

LM1770

Application Note 1414 LM1770 Design Reference



Literature Number: ZHCA198

LM1770设计参考

美国国家半导体
应用注释1414
Jeff Kissinger
2005年11月



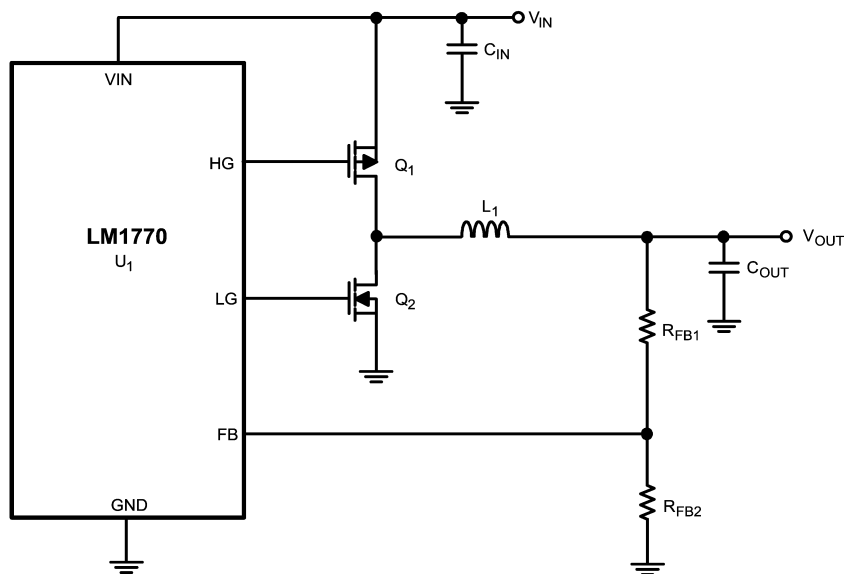
简介

LM1770是一款高效同步降压转换控制器，它用于驱动电源端的PFET和接地端的NFET。该控制器使用连续导通时间控制方案，该方案避免了外部补偿元件的使用，从而使电源设计者可以节省电路板空间并降低成本。

本应用注释给出了以多种配置方式使用LM1770同步降压转换控制器的参考设计。输入电压范围为3.3V到

5V，输出电压范围为0.8V到3.3V。最大输出电流可达2A、3A和4A。开关频率根据不同的工作条件和LM1770的时序设置（关于如何确定开关频率，请参见LM1770数据表）可以在242kHz到1.5MHz之间变化。每个参考设计都包括一份元件清单，以及效率、输出纹波和瞬态特性的测试结果。

1MHz下5V到3.3V的转换（最大输出电流2A）



20170501

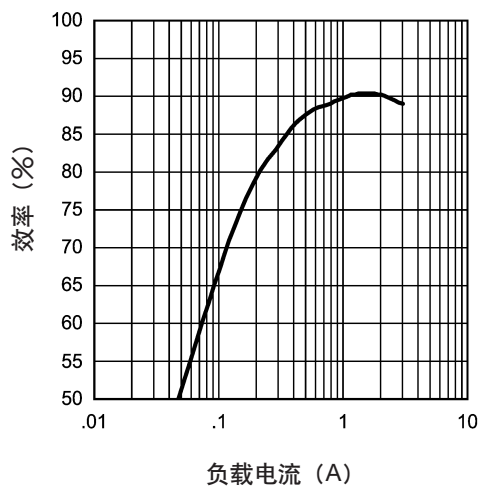
高频设计可以使用小数值电感（1 μ H）和68 μ F的OSCON输出电容，从而减小了元件尺寸。无需前馈电容也可以保证设计的稳定性，这就进一步节省了电路板空间。由于适当的 $R_{DS(on)}$ 指标、电流控制能力和小尺

