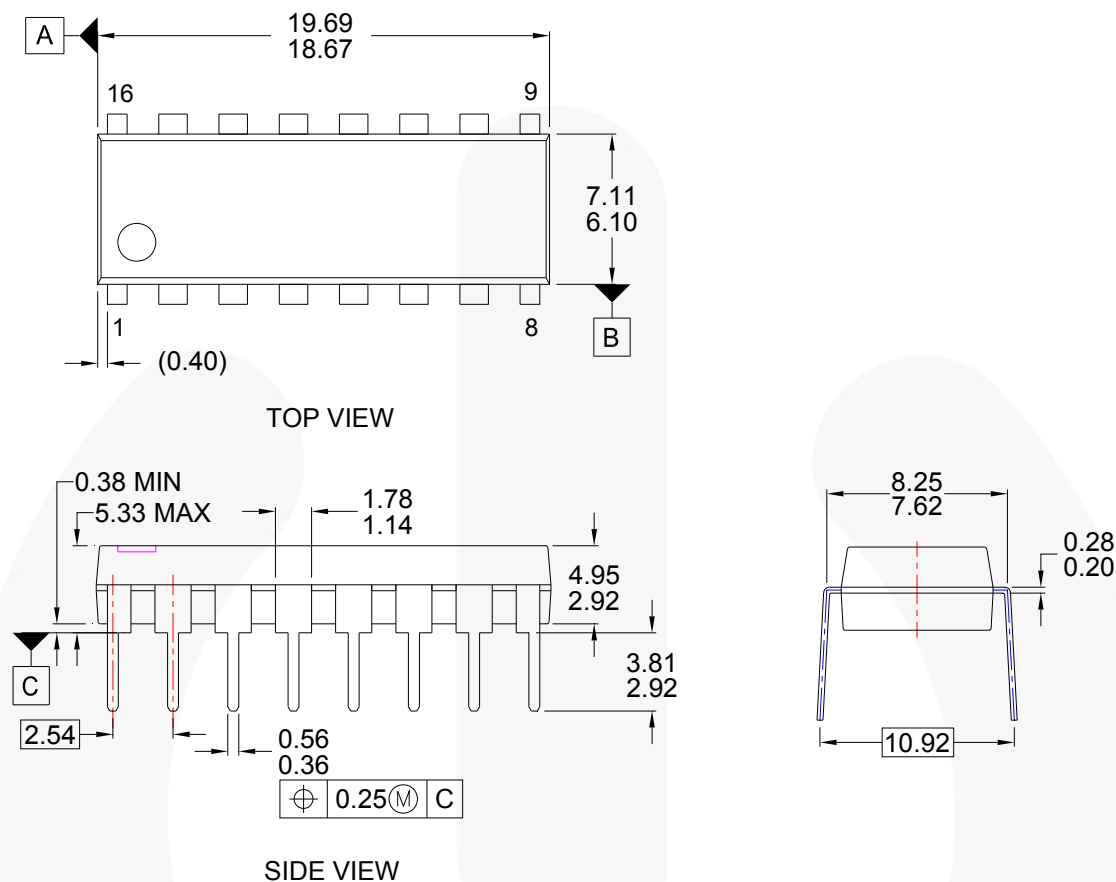


图 38. 聚降保护的第二个条件

## 物理尺寸



NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

- A) THIS PACKAGE CONFORMS TO JEDEC MS-001 VARIATION BB
- B) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C) DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR PROTRUSIONS
- D) CONFORMS TO ASME Y14.5M-1994
- E) DRAWING FILE NAME: N16EREV2

图 39. 16-引脚, 双列直插式封装 (DIP), JEDEC MS-001, 0.300 英寸宽体

封装图纸作为一项服务, 提供给考虑 Fairchild 元件的客户。具体参数可能会有变化, 且不会做出相应通知。请注意图纸上的版本和/或日期, 并联系 Fairchild 代表核实或获得最新版本。封装规格并不扩大 Fairchild 全球范围内的条款与条件, 尤其是其中涉及 Fairchild 产品保修的部分。

随时访问飞兆半导体在线封装网页, 可以获得最新的封装图:

<http://www.fairchildsemi.com/dwg/N1/N16E.pdf>

如需目前的包装规格, 请访问 Fairchild 的在线封装网页:

[http://www.fairchildsemi.com/packing\\_dwg/PKG-N16E.pdf](http://www.fairchildsemi.com/packing_dwg/PKG-N16E.pdf)

