PWM/PFM 控制 DC-DC 降压稳压器

■ 产品概述

XT3407 是一款由基准电压源、振荡电路、比较器、PWM/PFM 控制电路等构成的 CMOS 降压 DC/DC 调整器。利用 PWM/PFM 自动切换控制电路达到可调占空比，具有全输入电压范围（XT3407A:2.5V~6V，XT3407B:1.8V~6V）内的低纹波、高效率和大输出电流等特点。

XT3407 有两种反馈电压，其中 XT3407A 为 0.6V 反馈电压，XT3407B 为 0.8V 反馈电压。

XT3407 内置功率 MOSFET，使用过压、过流、过热、短路等诸多保护电路，在超过控制值时会自动断开，以保护芯片。本产品结合了微型封装和低消耗电流等特点，最适合在移动设备的电源内部使用。

■ 用途

- 数码相机、电子记事本、PDA 等移动设备用电源
- CD 随身听、MD 等音响装置电源
- 照相机、视频设备、通信设备的稳压电源
- 微机用电源

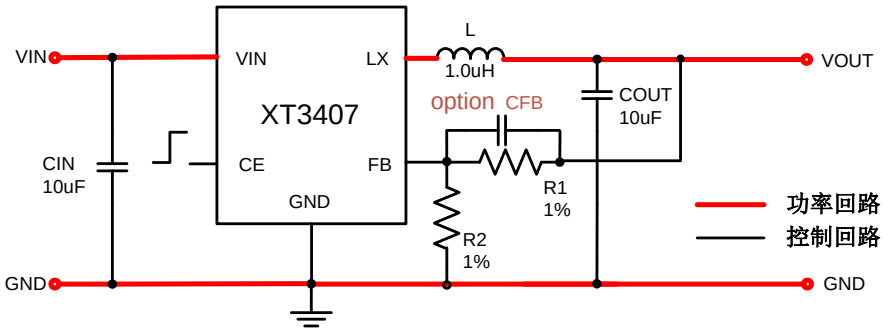
■ 产品特点

- 高效率　　最大效率可达 95%
- 最大输出电流　　1000mA
- 低静态电流　　典型值 40μA
- 低压操作　　可达 100%占空比
- PWM/PFM 自动切换：占空比自动可调以保持很大负载范围内的高效率、低纹波
- 反馈电压可选：XT3407A 为 0.6V，XT3407B 为 0.8V
- 多重保护功能：欠压保护，过压保护，过温保护及短路保护

■ 封装

- SOT23-5L
- DFN2020-6L
- DFN1109-6L
- DFN1616-6L

■ 典型应用电路



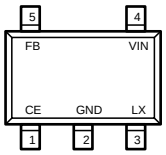
■ 订购信息

XT3407①②③④-⑤

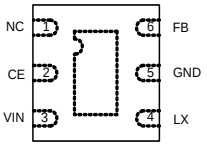
数字项目	符号	描述
①	A	反馈电压 0.6V
	B	反馈电压 0.8V
②	F	内置 PWM/PFM 自动切换功能
③	M	SOT23-5L 封装
	D	DFN2020-6L 封装
	E	DFN1616-6L 封装
	N	DFN1109-6L 封装（VFB=800mV）
	W	DFN1109-6L 封装 (VFB=600mV)
④	R	卷带方向正向

	L	卷带方向反向
⑤	G	绿料

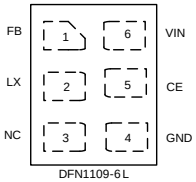
■ 引脚配置



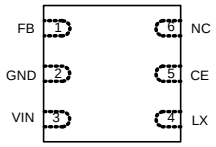
SOT23-5L
(TOP VIEW)



DFN2020-6L
（TOP VIEW）



DFN1109-6L
(TOP VIEW)