寸封装，SI3867DV和SI3460DV可以选用作PFET和NFET。为实现1MHz的工作频率，LM1770的时序设置应设为1000ns。

1MHz下5V到3.3V降压转换元件清单

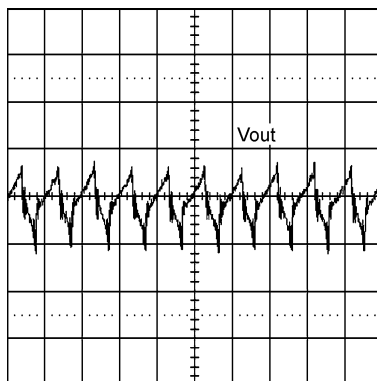
标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770T	同步降压转换控制器	SOT23-5	1000 ns	NSC	1
C _{IN}	GRM32ER60J476ME20B	输入电容	1210	47 μ F/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	10SVPA68MAA	输出电容	C6	68 μ F/OSCON/10V	Sanyo	1
L	DO1608C-102MLC	电感		1 μ H	Coilcraft	1
R _{FB1}	CRCW08052551	电阻	0805	2.55 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW08058060	电阻	0805	806 Ω $\pm$ 1%	Dale	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1

1MHz下5V到3.3V的转换（最大输出电流2A）（续）

与输入电压 (V_{IN}) 相关的效率

20170502

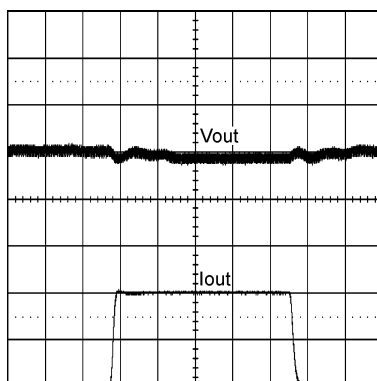
输出电流3A时的输出纹波



20170503

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

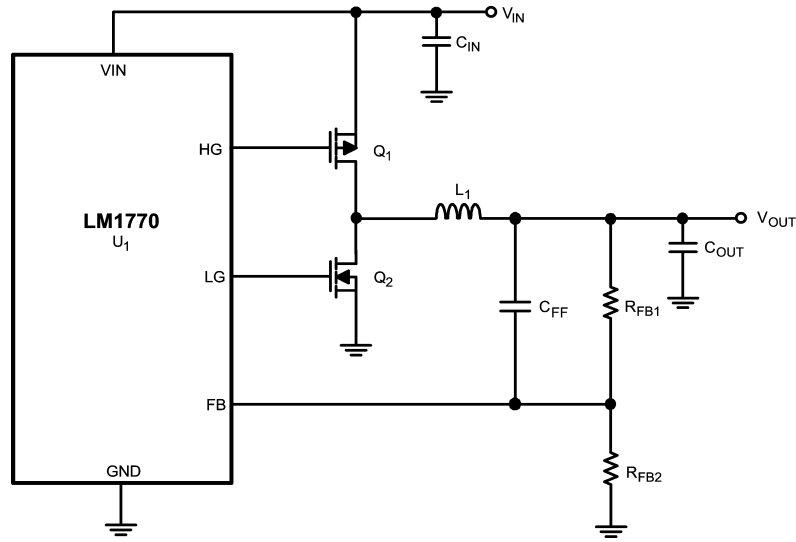
输出瞬态响应



20170504

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div
 I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

500kHz下5V到3.3V的转换（最大输出电流4A）



20170505

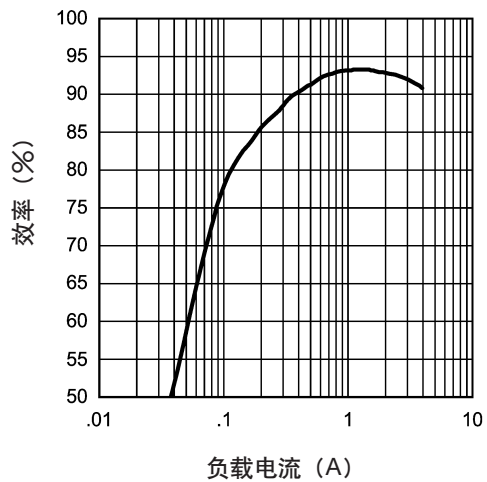
该参考设计工作在500kHz下，使用大数值元件来保证更高的最大输出电流。设计中使用2.2μH的电感和150μF的POSCAP输出电容在输出端产生所需的纹波，为保证设计的稳定性使用1nF的前馈电容。由于电路板上存在较高的开关电流，需要使用150μF的电解电容。