## 物理尺寸

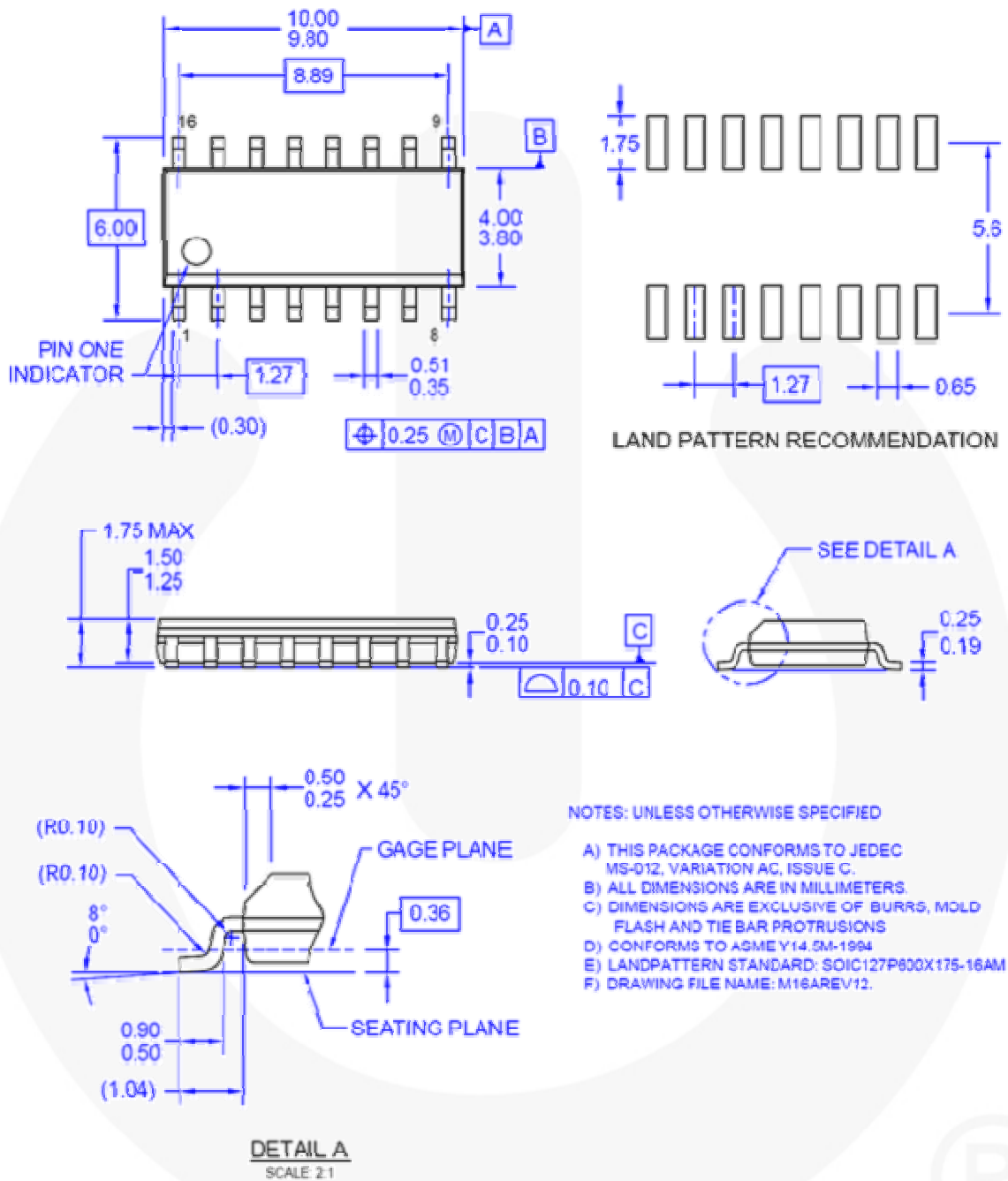


图 40. 16-引脚, 小尺寸集成电路 (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 英寸, 窄体

封装图纸作为一项服务, 提供给考虑 Fairchild 元件的客户。具体参数可能会有变化, 且不会做出相应通知。请注意图纸上的版本和/或日期, 并联系 Fairchild 代表核实或获得最新版本。封装规格并不扩大 Fairchild 全球范围内的条款与条件, 尤其是其中涉及 Fairchild 产品保修的部分。

随时访问飞兆半导体在线封装网页, 可以获得最新的封装图:

<http://www.fairchildsemi.com/dwg/M1/M16A.pdf>.

如需目前的包装规格, 请访问 Fairchild 的在线封装网页:

[http://www.fairchildsemi.com/packing\\_dwg/PKG-M16A.pdf](http://www.fairchildsemi.com/packing_dwg/PKG-M16A.pdf).