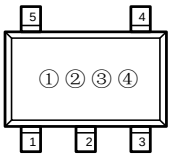
DFN1616-6L
（TOP VIEW）

■ 引脚分配

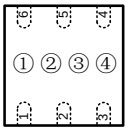
引脚号				符号	引脚说明
DFN2020-6L	SOT23-5L	DFN1616-6L	DFN1109-6L		
2	1	5	5	CE	芯片使能端，高电平有效
5,Exposed PAD	2	2	4,Exposed PAD	GND	地
4	3	4	2	LX	内部功率开关输出端口
3	4	3	6	VIN	电源输入端
6	5	1	1	FB	输出电压反馈端
1	-	6	3	NC	NC

■ 打印信息

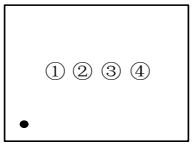
- SOT23-5L、DFN2020-6L/ DFN1616-6L、DFN1109-6L



SOT23-5L
(TOP VIEW)



DFN2020-6L/DFN1616-6L
(TOP VIEW)



DFN1109-6L
（TOP VIEW）

①代表产品系列

打印符号	产品代号
P	XT3407A◆◆◆-G
B	XT3407B◆◆◆-G

②代表产品型号

打印符号	描述
F	PWM/PFM 自动切换

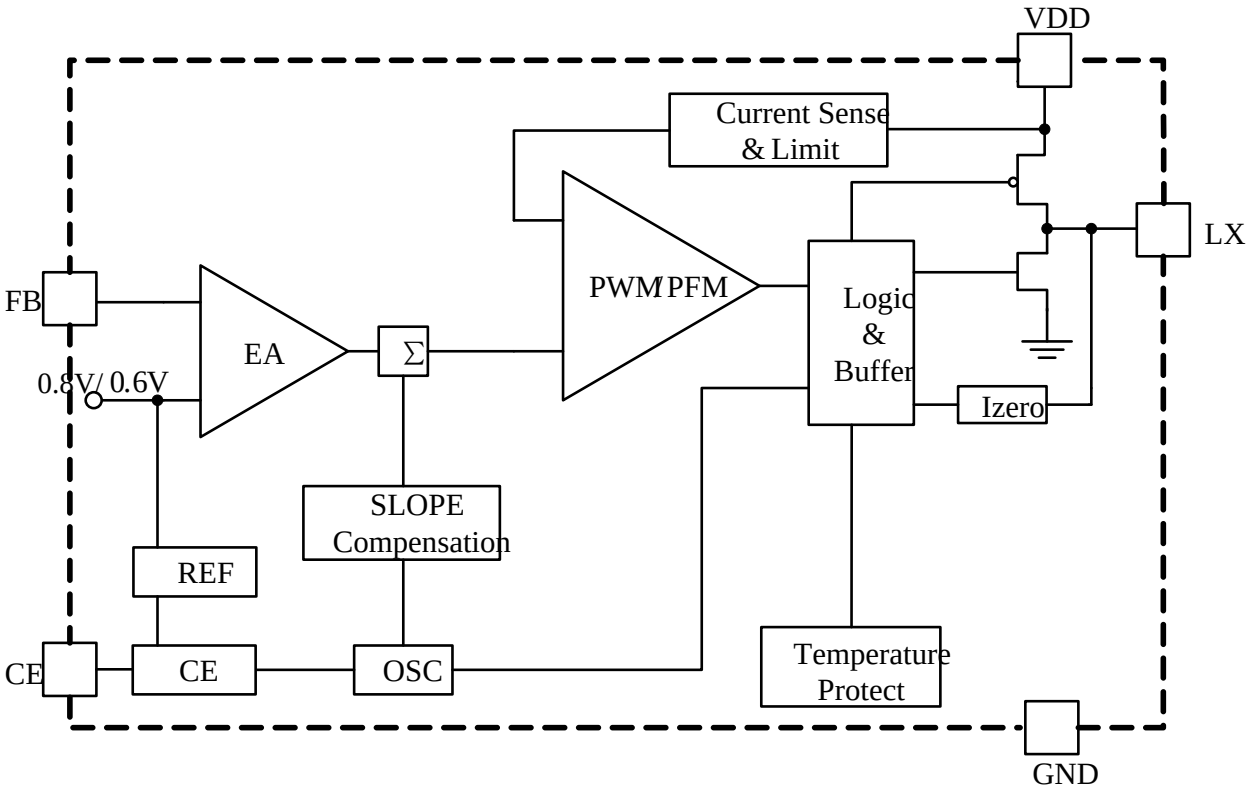
③代表封装形式

打印符号	封装形式
5	SOT23-5L
E	DFN1616-6L
D	DFN2020-6L
N	DFN1109-6L(VFB=800mV)
W	DFN1109-6L(VFB=600mV)

④代表工艺变更

字符 A-Z（G，I，J，O，Q，W 除外）。

■ 功能框图



■ 绝对最大额定值

项目	符号	绝对最大额定值	单位
输入电压	VIN	-0.3～6.5	V
输出电压	VFB	-0.3～6.5	
	VLX	-0.3～VIN + 0.3	
CE端电压	VCE	-0.3～VIN + 0.3	V
LX端电流	ILX	±1500	mA
工作环境温度	Topr	-40～＋85	℃
保存温度	Tstg	-55～＋125	
ESD(HBM)	VESD	4000	V
湿度等级 MSL		LEVEL-2	