为实现设计中对高输出电流的开关操作，选用SI9433BDY型PFET和SI4894DY型NFET提供足够的电源控制能力。为实现500kHz的工作频率，LM1770的时序设置应设为2000ns。

500kHz下5V到3.3V降压转换元件清单

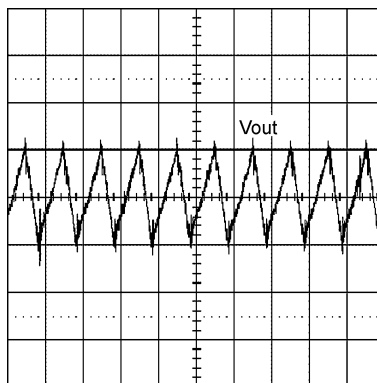
标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770U	同步降压转换控制器	SOT23-5	2000 ns	NSC	1
C _{FF}	VJ0805Y102KXXM	电容	0805	1 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	EEUFC0J151	电容		150 μF/Electrolytic/6.3V	Panasonic	1
C _{OUT}	4TPB150MC	电容	C	150 μF/POSCAP/4V	Sanyo	1
L	DO3316P-222ML	电感		2.2 μH	Coilcraft	1
Q ₁	SI9433BDY	PFET	SO-8	SI9433BDY	Siliconix	1
Q ₂	SI4894DY	NFET	SO-8	SI4894DY	Siliconix	1
R _{FB1}	CRCW08052492	电阻	0805	24.9 kΩ ±1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW08058061	电阻	0805	8.06 kΩ ±1%	Dale	1

