

# 双路热插拔 控制器/电源定序器

## 特点

- 允许将电路板从带电的背板安全地插入和拔出
- 可设置的电源时序
- 可设置的电子断路器
- 用户可设置对电源电压的加电速率和断电速率
- 对外接 N 沟道场效应晶体管 (FET) 的高端驱动器
- 能对 1.2V 至 12V 的电源电压进行控制
- 保证有良好的加电性能
- 欠压关断
- 尖峰信号滤波器防止产生对  $\overline{\text{RESET}}$  的干扰信号

## 应用


- 带电电路板的插入
- 电源定序
- 电子断路器

## 描述

LTC<sup>®</sup>1645 是一种允许将电路板从带电的背板安全地插入和拔出的双路 Hot Swap<sup>™</sup> 热插拔控制器。利用外接 N 沟道调整管，电源电压能以设定速率斜坡式上升。两个高端开关驱动器对 N 沟道栅极进行控制，以提供 1.2V 至 12V 范围的电源电压。两路电压即可分别设置斜坡式上升和下降，又可同时控制电压上升和下降速率，以确保电源电压在两个输出端的跟踪。

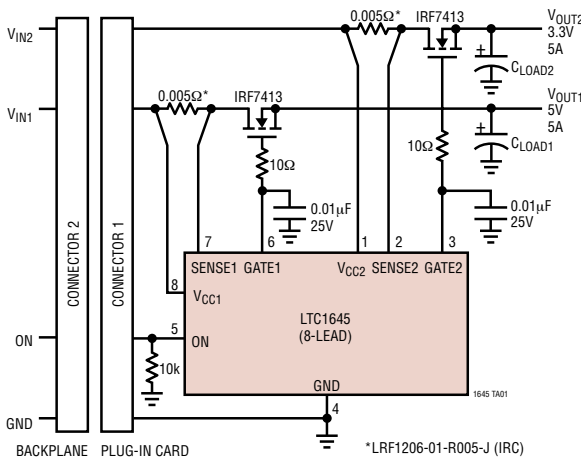
LTC<sup>®</sup>1645 带有可设置电子断路器以防止任何一个输出端发生短路。当电源电压下降到低于用户设置的电压时， $\overline{\text{RESET}}$  输出可用来产生系统复位。为了监测第二路电源电压，它还提供了另一个备用的比较器。

LTC1645 采用 8 引脚和 14 引脚 SO 封装。

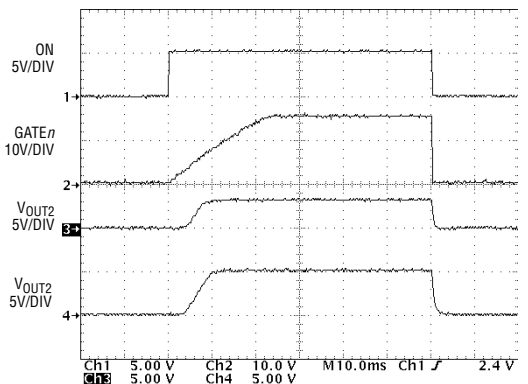
 LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。  
Hot Swap 是凌特公司的商标。

## 典型应用

5V和3.3V热插拔控制器



5V和3.3V热插拔电路波形



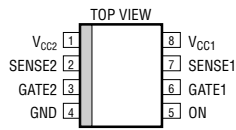
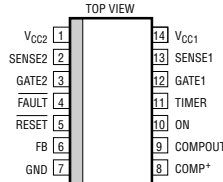
# LTC1645

## 绝对最大额定值 (注1)

电源电压 ( $V_{CC1}$ , $V_{CC2}$ ) .....	13.2V
输入电压	
FB, ON, COMP <sup>+</sup> .....	-0.3V 至 ( $V_{CC1} + 0.3V$ )
TIMER .....	-0.3V 至 2.5V
SENSE1 .....	( $V_{CC1} - 0.7V$ ) 至 ( $V_{CC1} + 0.3V$ )
SENSE2 .....	( $V_{CC1} - 0.7V$ ) 至 ( $V_{CC2} + 0.3V$ )
输出电压	
$\overline{\text{RESET}}$ , COMP <sub>OUT</sub> , $\overline{\text{FAULT}}$ .....	-0.3V 至 16V
GATE1, GATE2 .....	内部限制(注3)

输出电流	
GATE1, GATE2 .....	±20mA
工作温度范围	
LTC1645C .....	0°C 至 70°C
LTC1645I .....	-40°C 至 85°C
储存温度范围 .....	-65°C 至 150°C
引脚温度(焊接时间10秒) .....	300°C

## 封装/订购信息

 <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 150^{\circ}\text{C/W}</math></p>	产品型号	 <p>S PACKAGE 14-LEAD PLASTIC SO <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 110^{\circ}\text{C/W}</math></p>	产品型号
	LTC1645CS8 LTC1645IS8		LTC1645CS LTC1645IS
	S8 器件标记		
	1645 1645I		

有关各级产品, 请向厂商咨询。

## 电特性

凡标注 ● 均表示技术指标适合全部工作温度范围, 否则仅指环境温度  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  时的技术指标。除非另外规定,  $2.375V \leq V_{CC1} \leq 12V$ ,  $1.2V \leq V_{CC2} \leq 12V$  (注2)。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
<b>直流特性</b>							
$I_{CC1}$	$V_{CC1}$ 电源电流	ON = $V_{CC1} = 5V$ , $V_{CC2} = 3.3V$	●	1.1	2.0	mA	
$I_{CC2}$	$V_{CC2}$ 电源电流	ON = $V_{CC1} = 5V$ , $V_{CC2} = 3.3V$	●	0.28	0.24	mA	
$V_{LKO1}$	$V_{CC1}$ 欠压关断	高电位到低电位	●	2.16	2.23	2.3	V
$V_{LKO2}$	$V_{CC2}$ 欠压关断	高电位到低电位	●	1.06	1.12	1.18	V
$V_{LKHn}$	$V_{CCn}$ 欠压关断迟滞			25		mV	
$V_{FB}$	FB 引脚门限电压	高电位到低电位	●	1.226	1.238	1.250	V
$\Delta V_{FB}$	FB 引脚电源门限电压调整率	高电位到低电位, $V_{CC1} = 2.375V$ 至 $12V$	●	1	4	mV	
$V_{FBHST}$	FB 引脚迟滞门限电压			5		mV	
$V_{COMP}$	COMP <sup>+</sup> 引脚电压门限	高电位到低电位	●	1.226	1.238	1.250	V
$\Delta V_{COMP}$	COMP <sup>+</sup> 引脚电源门限电压调整率	高电位到低电位, $V_{CC1} = 2.375V$ 至 $12V$	●	1	4	mV	
$V_{COMPHST}$	COMP <sup>+</sup> 引脚迟滞门限电压			5		mV	

## 电特性

凡标注 ● 均表示技术指标适合全部工作温度范围，否则仅指环境温度  $T_A = 25^\circ\text{C}$  时的技术指标。除非另外规定， $2.375\text{V} \leq V_{CC1} \leq 12\text{V}$ ， $1.2\text{V} \leq V_{CC2} \leq 12\text{V}$  (注2)。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{TM}$	TIMER 引脚门限电压		● 1.212	1.230	1.248	V
$\Delta V_{TM}$	TIMER 引脚电源门限电压调整率	$V_{CC1} = 2.375\text{V}$ 至 $12\text{V}$	●	1	9	mV
$I_{TM}$	TIMER 引脚电流	定时器接通， $V_{TIMER} = 0.6\text{V}$ ， $V_{CC1} = 5\text{V}$ 定时器关断， $V_{TIMER} = 1.5\text{V}$	● -2.3	-2 12	-1.7	$\mu\text{A}$ mA
$V_{CB1}$	断路器跳闸电压 1	$V_{CB1} = (V_{CC1} - V_{SENSE1})$	● 46	50	56	mV
$V_{CB2}$	断路器跳闸电压 2	$V_{CB2} = (V_{CC2} - V_{SENSE2})$	● 46	50	56	mV
$t_{CBDn}$	断路器跳闸延迟	$V_{CBn} = (V_{CCn} - V_{SENSEn}) > 60\text{mV}$		1.5		$\mu\text{S}$
$I_{CP}$	GATE $n$ 引脚输出电流	ON = 2.2V， $V_{GATEn} = V_{CCn}$ ， $V_{CC1} = 5\text{V}$ ， $V_{CC2} = 3.3\text{V}$ ON = 0.7V， $V_{GATEn} = V_{CCn}$ ， $V_{CC1} = 5\text{V}$ ， $V_{CC2} = 3.3\text{V}$ ON = 0.3V， $V_{GATEn} = V_{CCn}$ ， $V_{CC1} = 5\text{V}$ ， $V_{CC2} = 3.3\text{V}$	● -12.5 ● 30	-10 40 12	-7.5 50	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ mA
$\Delta V_{GATEn}$	外接 N 沟道栅极驱动	$\Delta V_{GATEn} = (V_{GATEn} - V_{CCn})$	● 4.5		16	V
$V_{ONFPD}$	ON 引脚快速下拉门限电压	低电位到高电位 高电位到低电位，快速下拉	● 0.375 ● 0.35	0.4 0.375	0.425 0.4	V V
$V_{ON1}$	ON 引脚门限 #1	低电位到高电位，GATE1 接通 高电位到低电位，GATE1 断开	● 0.8 ● 0.775	0.825 0.8	0.85 0.825	V V
$V_{ON2}$	ON 引脚门限 #2	低电位到高电位，GATE2 接通 高电位到低电位，GATE2 断开	● 2 ● 1.975	2.025 2	2.050 2.025	V V
$V_{ONHYST}$	ON 引脚迟滞			25		mV
$I_{ON}$	ON 引脚输入电流	$V_{CC1} = 5\text{V}$ ， $V_{CC2} = 3.3\text{V}$	●	$\pm 0.01$	$\pm 2$	$\mu\text{A}$
$V_{OL}$	输出低压	RESET，FAULT，COMPOUT， $I_{OUT} = 1.6\text{mA}$ ， $V_{CC1} = 5\text{V}$	●	0.16	0.4	V

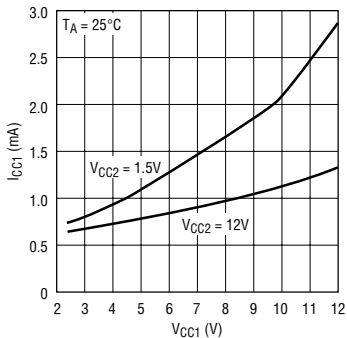
注 1：绝对最大额定值是指超过这个值时器件寿命可能受到影响。

注 2：所有进入器件引脚的电流均为正电流，所有从器件引脚出来的电流均为负电流。所有电压均相对地电位，除非另外规定。

注 3：GATE $n$  引脚上的内部齐纳二极管将电荷泵电压箝位到 22V 的典型最大工作电压。GATE 引脚的外部过驱动 (例如来自  $V_{CCn}$  尖峰信号的电容耦合) 超过内部齐纳二极管电压可能会损坏器件。若要求较低的 GATE $n$  引脚箝位电压，则可以使用外部齐纳二极管。