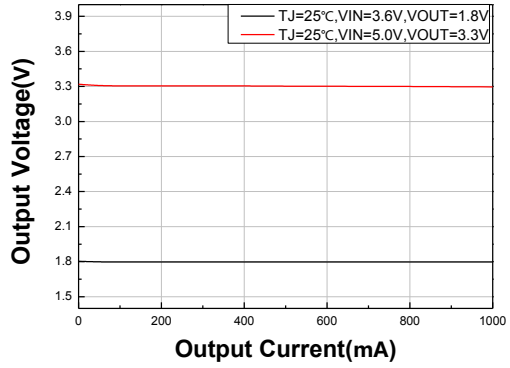
■ 电学特性参数

VIN=3.6V, CIN=4.7uF, C2=10uF, L=2.2uH (Ta=25 ℃除非特殊指定)

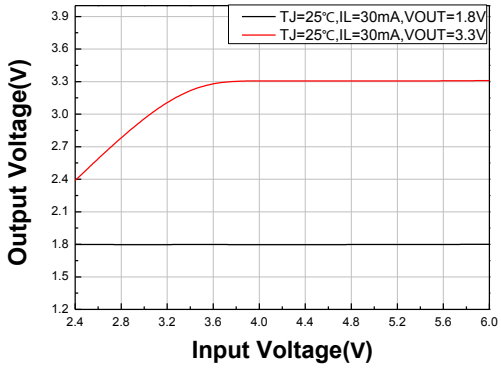
项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入欠压	V_{UVLO}	XT3407A，VIN 下降	-	2.35	-	V
		XT3407B，VIN 下降	-	1.77	-	
输入欠压迟滞	Vuvr	XT3407A，VIN 上升	-	0.35	-	mV
		XT3407B，VIN 上升	-	0.165	-	
输入过压	V_{OV}	VIN 上升	6.0	6.2	6.4	V
输入过压迟滞	Vovr	VIN 下降	-	200	-	mV
FB 反馈电压	V_{FB}	XT3407A	0.588	0.6	0.612	V
		XT3407B	0.784	0.8	0.816	V
负载调整度	VOUT	IL_{MAX}=600mA	-	0.5	-	%
线性调整度	Δ VOUT	VIN=2.5V to 5.5V	-	0.45	-	%
效率	EFFI	VIN=2.7V；IL=100mA	-	92	-	%
CE 开启电压	VCEH	VIN=5V	1.2	-	-	V
CE 关断电压	VCEL	VIN=5V	-	-	0.9	V
待机电流	ISTB	VCE=0V、VIN=5V	0	-	1	uA
静态电流	IDD	VFB=0.85V	-	40	-	uA
VFB 输入电流	I_FB	VFB=0.85V	-	-	±50	nA
峰值电流限制	ILIM	-	1.2	-	-	A
PFM 切换点	IL	VIN=3.6V、VOUT=1.8V	-	50	-	mA
振荡频率	FOSC	VOUT=100%	-	2.5	-	MHz
最大占空比	MAXDTY	-	100	-	-	%
功率管内阻_P	RDSON_P	ILX=300mA	-	0.35	0.5	Ω
功率管内阻_N	RDSON_N	ILX=-300mA	-	0.3	0.45	Ω
LX 端漏电流	ILEAK_LX	CE=0V，VIN=5V	-	±0.01	±1	uA