500kHz下5V到3.3V的转换（最大输出电流4A）（续）

与输入电压 (V_{IN}) 相关的效率

20170506

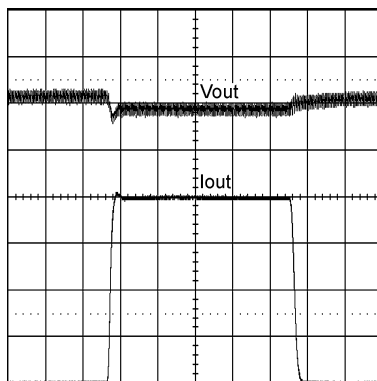
输出电流3A时的输出纹波



20170507

 V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

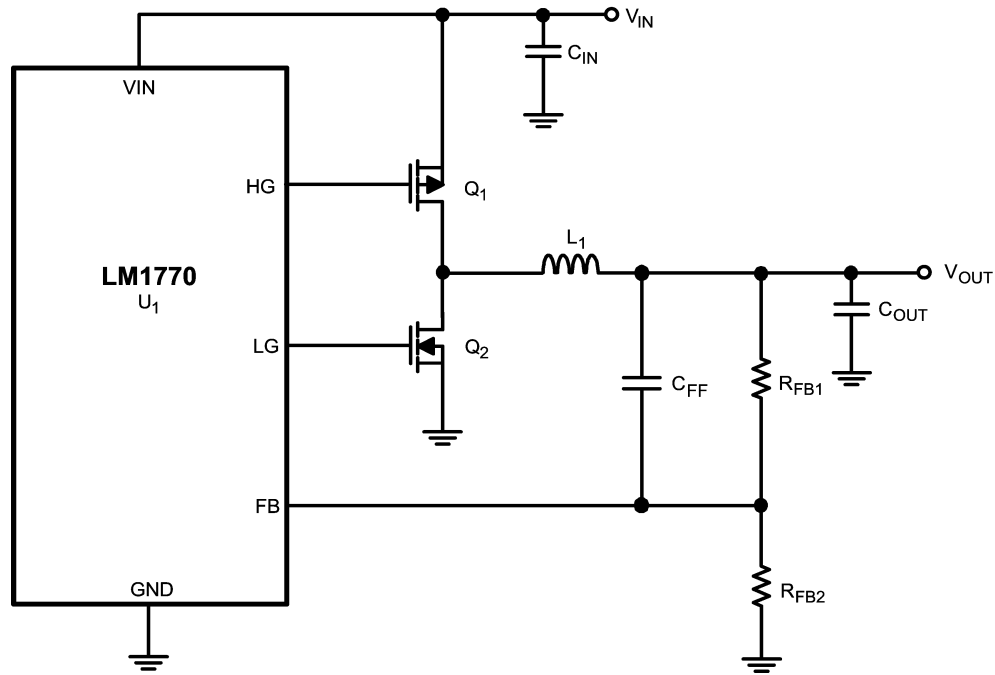
输出瞬态响应



20170508

 V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

1.5MHz下5V到2.5V的转换（最大输出电流3A）



20170505

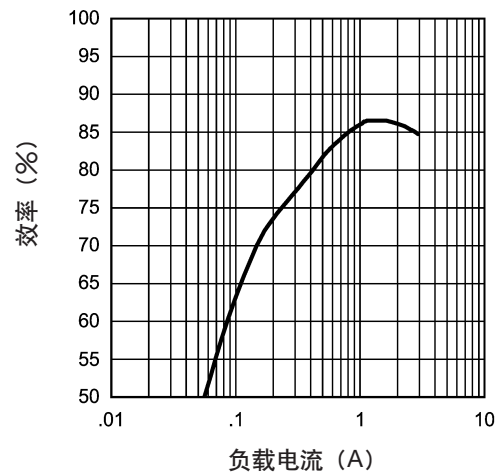
使用小数值电感（1.5 μ H）保证高频工作。使用68 μ F小体积POSCAP输出电容，同时使用10nF陶瓷前馈电容提供稳定性。为实现1.5MHz的开关频率，LM1770

的时序设置应设为500ns。同时，使用SI3867DV型和SI3460DV型FET。

1.5MHz下5V到2.5V降压转换元件清单

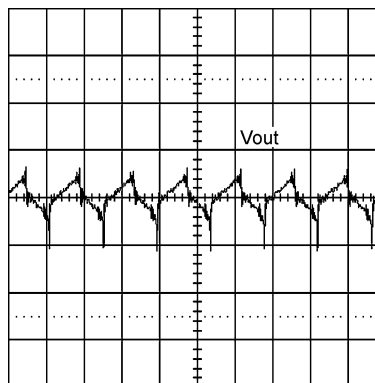
标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770S	同步降压转换控制器	SOT23-5	500 ns	NSC	1
C _{OUT}	4TB68M	电容	B2	68 μ F/POSCAP/4V	Sanyo	1
C _{FF}	VJ0805Y103KXXM	电容	0805	10 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM32ER61A226KA65B	电容	1210	22 μ F/X5R/10V	muRata	1
C _{OUT}	4TB68M	电容	B2	68 μ F/POSCAP/4V	Sanyo	1
L	DO3316P-152ML	电感		1.5 μ H	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1
R _{FB1}	CRCW08051692	电阻	0805	16.9 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW08058061	电阻	0805	8.06 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1

1.5MHz下5V到2.5V的转换（最大输出电流3A）(续)