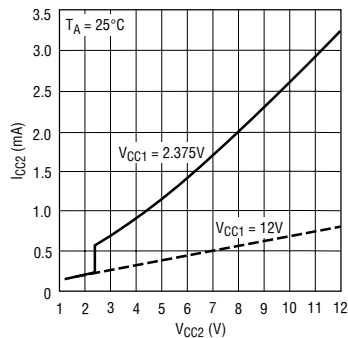
## 典型性能特点

$V_{CC1}$  电源电流与电压的关系曲线



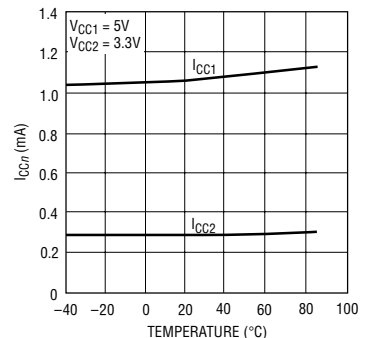
1645 001

$V_{CC2}$  电源电流与电压的关系曲线



1645 002

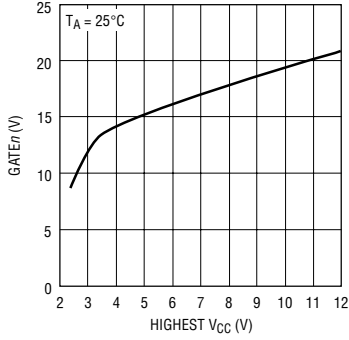
供电电流与温度的关系曲线



1645 003

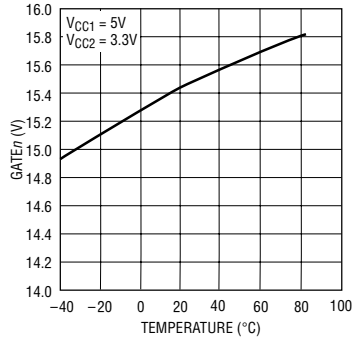
## 典型性能特点

栅极电压与电源电压的关系曲线



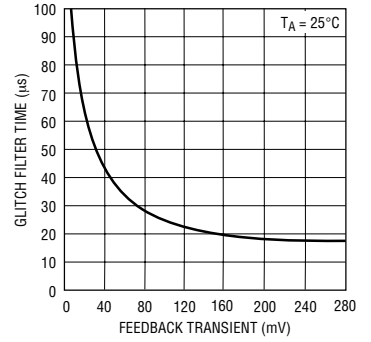
1645 G04

栅极电压与温度的关系曲线



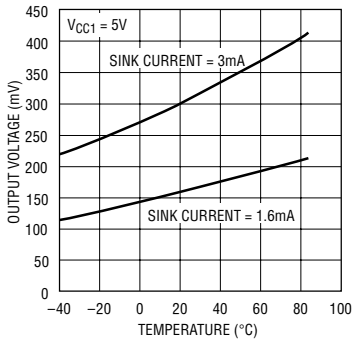
1645 G05

尖峰信号滤波时间与反馈瞬态电压的关系曲线



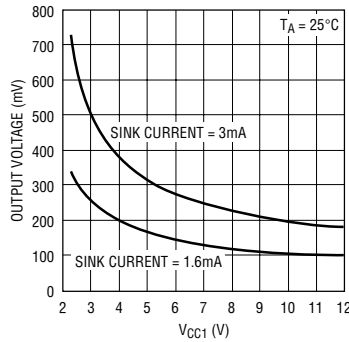
1645 G06

RESET, FAULT, COMPOUT 输出电压与温度的关系曲线



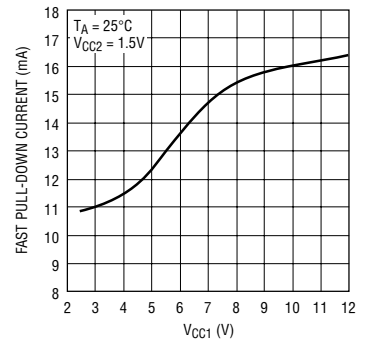
1645 G07

RESET, FAULT, COMPOUT 输出电压与 VCC1 的关系曲线



1645 G08

快速下拉电流与 VCC1 的关系曲线



1645 G09

## 引脚功能 (14引脚封装/8引脚封装)

**V<sub>CC2</sub> (引脚 1/引脚 1)**：正电源输入，V<sub>CC2</sub> 正常工作输入电压范围为 1.2V 至 12V。I<sub>CC2</sub> 在典型情况下为 0.2mA。每当 V<sub>CC2</sub> 上的电压小于 1.12V 时，欠压关断电路便使 LTC1645 停止工作。

**SENSE2 (引脚 2/引脚 2)**：V<sub>CC2</sub> 断路器调整引脚。在电源通路内 V<sub>CC2</sub> 与 SENSE2 之间有一检测电阻器，当该电阻器两端的电压超过 50mV 且持续时间大于 1.5 $\mu$ s 时，断路器便跳闸。若断路器跳闸电流设定为正常工作电流的 2 倍。则正常工作期间检测电阻器两端的压降仅为 25mV。为了使断路器不起作用，应将 V<sub>CC2</sub> 和 SENSE2 短路在一起。

**GATE2 (引脚 3/引脚 3)**：第 2 路高端栅极驱动。它与外接 N 沟道 MOSFET 管的栅极相连，内部电荷泵保证至少有 4.5V 的栅极驱动。电荷泵由 V<sub>CC1</sub> 和 V<sub>CC2</sub> 中较高的一个供电。当 ON 引脚超过 2V 时，通过将 10 $\mu$ A 电流源从电荷泵输出端接到 GATE2 引脚上使 GATE2 导通，此电压开始以斜率  $dv/dt = 10\mu A/C_{GATE2}$  斜坡式上升。当 ON 引脚低于 2V 但高于 0.4V 时，40 $\mu$ A 电流源将 GATE2 拉向地电位。若 ON 引脚低于 0.4V，则断路器跳闸或欠压关断电路触发，GATE2 引脚立即由 12mA (典型值) 电流源拉到地电位。

**FAULT (引脚 4/无)**：断路器故障。 $\overline{FAULT}$  是断路器执行跳闸功能时拉到低电位的漏极开路输出。通过将 ON 引脚拉到低于 0.4V，使断路器复位。为了在  $\overline{FAULT}$  引脚上产生逻辑高电平，需要提供外部上拉电源。当 ON 引脚为低电位时， $\overline{FAULT}$  便释放。

将  $\overline{FAULT}$  引脚与 ON 引脚相连可以把断路器设置成自动复位，在这种电路配置中，若逻辑器件驱动 ON 引脚，则利用逻辑输出与 ON 引脚之间串联一个电阻器以防止大电流流过。

**RESET (引脚 5/无)**：漏极开路  $\overline{RESET}$  输出。当 FB 引脚的电压变得低于 1.238V 或 V<sub>CC1</sub> 低于欠压关断门限电压时， $\overline{RESET}$  引脚便被拉到低电平。当 FB 引脚电压变为高于 FB 引脚门限电压之后的一个定时周期， $\overline{RESET}$  引脚便变为高电平。在这个定时周期，ON 引脚必须保持高于 0.8V。为了在  $\overline{RESET}$  引脚上

产生逻辑高电平，要求外部上拉电源。

**FB (引脚 6/无)**： $\overline{RESET}$  比较器输入。FB 引脚用于监测带有外接电阻分压器的输出电源电压。当 FB 引脚的电压低于 1.238V 时， $\overline{RESET}$  引脚便被拉到低电平。FB 引脚上的尖峰信号滤波器阻止快速瞬态信号强迫  $\overline{RESET}$  变为低电平。当 FB 引脚电压上升到高于跳闸电压时，在一个定时周期之后， $\overline{RESET}$  引脚便变为高电平。

**GND (引脚 7/引脚 4)**：接地引脚。为了获得最佳性能，它应与 PCB 的接地面相连。

**COMP<sup>+</sup> (引脚 8/无)**：备用比较器同相输入。当 COMP<sup>+</sup> 上的电压低于 1.238V 时，COMPOUT 被拉到低电平。

**COMPOUT (引脚 9/无)**：漏极开路备用比较器输出。当 COMP<sup>+</sup> 的电压低于 1.238V 或 V<sub>CC1</sub> 低于欠压关断门限电压时，COMPOUT 引脚被下拉到低电平。为了在 COMPOUT 引脚上产生逻辑高电平，要求一个外部上拉电源。

**ON (引脚 10/引脚 5)**：模拟控制输入。若 ON 引脚电压输出低于 0.4V，则 GATE1 和 GATE2 该立即被拉到地电平。当该电压介于 0.4V 与 0.8V 之间时，GATE1 和 GATE2 各自由 40 $\mu$ A 的电流源拉到地电平。当该电压介于 0.8V 与 2V 之间时，在一个定时周期之后 GATE1 上拉电路便导通，但 GATE2 继续由 40 $\mu$ A 电流源拉到地电位。当该电压超过 2V 时，GATE1 和 GATE2 在该电压超过 0.8V 之后一个定时周期，两者都被上拉而导通。

ON 引脚也用于使电子断路器复位。若 ON 引脚在断路器跳闸之后先变为低于 0.4V，然后高于 0.4V，则断路器复位，并执行正常加电过程。

**TIMER (引脚 11/无)**：系统定时引脚。为了产生定时延迟，TIMER 引脚要求用外接电容器接地。在  $\overline{RESET}$  变为高电平之前和由 FB 引脚检测出输出电压正常之后，该引脚用于设定延迟。该引脚还用于设定超过 0.8V 的 ON 引脚与导通的 GATE1 和

## 引脚功能 (14引脚封装/8引脚封装)

GATE2 之间的延迟 (若 ON 引脚超过 2V, 则只有 GATE2 导通)。

每当定时器不起作用时, 内部 N 沟道 FET 管便将 TIMER 引脚与地短路。当启动定时器时将使来自  $V_{CC1}$  的  $2\mu\text{A}$  电流源接到 TIMER 引脚, 并使电压开始以斜率  $dv/dt = 2\mu\text{A}/C_{\text{TIMER}}$  上升。当电压达到跳闸点 (1.23V) 时, 定时器由 TIMER 引脚拉回地电位而复位。定时周期为  $(1.23\text{V} \cdot C_{\text{TIMER}})/2\mu\text{A}$ 。