■ 特性曲线

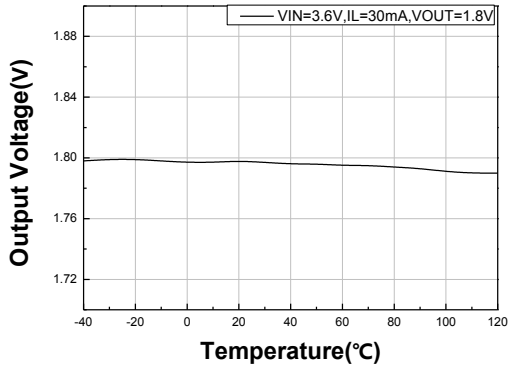
1、输出电压 VS 输出电流



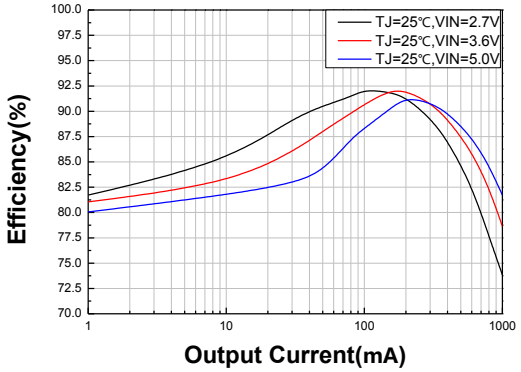
2、 输入电压 VS 输出电压



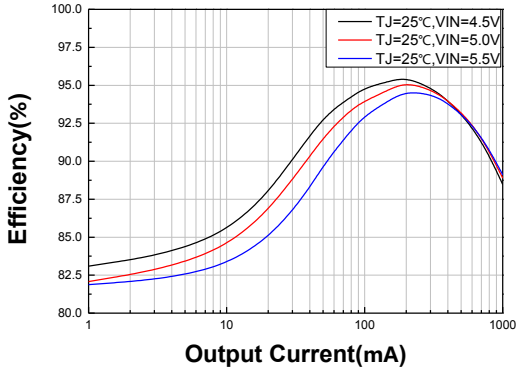
3、 温度特性



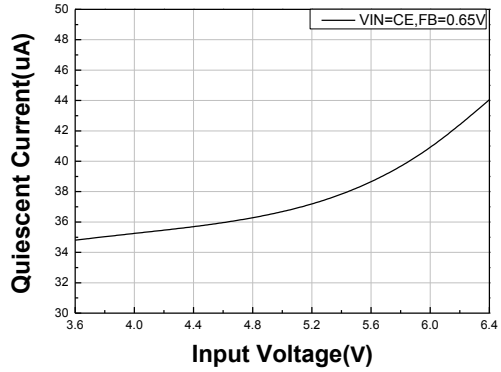
4、1.8V 效率曲线



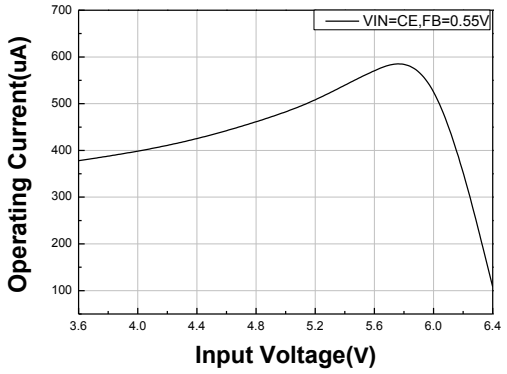
5、3.3V 效率曲线



6、 静态电流 VS 输入电压



7、工作电流 VS 输入电压



■ 功能说明

- **概述**

XT3407 是一款由基准电压源、振荡电路、比较器、PWM/PFM 控制电路等构成的 CMOS 降压 DC/DC 调整器。XT3407A 的输入电压范围为 2.5V~6V，输出电压可低至 0.6V，XT3407B 的输入电压范围为 1.8V~6V，输出电压最低可到 0.8V。XT3407 最大能提供 1A 负载电流。

XT3407 采用电流模控制架构，内部集成了主功率管（PMOSFET）和续流管（NMOSFET），在正常工作状态下，主功率管在每个 OSC 上升沿开启，FB 和内部基准电压的差值经由误差放大器 EA 放大后，与电感电流峰值采样信号比较并产生关闭主功率管的 PWM 信号，主功率管关闭后续流管开启，直到下个周期来临或者电感电流反向时关闭。

当输出电流增加时，FB 电压有轻微的降低，PWM 信号将晚一点产生，主功率管导通更久一点时间，随着占空比的增大，输出电压提高并达到新的稳态。

- **轻载 PFM 模式**

XT3407 轻载时工作于 PFM 模式，在 PFM 模式下，通过开关频率的变化来实现负载电流的调节，当负载电流减小时通过降低开关频率以减小开关损耗，进而提高效率。

- **关断状态**