与输入电压 (V_{IN}) 相关的效率

20170510

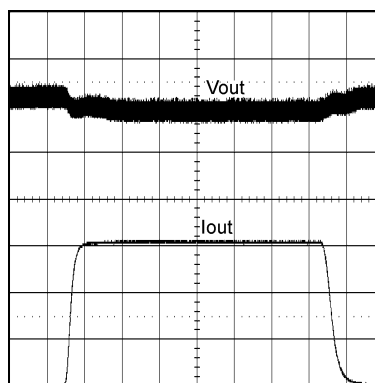
输出电流3A时的输出纹波



20170511

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

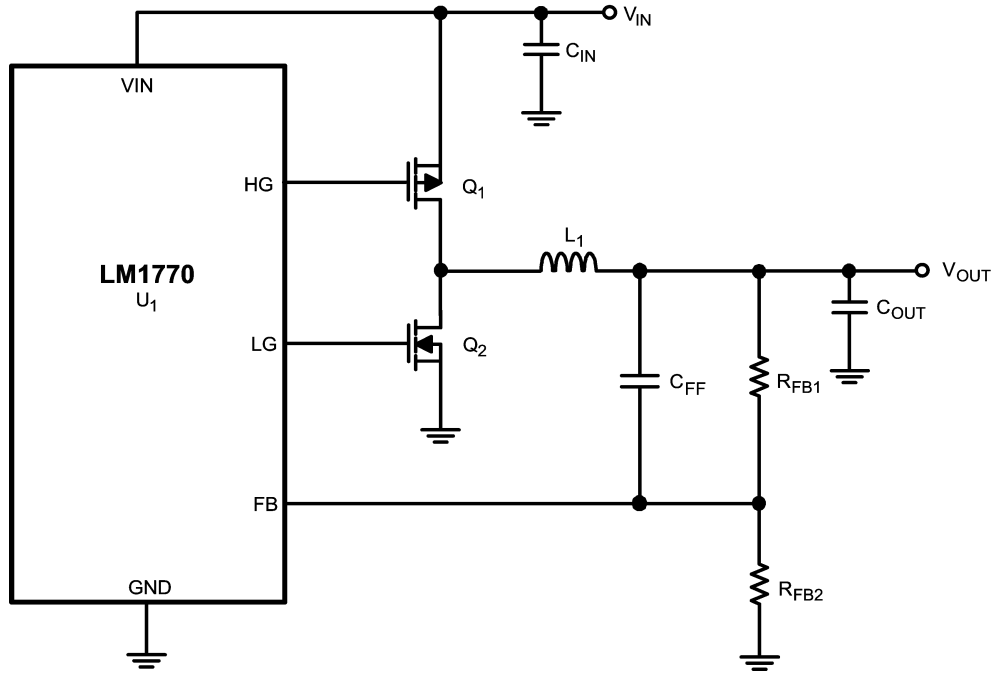
输出瞬态响应



20170512

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div
 I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

378kHz下5V到2.5V的转换（最大输出电流2A）



20170505

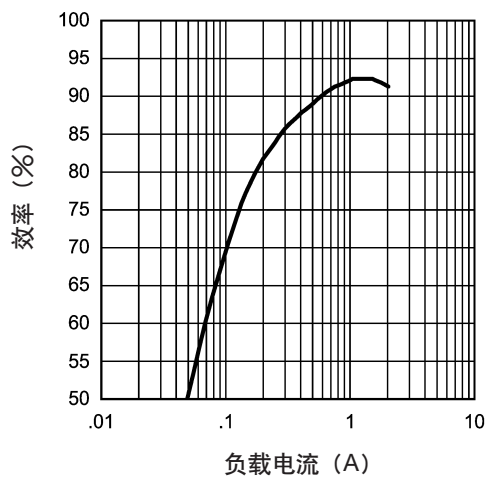
本参考设计中使用微小封装元件实现了一个尺寸最小的完整电源解决方案。为减小元件尺寸，使用5.0μH小封装电感与47μF的POSCAP输出电容。使用10nF陶瓷前馈电容改善电路稳定性，同时使用SI3867DV型和

SI3460DV型FET。为保证工作频率为378kHz，LM1770的时序设置应设为2000ns。本参考设计与LM1770演示板中的电路相同，想了解电路设计和PCB版图的更多信息，请参考应用注释AN-1400。