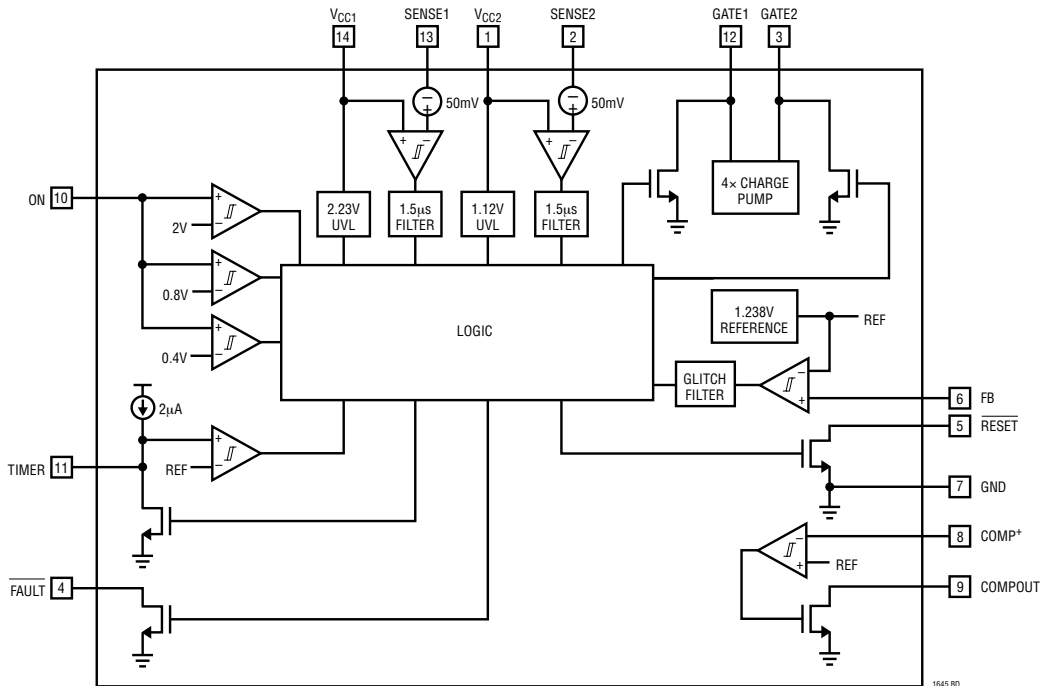
**GATE1 (引脚 12/引脚 6):** 第 1 路高端栅极驱动, 与外接 N 沟道 MOSFET 管相连。内部电荷泵保证至少 4.5V 栅极驱动。电荷泵由  $V_{CC1}$  和  $V_{CC2}$  中的较大的一个供电。当 ON 引脚超过 0.8V 时, 通过将  $10\mu\text{A}$  电流源从电荷泵输出端接到 GATE1 引脚使 GATE1 导通, 电压开始以斜率  $dv/dt = 10\mu\text{A}/C_{\text{GATE1}}$  上升。当 ON 引脚低于 0.8V 但高于 0.4V 时,  $40\mu\text{A}$  电流源将 GATE1

拉到地电位。若 ON 引脚低于 0.4V, 则断路器跳闸或欠压关断电路释放, GATE1 引脚立即由  $12\text{mA}$  (典型值) 电流源下拉到地电位。

**SENSE1 (引脚 13/引脚 7):**  $V_{CC1}$  断路器调整引脚。利用置于电源通路内  $V_{CC1}$  与 SENSE1 之间的检测电阻器, 当电阻器两端的电压超过 50mV 并且持续时间多于  $1.5\mu\text{s}$  时, 断路器便跳闸。若断路器的跳闸电流设定为正常工作电流的 2 倍, 则在正常工作期间检测电阻器两端的压降仅为 25mV。为了使断路器不起作用, 将  $V_{CC1}$  与 SENSE1 连接在一起。

**$V_{CC1}$  (引脚 14/引脚 8):** 正电源输入。 $V_{CC1}$  的正常工作输入电压范围为 2.375V 至 12V。典型情况下的  $I_{CC1}$  为 1mA。每当  $V_{CC1}$  的电压小于 2.23V 时, 欠压关断电路将使芯片不起作用。所有内部逻辑电路由  $V_{CC1}$  供电。

## 方框图



## 应用信息

### 带电插拔电路

当电路板插入带电的背板时，电路板上的电源旁路电容器在充电时可能从背板电源总线吸取很大的瞬态电流，这种瞬态电流能引起连接器引脚的永久性损坏，并在系统电源上产生尖峰信号，从而使系统中的其它电路板复位。

LTC1645 设计成接受控方式接通和断开电路板的电源电压，从而允许电路板从带电的背板安全地插入或拔出。这种芯片提供系统复位信号和备用比较器以指示电路板供电电压何时降低到用户设置的电压以下，以及提供故障信号以指出是否出现过流状态。

LTC1645 可以放在连接器之前或连接器之后，如图 1 所示。交错的印制电路板 (PCB) 连接器能在插入和拔出电路板时为引脚连接定序，此外，控制信号可以由处理器控制产生。

### 电源跟踪和定序

某些应用要求两个电源之间的电位差不超过某个电压，这一要求适用于在加电和断电期间以及在稳态工作期间经常用来防止双电源专用集成电路 (ASIC) 的门锁。另一些系统则要求电源一个接一个地相继供电，例如，在系统时钟需要在逻辑电路之前起动的场合。典型双电源或背板连接可以用任意速率加电，这取决于负载电流、电容器的容量和软起动速率等。传统的解决方案十分繁琐以及要求复杂的电路来满足电源要求。

LTC1645 为满足电源跟踪和定序要求提供一种简单的解决方案。LTC1645 通过使两路电源电压同时斜坡式升高和降低来保证电源的跟踪 (见图 15)。LTC1645 的定序能力几乎允许电源以任何一种组合速率斜坡式上升 (实例见图 17)，以满足各种不同的定序指标。欲了解详细情况请见“电源跟踪和定序应用”一节。

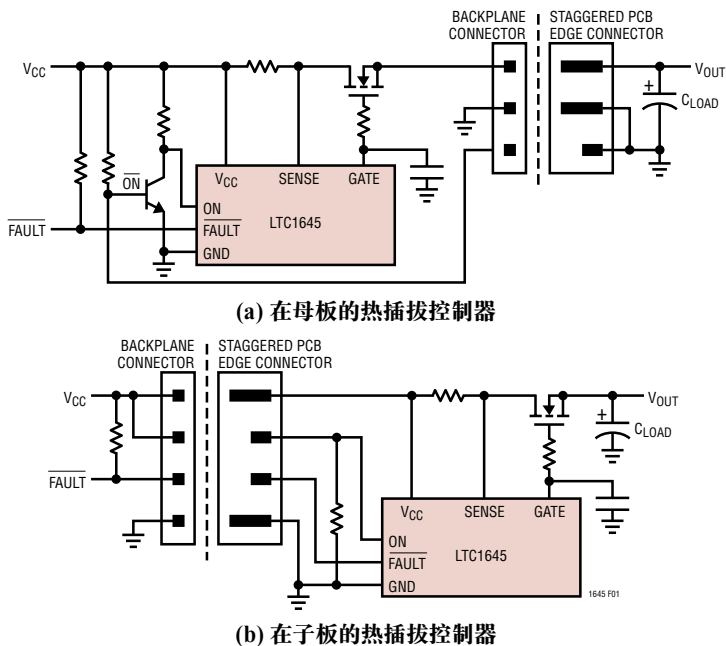


图 1：引脚交错连接

## 应用信息

### 电源电压的斜坡式上升

电路板上的电源通过将外接N沟道调整管放置在电源通路内的方式加以控制，如图 2 所示。有关适用于 LTC1645 的 N 沟道 FET 管的选择，请见表 1。R<sub>SENSE1</sub> 和 R<sub>SENSE2</sub> 提供电流故障检测，而 R1 和 R2 则用来防止高频振荡。通过使调整管的栅极电压以控制速率斜坡式上升和下降，在连接电路板时，可以将主背板电源吸取的瞬态浪涌电流 ( $I = C \cdot dv/dt$ ) 限制到一个安全值。

当电源初次加到芯片上时，N沟道调整管的栅极 (GATE1 和 GATE2 引脚) 被下拉到低电平。在 ON 引脚维持高于 0.8V 至少一个定时周期之后，GATE1 的电压开始以斜率  $dv/dt = 10\mu A/C1$  上升 (见图 3)，这里 C1 是接在 GATE1 引脚与 GND 之间的外部电容器。若 ON 引脚变得高于 2V (以及 ON 引脚维持高于 0.8V 至少一个定时周期)，则 GATE2 的电压开始以斜率  $dv/dt = 10\mu A/C2$  上升。

每路电源的斜坡式上升时间为  $t = (V_{CCn} \cdot C_n)/$

$10\mu A$ 。若 ON 引脚被拉到低于 2V (对 GATE2) 或低于 0.8V (对 GATE1) 但高于 0.4V，则将  $40\mu A$  电流源接在 GATE<sub>n</sub> 与 GND 之间，GATE<sub>n</sub> 引脚的电压将斜坡式下降，如图 4 所示。

### 振荡

大量的工程实践都要求对任何电路的电源端进行旁路，除在每路电源接有一个或多个大容量旁路电容器外，在每个有源器件的电源连接处也常常接旁路电容器。若突然接上电源，旁路电容器将减慢电压的上升速率，并且强烈衰减抵消电源旁路电容器作用的任何寄生谐振引线或印制线电感。

对于子电路板上的 LTC1645 热插拔电路，情况正相反。在大多数情况下，在 N 沟道 FET 开关供电的一侧 (V<sub>CCn</sub>) 不存在电源旁路电容器。电路板插入背板连接器形成的突然连接会引至一个快速上升沿作用到 LTC1645 的 V<sub>CCn</sub> 线路，用来减慢上升速率和强烈衰减寄生谐振幅度的大电容不存在，而快速上

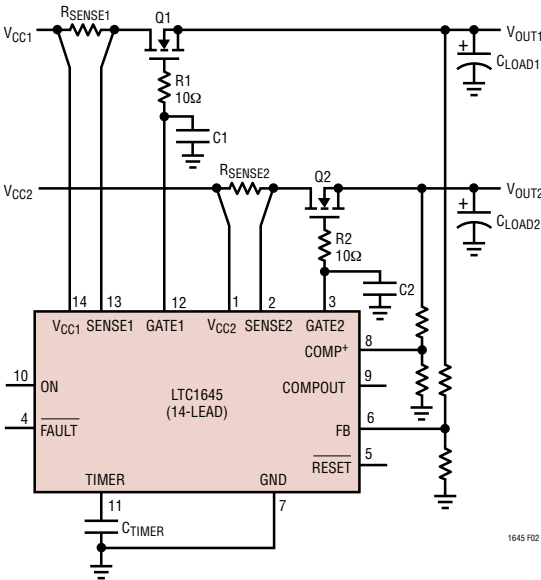


图 2：典型的热插拔连接

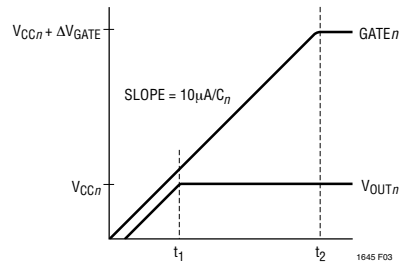


图 3：电源接通

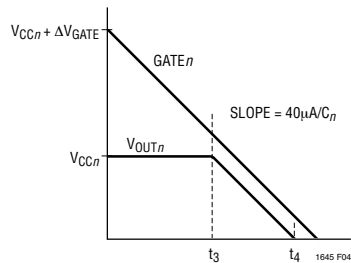


图 4：电源关断



## 应用信息

升沿急促的冲击由布线、背板和电路板寄生电感以及 FET 电容组合形成一个谐振电路。理论上，峰值电压应上升到输入电源的 2 倍，但实际上，由于与电压相关的 FET 管电容的影响，峰值电压能达到 2.5 倍。