当 CE 引脚端电压低于 0.7V 时， XT3407 处于关断状态。在关断状态下，芯片不工作，电路工作电流低于 1uA。

- **短路保护**

输出对地短路时，XT3407 开关频率降低以防止电感电流的增加超出功率管电流限制，并且通过降低占空比来实现短路保护。

- **温度保护**

当 XT3407 芯片内的温度超过 160°C 时，芯片会停止工作，在直到温度降低到 135°C 以下时，芯片恢复工作。

■ 应用说明

- **输出电压设置**

输出电压通过以下公式计算得到，

$$VOUT = V_{FB} \times (1 + \frac{R1}{R2})$$

建议 R2 选用百 K 级电阻以降低待机功耗。XT3407A 的 V_{FB} 选择 0.6V，XT3407B 的 V_{FB} 选择 0.8V。

- **输入电容**

输入电容在交流电路中电压下降时提供能量，在直流电路中具有整流作用。输入电容纹波电流可以通过以下公式计算：

$$ICIN = ILOAD \times \sqrt{\frac{VOUT}{VIN}\left(1 - \frac{VOUT}{VIN}\right)}$$

ILOAD 是负载电流，VOUT 是输出电压，VIN 是输入电压。

输入电容值可以由以下公式计算：

$$CIN = \frac{ILOAD}{fs \times \Delta VIN} \times \frac{VOUT}{VIN} \times \left(1 - \frac{VOUT}{VIN}\right)$$

fs 是开关频率，Δ VIN 是输入纹波电流。

典型应用中建议使用 10uF 以上的陶瓷电容。

- **输出电容**

输出电容值决定了输出电压纹波，输出电压纹波由以下公式计算：

$$\Delta VOUT = \frac{VOUT}{fs \times L} \times \left(1 - \frac{VOUT}{VIN}\right) \times \left(RESR + \frac{1}{8 \times fs \times COUT}\right)$$