378kHz下5V到2.5V降压转换元件清单

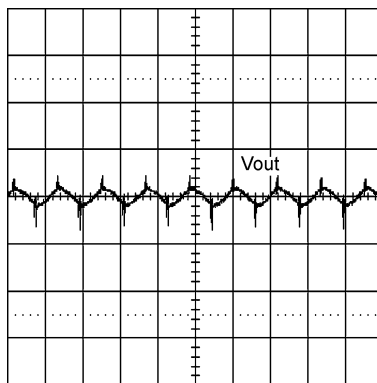
标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770U	同步降压转换控制器	SOT23-5	2000 ns	NSC	1
C _{FF}	VJ0603Y103KXXA	电容	0603	10 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM21BR60J226ME39B	电容	0805	22 μF/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	4TPC47M	电容	B1	47 μF/POSCAP/4V	Sanyo	1
L	MSS7341-502NX	电感		5.0 μH	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1
R _{FB1}	CRCW06032102F	电阻	0603	21 kΩ ±1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW06031002	电阻	0603	10 kΩ ±1%	Dale	1

378kHz下5V到2.5V的转换（最大输出电流2A）（续）

与输入电压 (V_{IN}) 相关的效率

20170514

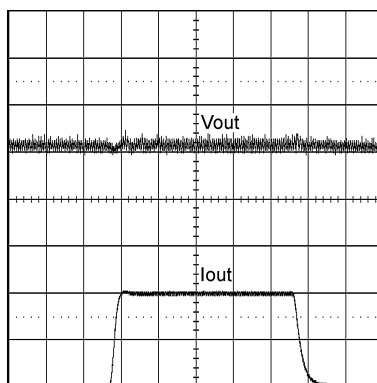
输出电流3A时的输出纹波



20170515

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

输出瞬态响应

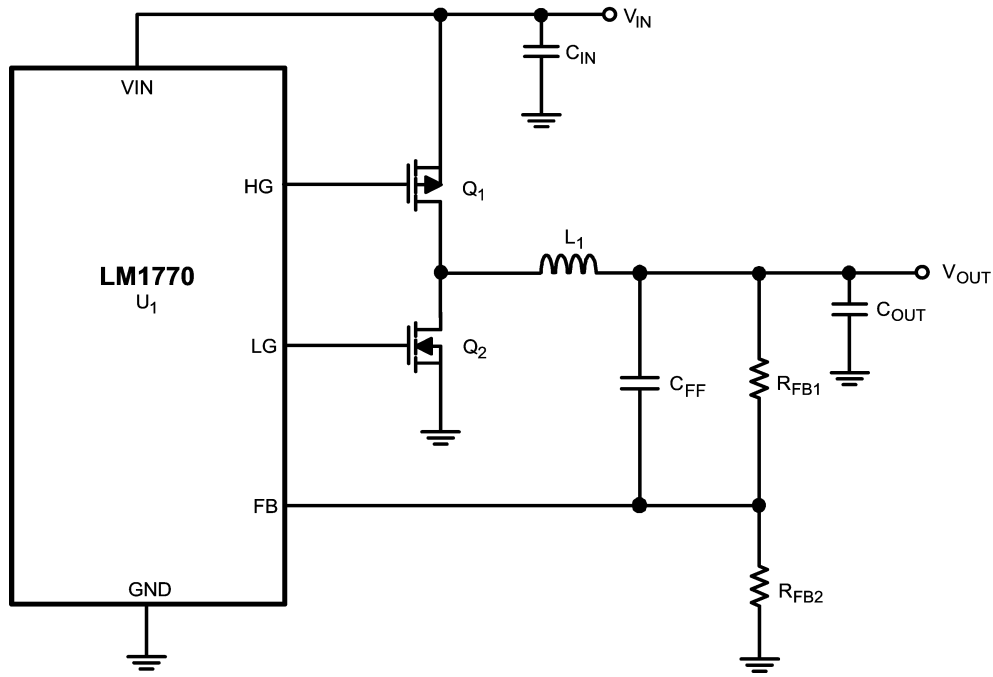


20170516

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div

I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