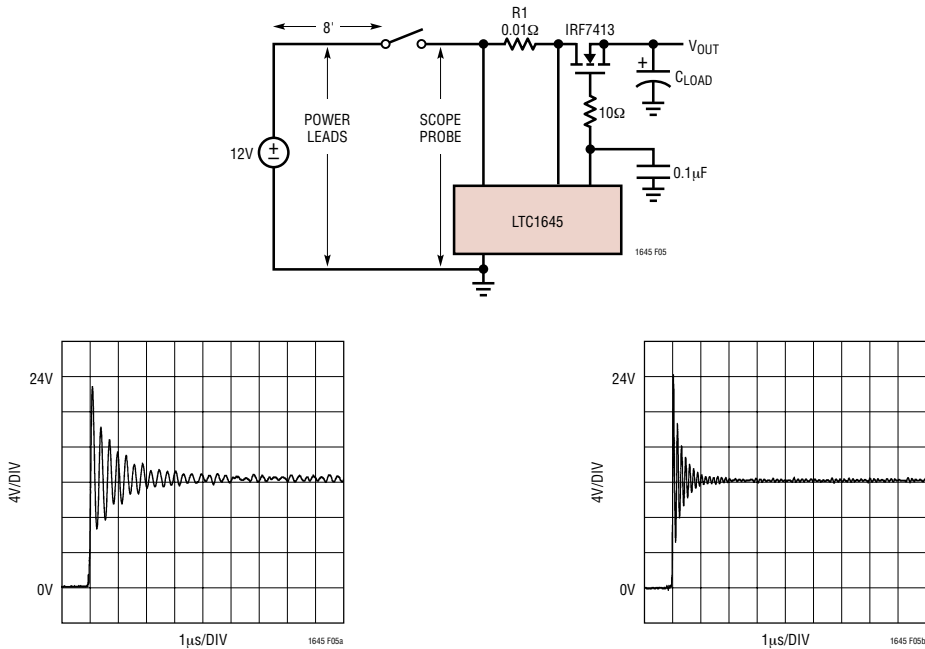
LTC1645 的绝对最大值电位  $V_{CCn}$  为 13.2V，应细心检查输入为 5V 或更大的任何电路振荡。旁路良好的背板也不应掉以轻心：10nH 小的电路板印制线电感能产生足够大的振荡使  $V_{CC}$  过压。

利用快速存储示波器（例如 LECROY 9314AL DSO）将同轴线或探头接到  $V_{CC}$  和 GND 之间以检查

振荡，然后反复将电路板插入背板。图 5a 和 5b 示出在具有不同  $V_{CC}$  引线长度 12V 应用中的典型结果。峰值电压幅度达到 22V，从而击穿工作中的 ESD 保护二极管。

有两种消除振荡的方法：箝位和缓冲。瞬态电压抑制器是将峰值电压限制到安全电平的有效方法。图 6 示出加了 ON Semiconductor 1SMA12CAT3 对图 5 波形的影响。

图 7a 和 7b 示出利用不同 RC 网络进行缓冲的效果。选择电容器之值应在偏置时 FET 管  $C_{OSS}$  的 10 至 100 倍，R 应针对最佳阻尼进行选择（1Ω 至 50Ω），视寄生电感之值而定。



(a) 未经衰减的  $V_{CC}$  波形（引线长 48 英寸）

(b) 未经衰减的  $V_{CC}$  波形（引线长 8 英寸）

图 5：振荡实验

## 应用信息

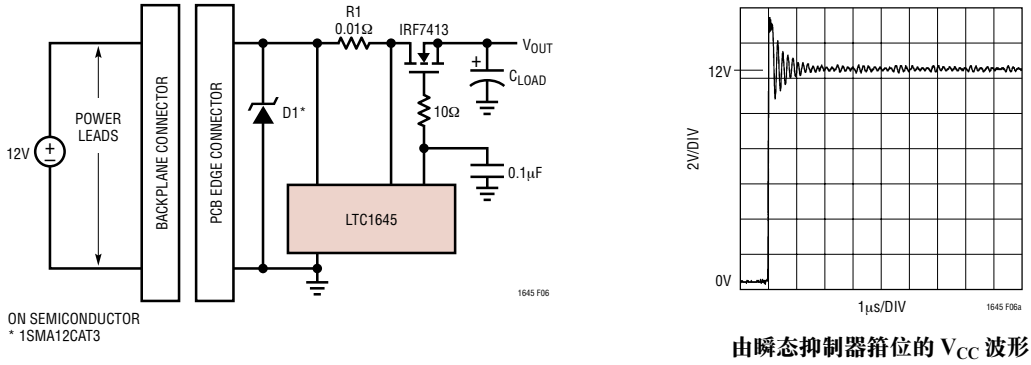


图 6：瞬态抑制器箱位电路

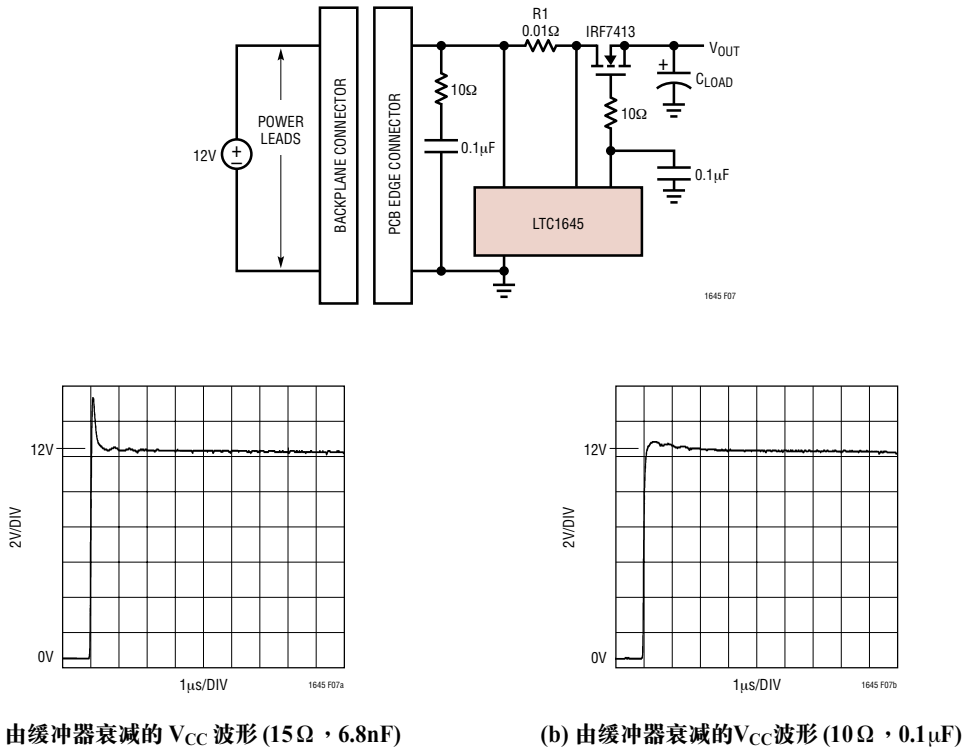


图 7：缓冲器“稳幅”电路

## 应用信息

## 电源尖峰

背板上的 LTC1645 热插拔电路通常用来提供在插入/拔出时的加电/断电顺序以及过载/短路保护功能。若短路是在电源电压上升时发生，则断路器跳闸。部分增强的 FET 管很容易关断而没有任何电源尖峰信号。

若在电源接通之后出现完全短路(见图 8)，则完全增强的 FET 管检测电阻器  $R_1$  和  $R_{DS(ON)}$  为几乎无限制的电流流动提供低阻抗路径。LTC1645 在几微秒内使 GATE 引脚放电，但在此放电期间，从  $V_{CC}$  电源流出约 150A 的电流。此电流尖峰使电源出现尖峰，引起  $V_{CC}$  下降(见图 8a 和 8b)。

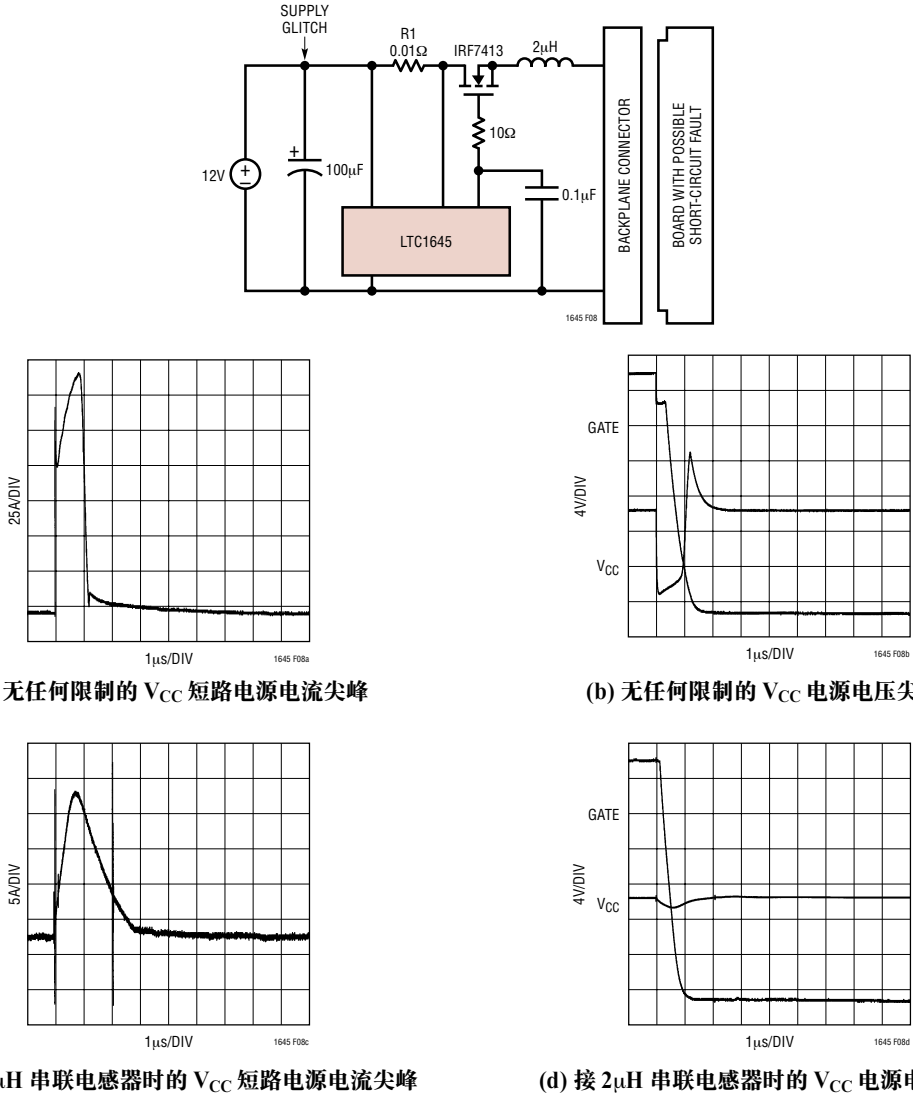


图 8：电源尖峰

## 应用信息

从过载恢复时，某些电源可能会出现过冲。接到这个电源上的其它器件可能复位或失效，而过冲还可能损坏某些元器件。与FET管的源极串联的电感器(1 $\mu$ H至10 $\mu$ H)对短路电流变化 di/dt 进行限制，因而限制了峰值电流和电源尖峰电压(见图 8c 和 8d)。附加的电源旁路电容器还降低了 V<sub>CC</sub> 尖峰的幅度。