**TRADEMARKS**

The following includes registered and unregistered trademarks and service marks, owned by Fairchild Semiconductor and/or its global subsidiaries, and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

- |                          |  |                                       |                   |
|--------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|
| AccuPower™               | F-PFET™  |                                       |                   |
| AX-CAP®*                 | FRFET®   | PowerTrench®                          | TinyBoost®        |
| BitSiC™                  | Global Power Resource™ SM                      | PowerXS™                              | TinyBuck™         |
| Build it Now™            | GreenBridge™                                   | Programmable Active Droop™            | TinyCalc™         |
| CorePLUS™                | Green FPS™                                     | QFET®                                 | TinyLogic®        |
| CorePOWER™               | Green FPS™ e-Series™                           | QS™                                   | TINYOPTO™         |
| CROSSVOLT™               | Gmax™  | Quiet Series™                         | TinyPower™        |
| CTL™                     | GTO™   | RapidConfigure™                       | TinyPWM™          |
| Current Transfer Logic™  | IntelliMAX™                                    |                                       | TinyWire™         |
| DEUXPEED®                | ISOPLANAR™                                     | Saving our world, 1mW/W/kW at a time™ | TransiC™          |
| Dual Cool™               | Making Small Speakers Sound Louder and Better™ | SignalWise™                           | TriFault Detect™* |
| EcoSPARK®                | MegaBuck™                                      | SmartMax™                             | TRUECURRENT®*     |
| EfficientMax™            | MICROCOUPLER™                                  | SMART START™                          | μSerDes™          |
| ESBC™                    | MicroFET™                                      | Solutions for Your Success™           |                   |
|                          | MicroPak™                                      | SPM®                                  | UHC®              |
| Fairchild®               | MicroPak2™                                     | STEALTH™                              | Ultra FRFET™      |
| Fairchild Semiconductor® | MillerDrive™                                   | SuperFET®                             | UniFET™           |
| FACT Quiet Series™       | MotionMax™                                     | SuperSOT™-3                           | VCX™              |
| FACT®                    | mWSaver®                                       | SuperSOT™-6                           | VisualMax™        |
| FAST®                    | OptoHi™  | SuperSOT™-8                           | VoltagePlus™      |
| FastvCore™               | OPTOLOGIC®                                     | SupreMOS®                             | XS™               |
| FETBench™                | OPTOPLANAR®                                    | SyncFET™                              | 仙童™               |
| FPS™                     |  | Sync-Lock™                            |                   |

\* Trademarks of System General Corporation, used under license by Fairchild Semiconductor.

**DISCLAIMER**

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS. THESE SPECIFICATIONS DO NOT EXPAND THE TERMS OF FAIRCHILD'S WORLDWIDE TERMS AND CONDITIONS, SPECIFICALLY THE WARRANTY THEREIN, WHICH COVERS THESE PRODUCTS.

**LIFE SUPPORT POLICY**

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support, device, or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

**ANTI-COUNTERFEITING POLICY**

Fairchild Semiconductor Corporation's Anti-Counterfeiting Policy. Fairchild's Anti-Counterfeiting Policy is also stated on our external website, [www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com), under Sales Support.

Counterfeiting of semiconductor parts is a growing problem in the industry. All manufacturers of semiconductor products are experiencing counterfeiting of their parts. Customers who inadvertently purchase counterfeit parts experience many problems such as loss of brand reputation, substandard performance, failed applications, and increased cost of production and manufacturing delays. Fairchild is taking strong measures to protect ourselves and our customers from the proliferation of counterfeit parts. Fairchild strongly encourages customers to purchase Fairchild parts either directly from Fairchild or from Authorized Fairchild Distributors who are listed by country on our web page cited above. Products customers buy either from Fairchild directly or from Authorized Fairchild Distributors are genuine parts, have full traceability, meet Fairchild's quality standards for handling and storage and provide access to Fairchild's full range of up-to-date technical and product information. Fairchild and our Authorized Distributors will stand behind all warranties and will appropriately address any warranty issues that may arise. Fairchild will not provide any warranty coverage or other assistance for parts bought from Unauthorized Sources. Fairchild is committed to combat this global problem and encourage our customers to do their part in stopping this practice by buying direct or from authorized distributors.

**PRODUCT STATUS DEFINITIONS**

**Definition of Terms**

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative / In Design	Datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	Datasheet contains preliminary data; supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve design.
No Identification Needed	Full Production	Datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve the design.
Obsolete	Not In Production	Datasheet contains specifications on a product that is discontinued by Fairchild Semiconductor. The datasheet is for reference information only.

Rev. I68