303kHz下5V到1V的转换（最大输出电流3A）



20170505

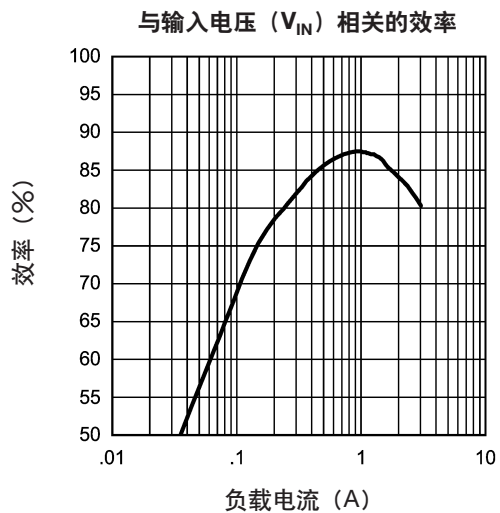
本参考设计显示了LM1770在低开关频率和低输出电压工作条件下的性能。为减小输出端的电压纹波并保证稳定性，使用6.8 μ H电感与68 μ F低ESR的OSCON输出

电容。同时使用10nF前馈电容、SI3867DV型PFET和SI3460DV型NFET。为保证工作频率为303kHz，LM1770的时序设置应设为2000ns。

303kHz下5V到1V降压转换元件清单

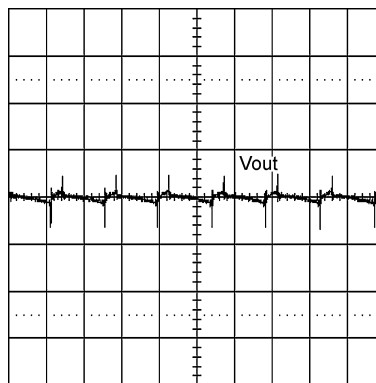
标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770T	同步降压转换控制器	SOT23-5	1000 ns	NSC	1
C _{FF}	VJ0805Y103KXXM	电容	0805	10 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM43SR60J107ME20B	电容	1812	100 μ F/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	6SVPC100M	电容	B6	100 μ F/OSCON/6.3V	Sanyo	1
L	DO3316P-682ML	电感		6.8 μ H	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1
R _{FB1}	CRCW08052001	电阻	0805	2 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW08058061	电阻	0805	8.06 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1

303kHz下5V到1V的转换（最大输出电流3A）(续)