### 复位

LTC1645 利用内部 1.238V 带隙基准电压源、精密电压比较器和电阻分压器来监测输出电源电压(见图 9)。

每当 FB 引脚的电压上升超过它的复位门限电压(1.238V)时，比较器输出变为高电平和定时周期启动(见图 10 中的时间点 1 和 4)。在一个完整定时周期之后， $\overline{\text{RESET}}$  释放。为使  $\overline{\text{RESET}}$  引脚上升到逻辑高电平，需要外部上拉电源。

当 FB 引脚电压下降到低于它的复位门限电压时，比较器输出变为低电平。通过尖峰信号滤波器之后， $\overline{\text{RESET}}$  被下拉到低电平(见时间点 2)。若 FB 引脚电压上升到高于其复位门限电压的时间不到一个定时周期，则  $\overline{\text{RESET}}$  输出仍然保持低电平(见时间点 3)。

### 尖峰信号滤波器

LTC1645 有一个尖峰信号滤波器，这用来防止在

FB 引脚上存在瞬变信号时产生虚假系统的  $\overline{\text{RESET}}$ 。对大瞬变信号(大于150mV)的滤波时间为 20 $\mu$ s，而对较小的瞬变信号则达 80 $\mu$ s。在典型性能特性曲线(尖峰信号滤波时间与反馈瞬态电压的关系曲线)中示出尖峰信号滤波时间与瞬态电压的关系。

### 定时器

LTC1645 的系统定时由图 11 所示电路产生。定时器用来设定 ON 引脚变为高电平之后的导通延迟，它还用来设定在 FB 引脚超过 1.238V 之后， $\overline{\text{RESET}}$  引脚变为高电平之前的延迟时间。

每当定时器断开时，内部N沟道使 TIMER 引脚短路到地(见图 11)。启动定时器将使 2 $\mu$ A 电流从 V<sub>CC</sub> 流向 TIMER 引脚，并使外接电容器 C<sub>TIMER</sub> 上的电压开始以斜率 dv/dt = 2 $\mu$ A/C<sub>TIMER</sub> 上升。当电压达到跳闸点(1.23V)时，定时器由 TIMER 引脚拉回到地电位而复位。定时周期为  $t = (1.23\text{V} \cdot C_{\text{TIMER}}) / I$

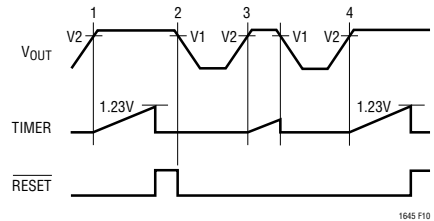


图 10：电源监控器波形

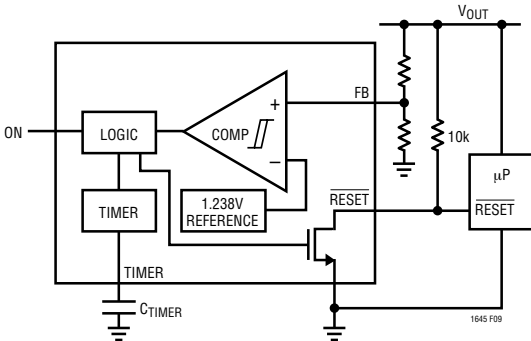


图 9：电源监控器方块图

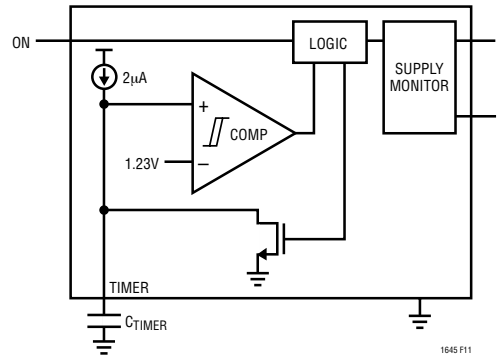


图 11：系统定时方块图

## 应用信息

2μA。对于 200ms 延迟，应使用 0.33μF 电容器。

### 电子断路器

LTC1645 具有能防止短路或过大输出电流的电子断路器功能。通过在电源输入与电源检测引脚之间接入若干个检测电阻器，每当任何一个检测电阻器的端电压大于 50mV 并且持续时间超过 1.5μs 时，断路器便跳闸。若断路器跳闸，两个 GATE 引脚便立即被拉到地电位，同时，外接 N 沟道 FET 管迅速关断 (见图 12 中的时间点 6)。通过使 ON 引脚低于 0.4V 随后再变为高电位，断路器便复位并开始另一个定时周期，如时间点 7 所示。

在定时周期结束处 (时间点 8)，电荷泵再次接通。若不需要断路器特性，则将 SENSE<sub>n</sub> 引脚与 V<sub>CCn</sub>

短路。

若 1.5μs 响应时间对于抑制电源噪声过短，则将外接电阻器 R<sub>F</sub> 和电容器 C<sub>F</sub> 增加到如图 13 所示的检测电路上。

### ON 引脚

ON 引脚是用于控制系统的工作，如图 14 所示。在时间点 1，电路板接通和电源向芯片供电。在时间点 2，只要两个 V<sub>CC</sub> 引脚的电位高于欠压关断跳闸点 (对 V<sub>CC1</sub> 为 2.23V，而对 V<sub>CC2</sub> 则为 1.12V)，并且未检测到过流故障，ON 引脚便变为高电平，定时周期开始。在定时周期结束处 (时间点 3)，电荷泵接通，并且 GATE<sub>n</sub> 引脚电压开始比其低一个栅-源极压降输出的电源电压 V<sub>OUTn</sub> 斜坡式上升。在时间点 4，V<sub>OUT2</sub> 达到它的电源好跳闸电平 (本例假定 FB 引脚的电阻分压器与 V<sub>OUT2</sub> 相连)，并且定时周期开始。在定时周期结束处 (时间点 5)，RESET 变为高电平和加电过程完成。

外部硬复位启动在时间点 6。ON 引脚电位被强迫拉到低于 0.8V，但高于 0.4V，并且 GATE<sub>n</sub> 引脚电压开始斜坡式下降。V<sub>OUTn</sub> 也开始斜坡式下降，当

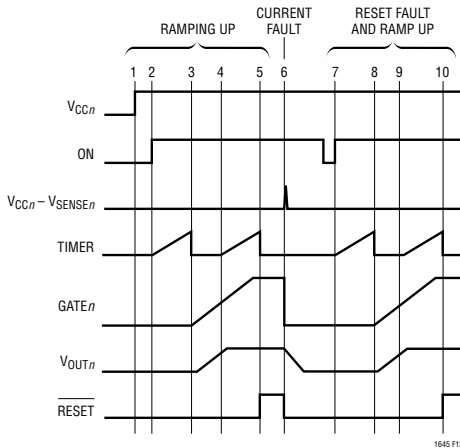


图 12：电流故障定时

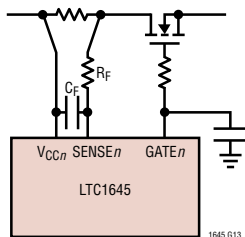


图 13：延长短路保护的延迟时间

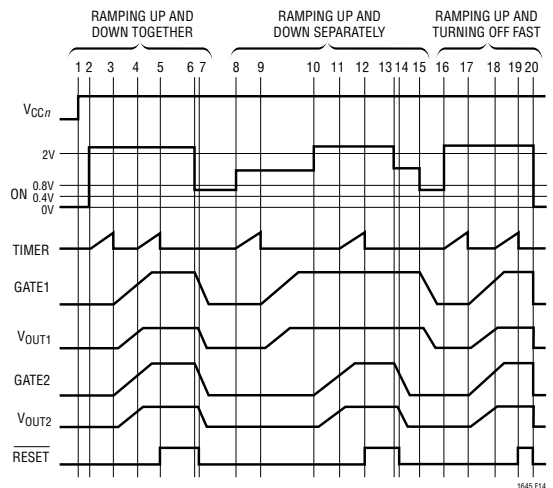


图 14：ON 引脚波形

## 应用信息

$V_{OUT2}$  在时间点 7 下降到电源好跳闸电平以下时，RESET 变为低电平。

除 ON 引脚的不同门限电压分别用于使  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  斜坡式上升外，时间点 8 至 15 与时间点 1 至 7 类似。在时间点 8，ON 引脚变为高于 0.8V，但低于 2V，并且在一个定时周期之后（时间点 9），GATE1 开始随其低一个栅-源极压降的  $V_{OUT1}$  斜坡式上升。在时间点 10，ON 引脚变为高于 2V，GATE2 立即开始随其低一个栅-源极压降的  $V_{OUT2}$  斜坡式上升。一旦  $V_{OUT2}$  在时间点 11 达到它的电源好跳闸电平，定时周期便开始。在定时周期结束处（时间点 12），RESET 变为高电平，加电过程结束。

在时间点 13，ON 引脚被强迫下拉到低于 2V，但高于 0.8V，并且 GATE2 引脚电压开始斜坡式下降。当  $V_{OUT2}$  在时间点 14 下降到电源好跳闸电平以下时， $V_{OUT2}$  也开始斜坡式下降，而 RESET 变为低电平。当 ON 引脚在时间点 15 变为低于 0.8V，但高于 0.4V 时，GATE1 和  $V_{OUT1}$  将斜坡式下降。

在时间点 16 至 19 呈现与时间点 2 至 5 相同的加

电顺序，而在时间点 20 则表明由于 ON 引脚变得低于 0.4V，使 GATE $n$  引脚被立即下拉（而不是斜坡式下降）到地电平。

## 电源跟踪和定序应用

LTC1645 能用多种方式对  $V_{OUTn}$  定序，包括使  $V_{OUT1}$  首先斜坡式上升和最后斜坡式下降；使  $V_{OUT1}$  首先斜坡式上升和首先斜坡式下降；使  $V_{OUT1}$  首先斜坡式上升并且使  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  同时斜坡式下降；使  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  同时斜坡式上升和斜坡式下降。