fs 是开关频率， RESR 为输出电容的等效串联电阻。

输出电容可以选择低 ESR 的钽电容或陶瓷电容，低 ESR 的电容可以降低输出电压纹波。

输出电容也会影响系统的稳定性和瞬态响应，典型应用中建议使用 10uF 以上的陶瓷电容。

- **FB 端电容**

FB 电容 C1 为可选电容，增加 C1 可以提高瞬态响应，当输出电压有低频纹波时，建议增加 C1 来提高稳定性。建议选择范围为 22pF 到数百 pF 之间。

- **电感**

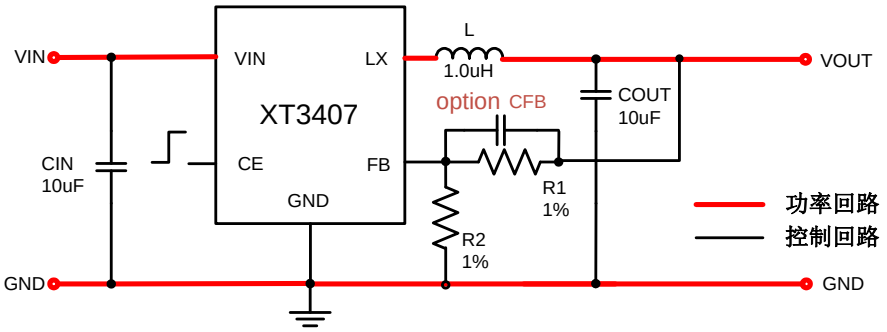
电感值可以由以下公式计算：

$$L = \frac{VOUT}{fs \times \Delta IL} \times \left(1 - \frac{VOUT}{VIN}\right)$$