图 15 示出使  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  同时斜坡式上升和同时斜坡式下降的应用。为了使  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  斜坡式上升，ON 引脚必须达到 0.8V。备用比较器将 ON 引脚拉到低电位，直到  $V_{CC2}$  高于 2.3V，并且在  $V_{CC1}$  高于 3V 之前，ON 引脚不能达到 0.8V。因此，在定时周期开始之前，两个输入电源必须处在稳压范围内。在定时周期结束处，输出电压同时斜坡式上升。若任何一个输入电源下降到超出稳压范围，则 Q1 和 Q2 的栅极便同时被拉到低电平。图 16 示出图

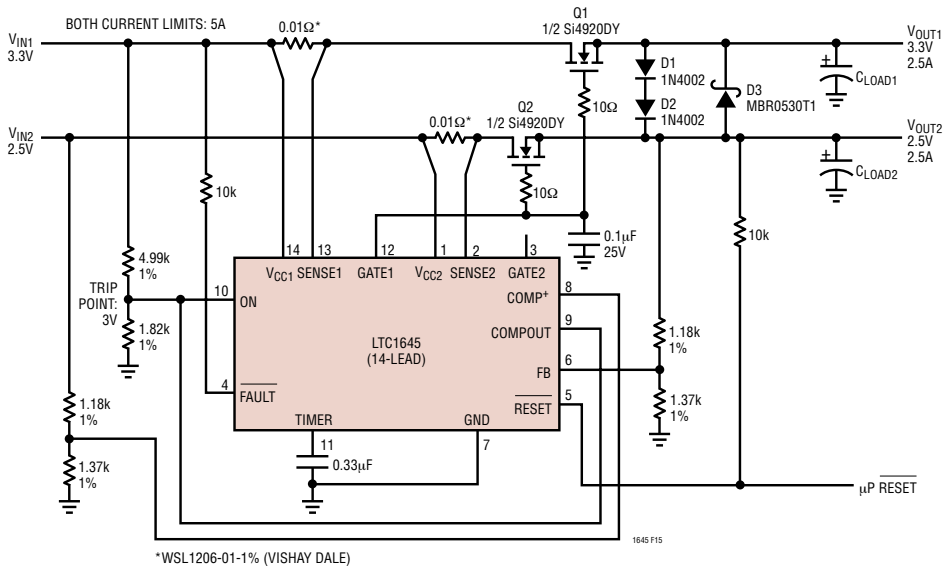


图 15：3.3V和2.5V同时斜坡式上升和斜坡式下降的电路图。

## 应用信息

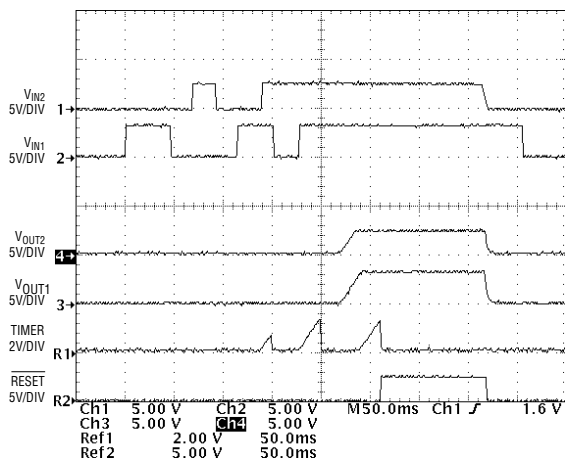


图 16：3.3V 和 2.5V 同时斜坡式上升和斜坡式下降的电路图

15 所示电路在示波器上观察到的波形图。

该电路能保证完成两个功能：(1)  $V_{OUT1}$  决不会超过  $V_{OUT2}$  多于 1.2V；(2)  $V_{OUT2}$  决不会比  $V_{OUT1}$  高多于 0.4V。在加电时， $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  同时斜坡式上升；在断电时，LTC1645 同时使 Q1 和 Q2 关断。电荷继续贮存在  $C_{LOAD1}$  和  $C_{LOAD2}$  上，输出电压将随负载变化。D1 和 D2 在大约 1V (每个管子约 0.5V) 时导通，保证满足条件 1，而 D3 则防止违背条件 2。对于不同的输出电压配置，可能需要不同的二极管。除输入端过压条件以外，这些二极管可能导通电流的唯一时间是在断电期间，因而只使  $C_{LOAD1}$  或  $C_{LOAD2}$  放电。在引起过大电流流过输入过压的情况下，若适当设定限流电平，断路器将跳闸。

图 17 示出一种在  $V_{OUT2}$  之前  $V_{OUT1}$  斜坡式上升的应用电路， $V_{OUT1}$  一开始放电，并且 D1 被反向偏置，因此，ON 引脚的电压只由经电阻分压器 R1 和 R2 的  $V_{CC1}$  决定。若  $V_{CC1}$  高于 4.6V，则 ON 引脚的电压超过 0.8V， $V_{OUT1}$  在定时周期之后开始斜坡式上升。随著  $V_{OUT1}$  斜坡式上升，D1 变为正向偏置并在  $V_{OUT1} \approx 4.5V$  时将 ON 引脚拉到高于 2V。这将使 GATE2 导通和  $V_{OUT2}$  斜坡式上升。FB 比较器对  $V_{OUT2}$  进行监控，而备用比较器则用  $R_{HYST}$  对  $V_{OUT1}$  进行监控并产生约 50mV 的迟滞。

## 电源多工器

利用背对背 FET 管，LTC1645 能将两个电源对同一输出进行热插拔，若存在主电源则自动选择主电源，若未提供主电源则自动选择辅助电源。参考图 18，若任何一个电源接通，则二极管或电路便向 LTC1645 供电。肖特基二极管用来防止在  $V_{CC1}$  的电压接近欠压关断门限电压。这个应用假定了若有一个电源不存在，则该电源输入端浮置。

若只存在 3.3V 电源，则  $COMP^+$  引脚的电压低于跳闸点，并且 COMPOUT 将 Q3 的基极拉到低电位，使 GATE1 引脚按正常方式加电。若 3.3V 电源电压大于 3V，则 ON 引脚的电压便超过 0.8V，使 GATE1 电位斜坡式上升，并使 Q1A 和 Q1B 导通。ON 引脚不超过 2V (除非 3.3V 电源超过 7.5V!)，使 GATE2 维持低电位并且使 Q2A 和 Q2B 关断。

若只存在 5V 电源或若两个电源都存在，则  $COMP^+$  引脚电压高于 1.238V，并且 COMPOUT 允许 Q3 的基极被 R2 上拉到高电位。这将使 Q3 导通，使 GATE1 维持低电位并使 Q1A 和 Q1B 关断，ON 引脚的电压被 R1 拉到高于 2V，而 GATE2 使 Q2A 和 Q2B 导通。

## 应用信息

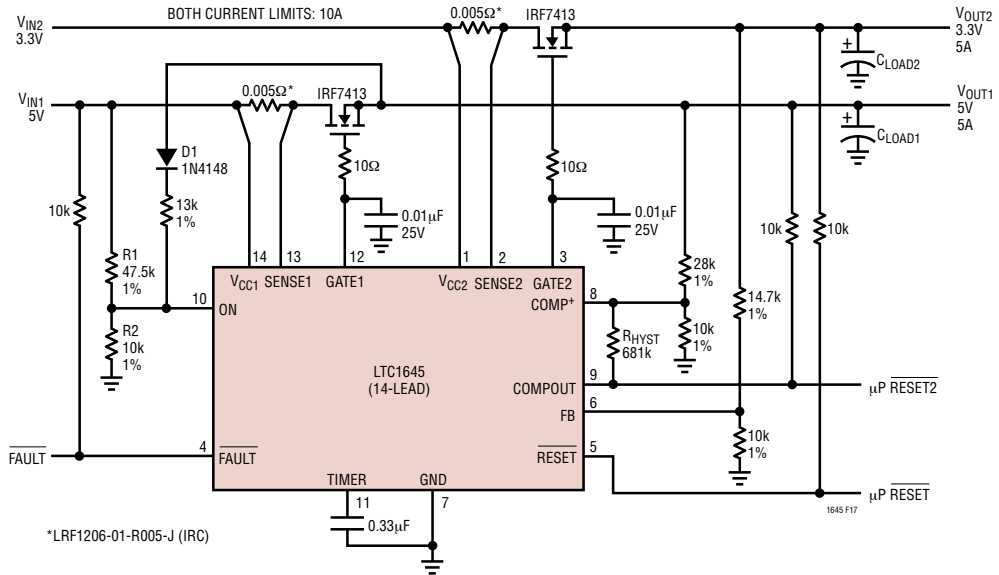


图 17：使 3.3V 随 5V 斜坡式上升

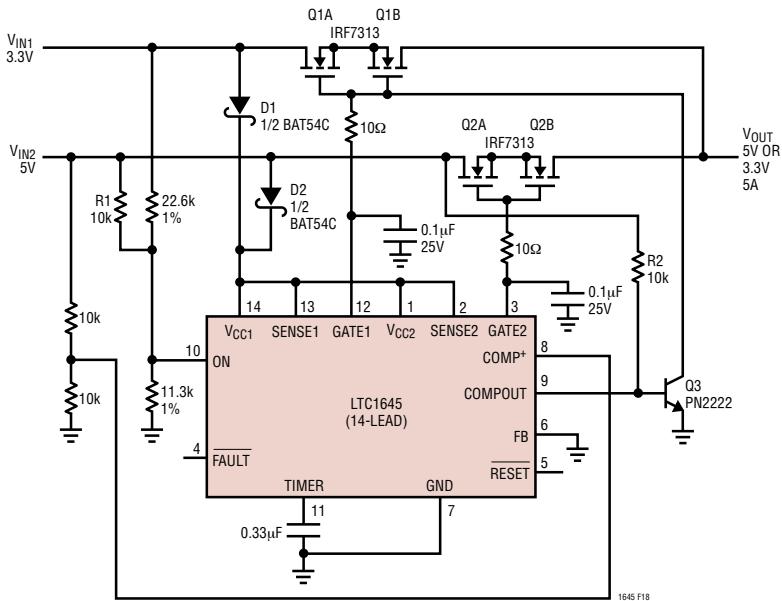


图 18：电源多工器



## 应用信息

## 利用 LTC1645 作为线性稳压器

这项应用将 LTC1645 用于热插拔的一个主电源并产生辅助低压差稳压源。图 19 示出如何利用备用比较器和一个附加晶体管对 5V 电源切换并产生一个 3.3V 电源。COMP<sup>+</sup> 引脚用于对 3.3V 输出进行监控。当 Q2 的栅极电压增加时，3.3V 输出也增加。在 3.3V 门限电压上，备用比较器触发，COMP<sub>OUT</sub> 引脚变为

高电平使 Q3 导通，这便降低了 Q2 的栅极电压。用电容器 C1、C2 和电阻器 R1 对这个反馈回路进行补偿。当对电源初次加电时，FB 引脚为低电位，并且 RESET 引脚使 C2 的一侧维持低电位，从而使 V<sub>OUT2</sub> 缓慢斜坡式上升。当 V<sub>OUT2</sub> 超过 2.75V 时，RESET 引脚释放以改进环路瞬态响应。图 20 示出负载瞬态响应和电源产生的电压纹波。

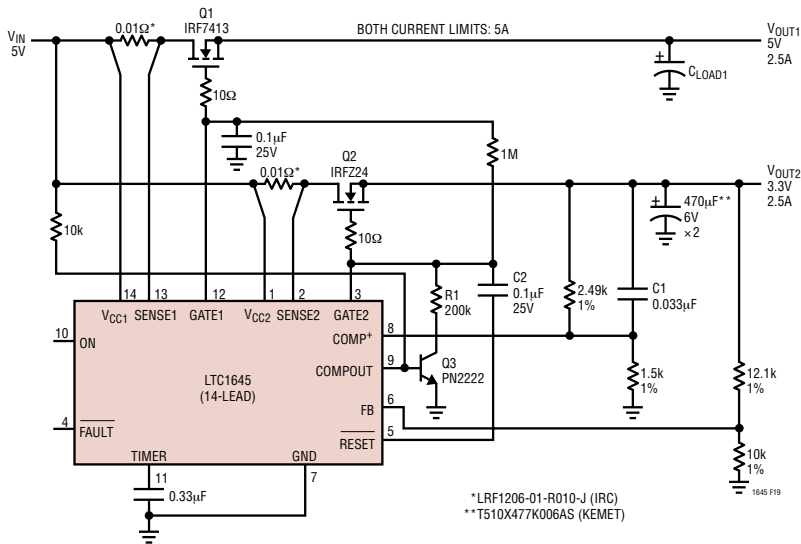


图 19：对 5V 的切换和产生 3.3V

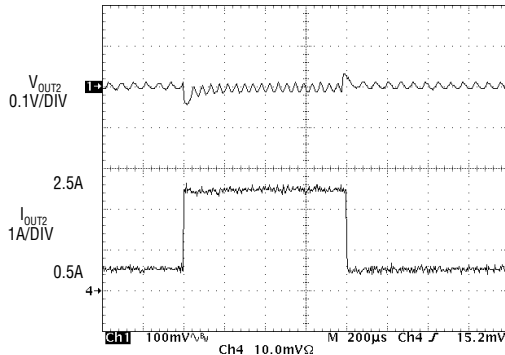


图 20：负载瞬态响应和电压纹波

## 应用信息

### 开关稳压器的加电顺序

图 21 示出 LTC1645 对两个电源的供电顺序，其中电压较低的电源由 LTC1430A 开关稳压器产生，将这个稳压器 FB 引脚的电阻分压器(R1 和 R2) 与调整管 FET (Q1) 的另一侧相连，允许 LTC1430A 对  $R_{SENSE1}$  和 Q1 两端的压降进行补偿，从而保证精确的电压输出。备用比较器使 LTC1645 的 ON 引脚保持低电位，直到 LTC1430A 的输出至少为 3V，若输出下降到 3V 以下，则将两个通道断开。当 ON/OFF 信号达到高电位 5V 时 (接通)，ON 引脚电压按 RC 指数特性增加，首先达到 0.8V。这将起动定时周期，GATE1 电位开始上升。在 ON 引脚电压达到 2V 后，GATE2 电位开始斜坡式上升。只要定时周期的时间短于 ON 引脚从 0.8V 上升到 2V 的时间， $V_{OUT2}$  便在  $V_{OUT1}$  之后斜坡式上升。在  $V_{OUT1}$  超过 3V 之后的一个定时周期，RESET 引脚便变为高电平。当 ON/OFF 信号降低时，ON 引脚电压呈指数下降，GATE2 电位在 GATE1 之前斜坡式下降。只要  $V_{OUT1}$  下降到 3V 以下，RESET 引脚便变为低电平。图 22 示出图 21 所示电路的电源加电和断电顺序。

### 开关稳压器的热插拔

大电流开关稳压器为了正常工作通常要求输入端和输出端有大的旁路电容器。图 23 中的应用电路对进入 LTC1649 输入旁路电容器的浪涌电流进行控制，并使两个输出电压同时斜坡式上升和下降。同前面的应用一样，将稳压器的 FB 引脚电阻分压器与输出调整管 FET (Q2) 的另一侧相连，使得 LTC1649 能对 Q2 两端的压降进行补偿，从而保证精确的电压输出。当  $V_{IN}$  超过 3V 时，LTC1645 的 ON 引脚电压达 0.8V，并且在一个定时周期之后，GATE1 电位开始斜坡式上升。当稳压器的输出上升时，D2 将 ON 引脚拉到高于 2V 和 GATE2 电位开始上升，使  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  同时斜坡式上升。在  $V_{OUT1}$  超过 3V 和  $V_{OUT2}$  超过 2.35V 之后一个定时周期，RESET 变为高电平。图 24 示出图 23 所示电路的加电顺序。

将开关稳压器的 FB 或 SENSE 引脚连接到除稳压器输出端以外的节点时应小心谨慎，根据稳压器的内部结构，当试图升高稳压器的 FB 或 SENSE 引脚电压而无结果时，则可能出现异常特性。在 LTC1649