fs 是开关频率，Δ IL 是电感电流的峰值，一般取电感电流的 40%。

典型应用中建议使用 1uH 的线圈电感。

■ 典型应用方案



注：CFB 为可选电容。

■ PCB 布局

为了使噪音最低和操作性能最佳，PCB 布局时以下几点建议可作为参考：

1、VIN、LX、GND 组成的功率通路，尽量采用短而宽的布线，避免过孔。

2、输入电容尽量靠近输入引脚。

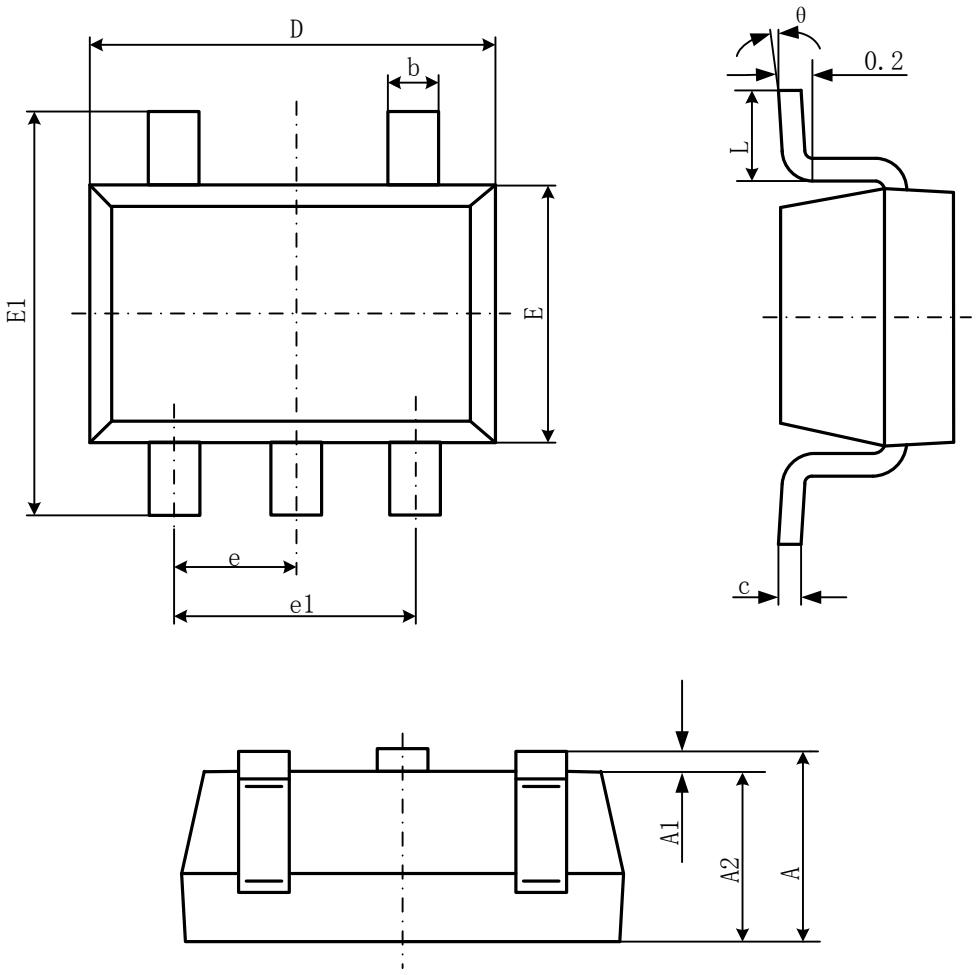
3、电感远离 VOUT 节点。

4、R1，R2，C_{FB} 组成的反馈网络靠近 FB 端口，减少干扰的影响。其中 C_{FB} 根据实际应用的稳定性进行取舍。

4、PCB 上的地线应尽可能大以便更好的散热。

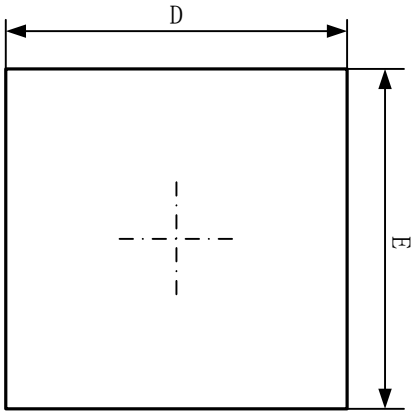
■ 封装信息

- **SOT23-5L**

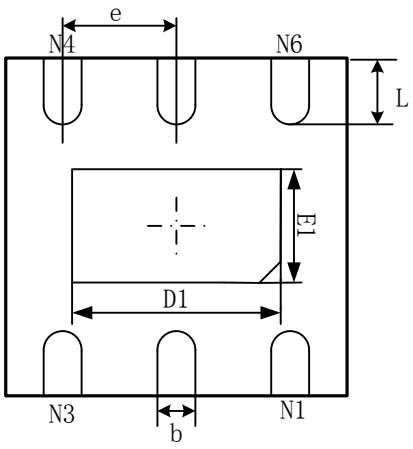


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

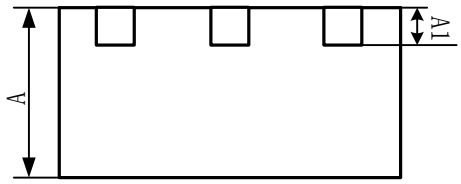
- **DFN2020-6L**



Top View



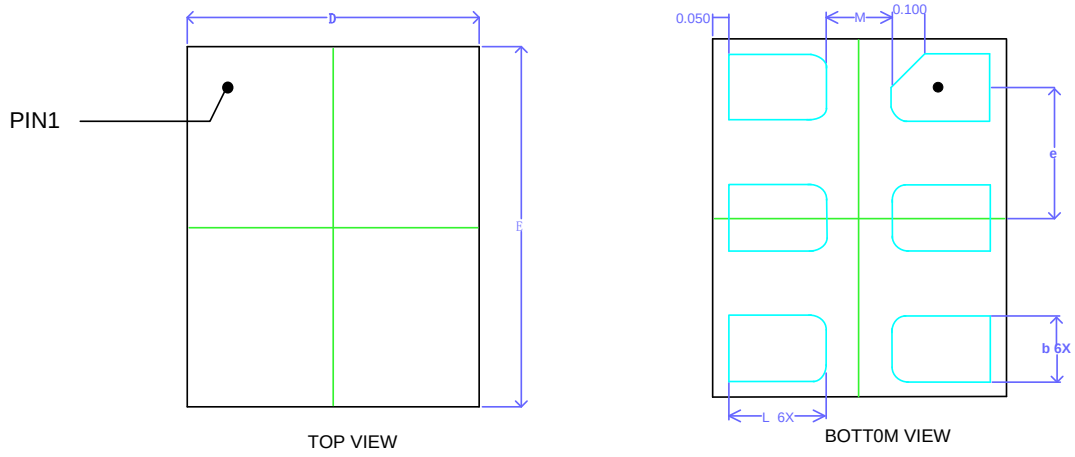
Bottom View



Side View

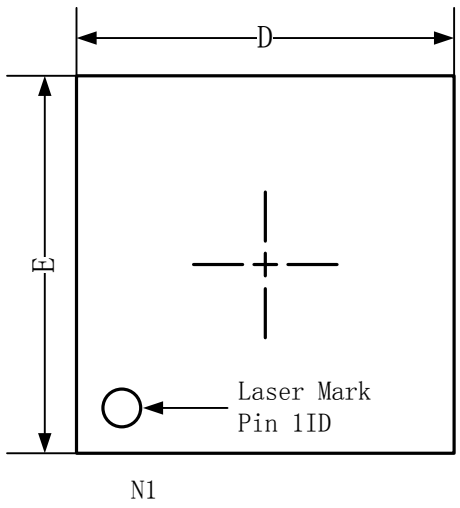
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.527	0.577	0.021	0.023
A1	0.127TYP		0.005TYP	