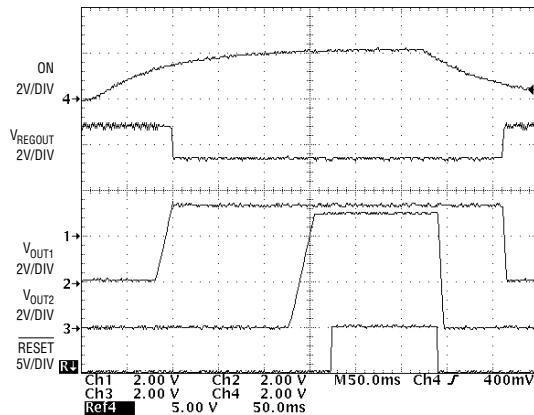


图 22：开关稳压器的加电顺序

应用信息

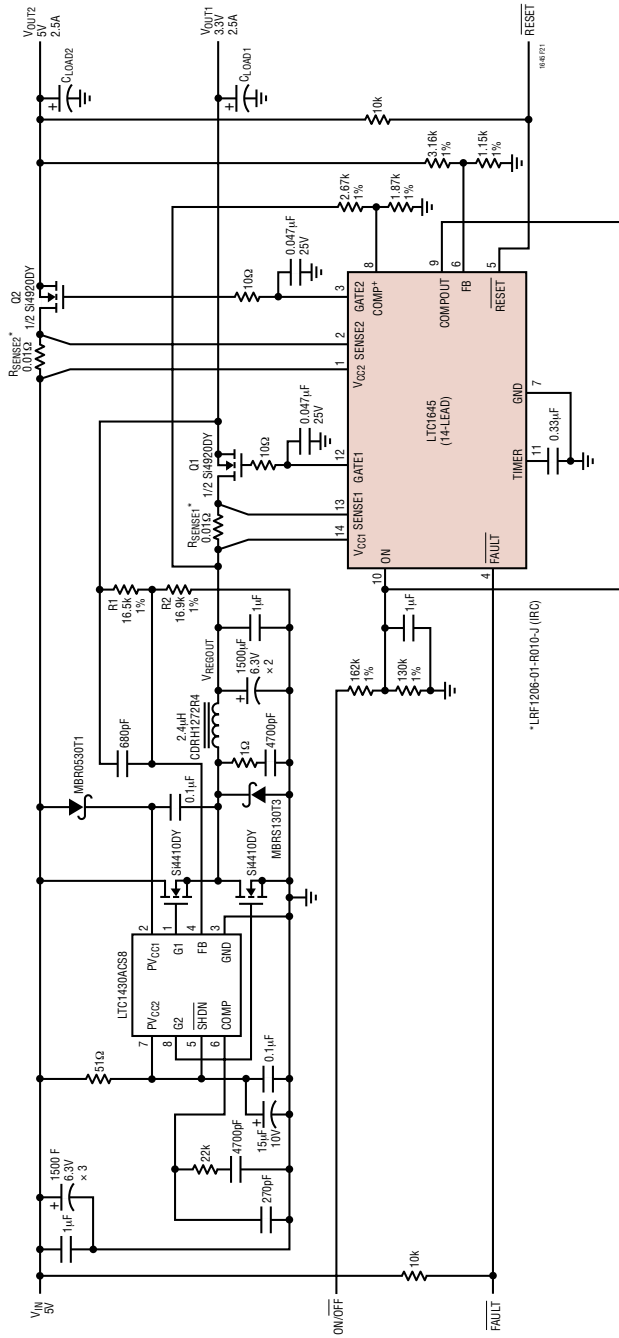


图 21：开关稳压器的加电顺序

## 应用信息

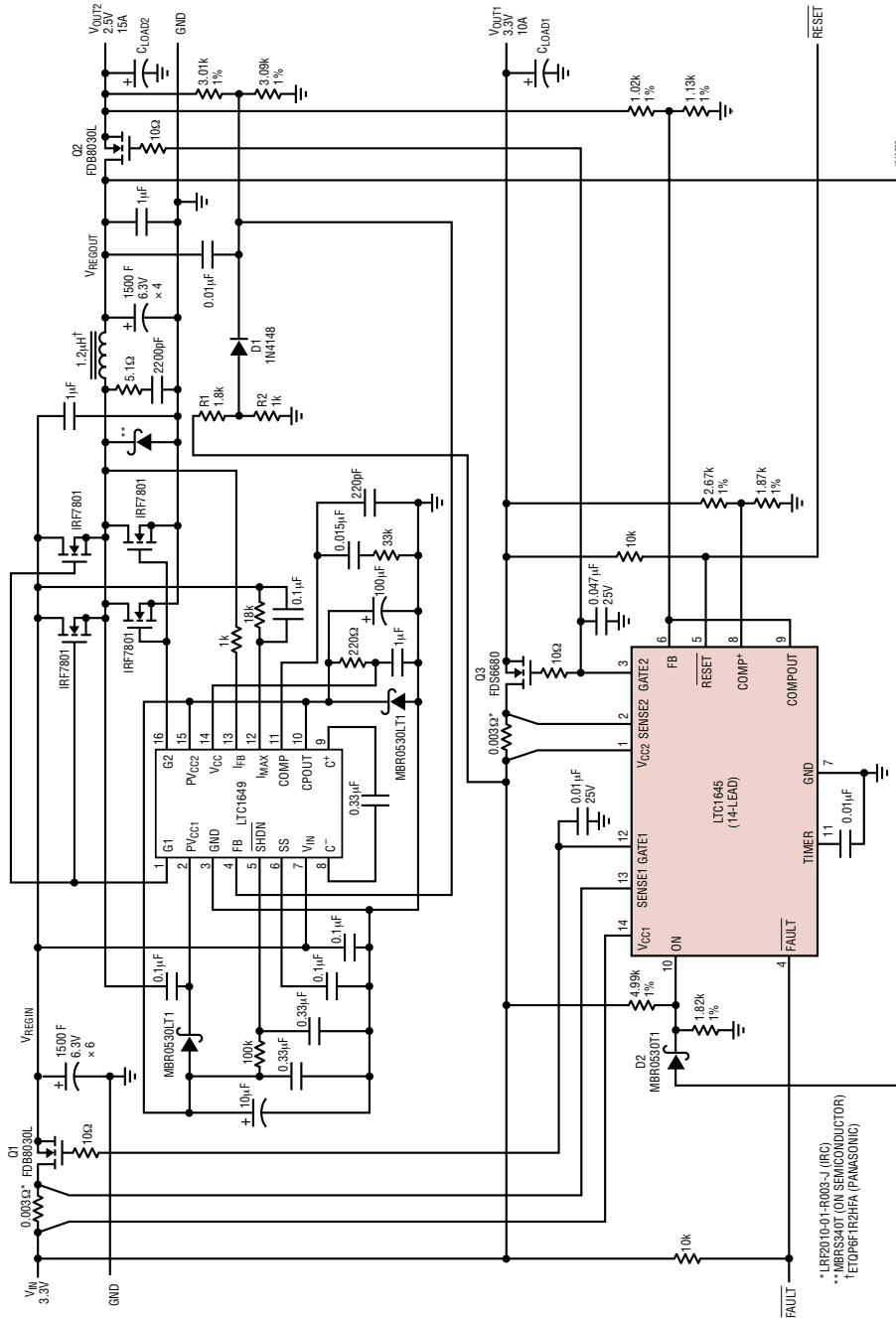


图 23 : 开关稳压器的热插拔

## 应用信息

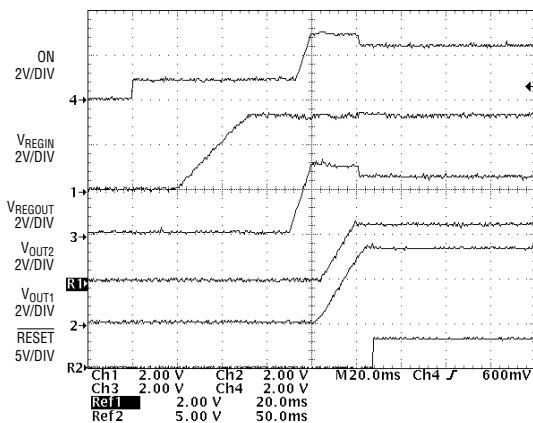


图 24：开关稳压器的热插拔

的情况下，若 FB 引脚处于地电位而不是直接与输出电感器和电容器相连，便会形成大的峰值电流。为了使峰值电流处于控制之下，R1、R2 和 D1 将 FB 引脚电位维持在地电位以上，但低于其正常稳压值，这直到  $V_{OUT2}$  斜坡式上升和 D1 呈反向偏置为止。

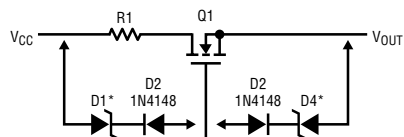
## N 沟道功率的选择

外接调整管的  $R_{DS(ON)}$  必须足够小，以使在满电流下调整管两端的压降  $\leq 100\text{mV}$ 。若  $R_{DS(ON)}$  太大，则调整管两端的压降可能引起输出电压触发复位电路。推荐在表 1 列出的晶体管或其它类似晶体管与 LTC1645 配用。

低压应用可能要求使用逻辑电平 FET 管，应确保其最大  $V_{GS}$  额定值足够大以满足应用要求。GATE 电压随  $V_{CC}$  的变化关系由典型性能曲线说明。若期望用较低的 GATE 驱动，则将一个与齐纳二极管串联的二极管接在 GATE 与  $V_{CC}$  之间或接在 GATE 与  $V_{OUT}$  之间，如图 25 所示。

表 1：N 沟道的选择指南

电流范围	型号	制造厂商	说明
1A 至 2A	NDH8503N	Fairchild	双 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.033$ SuperSOT-8
1A 至 2A	Si6928DQ	Siliconix	双 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.035$ TSSOP-8
2A 至 5A	Si4920DY	Siliconix	双 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.025$ SO-8
2A 至 5A	IRF7313	International Rectifier	双 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.029$ SuperSOT-8
5A 至 10A	Si4420	Siliconix	单 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.009$ SO-8
5A 至 10A	FDS6680	Fairchild	单 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.01$ SO-8
5A 至 10A	IRF7413	International Rectifier	单 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.011$ SO-8
5A 至 10A	MMSF3300	ON Semiconductor	单 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.0125$ SO-8
10A 至 20A	FDB8030L	Fairchild	单 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.0035$ TO-263AB
10A 至 20A	SUD75N03-04	Siliconix	单 N 沟道 $R_{DS(ON)} = 0.004$ D <sup>2</sup> PAK



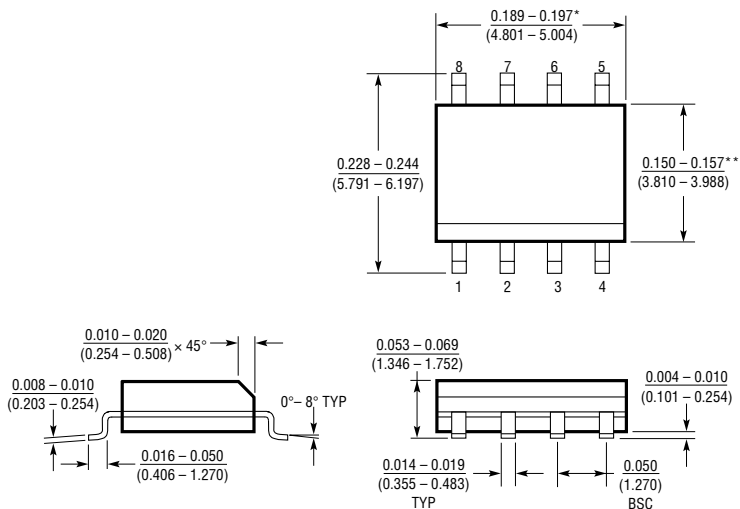
\* 用户选择的电压箝位二极管  
1N4688 (5V)  
1N4692 (7V)：逻辑电平 MOSFET  
1N4695 (9V)  
1N4702 (15V)：标准电平 MOSFET

1645 P25

图 25：可选择的栅极箝位电压

## 封装描述 图中标注的尺寸均以英寸（毫米）为单位，除非另外说明。

### S8 封装 8 引脚小外形塑料封装 (窄 0.150) (LTC DWG # 05-08-1610)



\*此尺寸不包括塑料飞边或毛刺，每侧塑料飞边或毛刺不超过  $0.006^*$  (0.152mm)。

\*\*此尺寸不包括引脚之间的毛边，每侧引脚不超过  $0.010^*$  (0.254mm)。

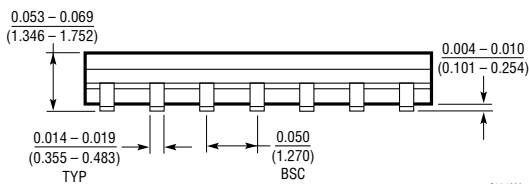
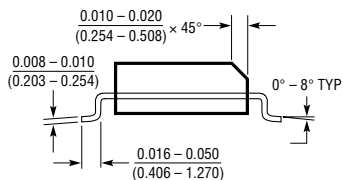
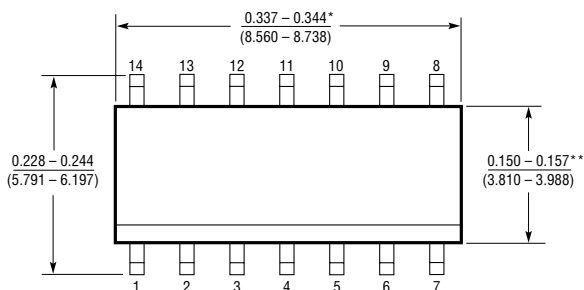
508 1298

**封装描述** 图中标注的尺寸均以英寸（毫米）为单位，除非另外说明。

### S 封装

#### 14 引脚小外形塑料封装 (窄 0.150)

(LTC DWG # 05-08-1610)



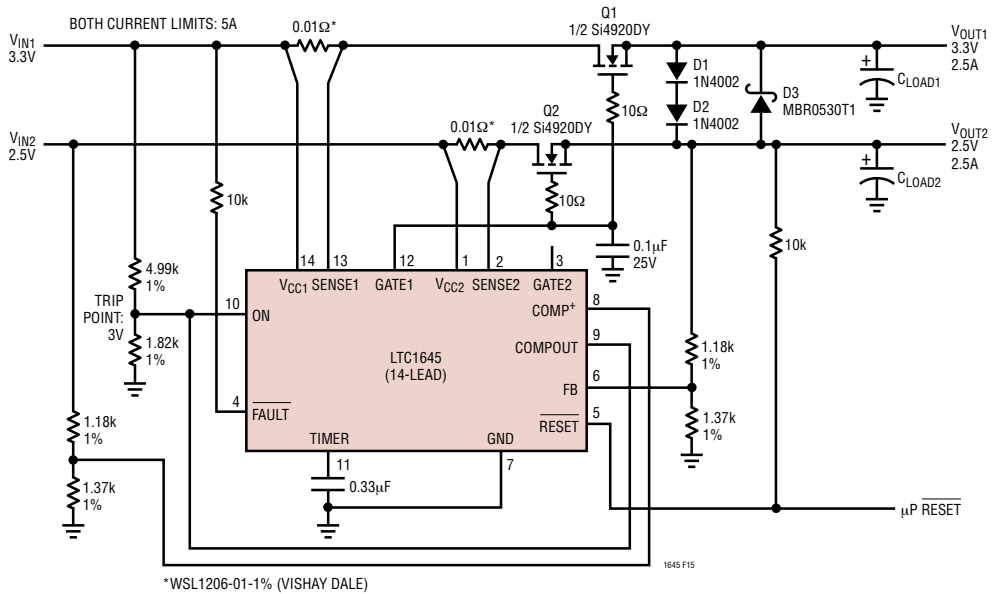
S14 1298

\*此尺寸不包括塑料飞边或毛刺，每侧塑料飞边或毛刺不超过 0.006" (0.152mm)。

\*\*此尺寸不包括引脚之间的毛边，每侧引脚不超过 0.010" (0.254mm)。

## 典型应用

带跟踪输出的双电源热插拔电路



## 相关器件

产品型号	描述	说明
LTC1421	热插拔控制器	3V 至 12V 的双电源，附带 -12V
LTC1422	热插拔控制器	3V 至 12V，具有 SO-8 封装的单电源热插拔
LT1640L/LT1640H	负电压热插拔控制器	-10V 至 -80V 的负高压电源
LT1641	正电压热插拔控制器	9V 至 80V 的正高压电源
LTC1642	带故障保护的热插拔控制器	3V 至 15V，过压保护高达 33V
LTC1643L/LTC1643L-1/ LTC1643H	PCI 总线热插拔控制器	供 PCI 总线用的 3.3V，5V，12V，-12V 电源
LTC1647	双路热插拔控制器	3V 至 15V 电源，双 ON 引脚