D	1.900	2.100	0.075	0.083
E	1.900	2.100	0.075	0.083
D1	1.600	1.800	0.063	0.071
E1	0.800	1.000	0.031	0.039
b	0.200	0.300	0.008	0.012
e	0.650REF		0.026REF	
L	0.250	0.350	0.010	0.014

- **DFN1109-6L**

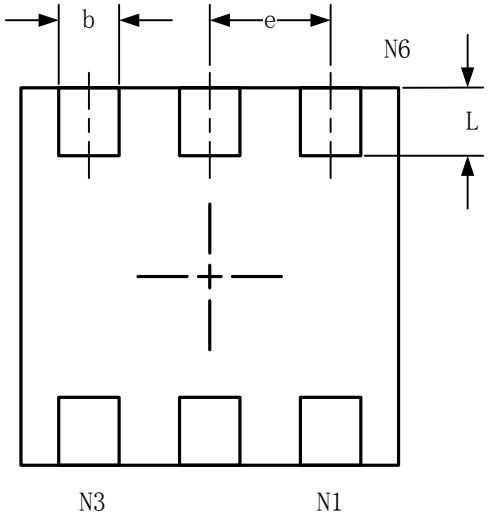


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.400	0.500	0.016	0.020
D	0.850	0.950	0.033	0.037
E	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.150	0.250	0.006	0.010
L	0.250	0.350	0.010	0.014
e	0.350	0.450	0.014	0.018
M	0.150	0.250	0.006	0.010

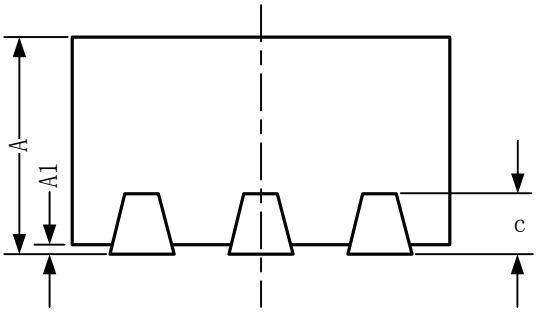
- **DFN1616-6L**



TOP VIEW



BOTTOM VIEW



SIDE VIEW

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
b	0.200	0.300	0.008	0.012
c	0.203REF		0.008REF	
D	1.500	1.650	0.059	0.065
e	0.500TYP		0.020TYP	
E	1.500	1.650	0.059	0.065
L	0.230	0.330	0.009	0.013