20170518

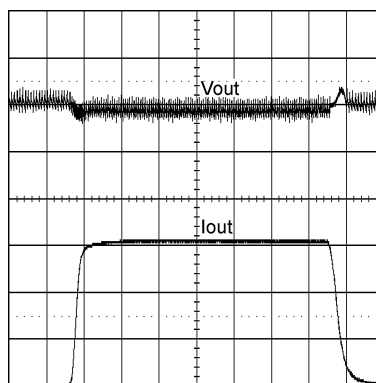
输出电流3A时的输出纹波



20170519

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

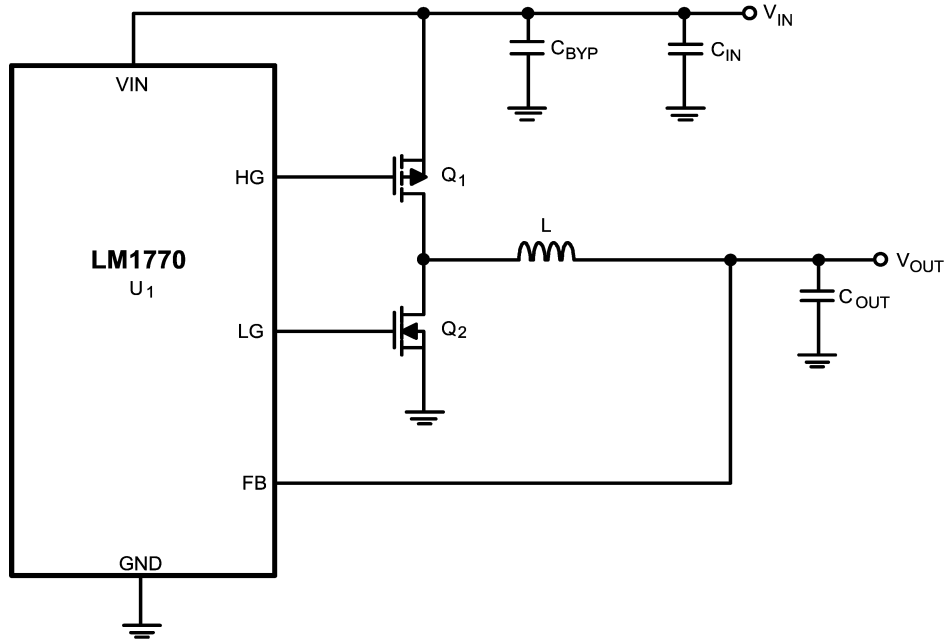
输出瞬态响应



20170520

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div
 I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

242kHz下3.3V到0.8V的转换（最大输出电流2A）



20170521

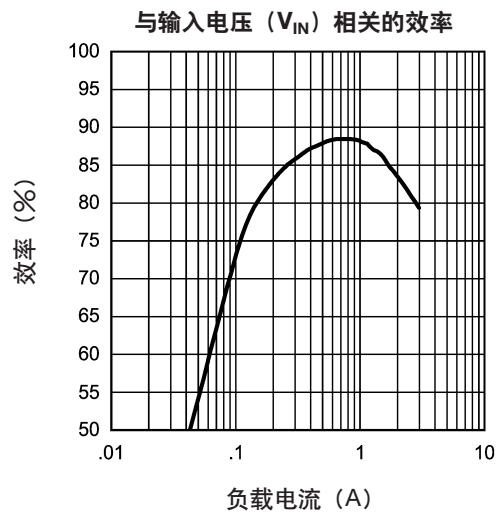
本参考设计将输出电压稳定在LM1770的参考电压上。由于输出电压直接连接到反馈管脚上，所以本设计中不需要反馈电阻。为了在输出端产生足够的纹波以保

证稳定性，使用6.8 μ H的电感和150 μ F的POSCAP输出电容。使用SI3867DV型和SI3460DV型FET，无需反馈电容。

242kHz下3.3V到0.8V降压转换元件清单

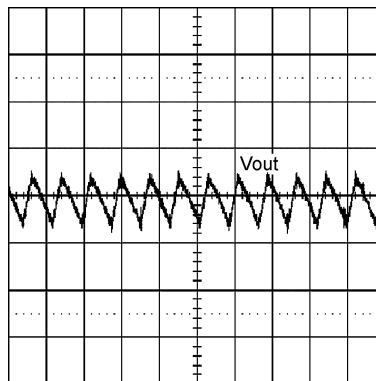
标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770T	同步降压转换控制器	SOT23-5	1000ns	NSC	1
C _{BYP}	VJ0805Y104KXXM	电容	0805	100 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM32ER60J476ME20B	电容	1210	47 μ F/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	4TPB150MC	电容	C	150 μ F/POSCAP/6.3V	Sanyo	1
L	DO3316P-682ML	电感		6.8 μ H	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1

242kHz下3.3V到0.8V的转换（最大输出电流2A）（续）



20170522

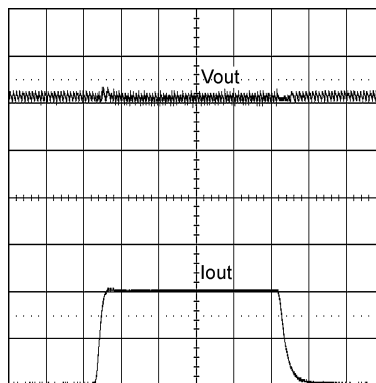
输出电流3A时的输出纹波



20170523

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

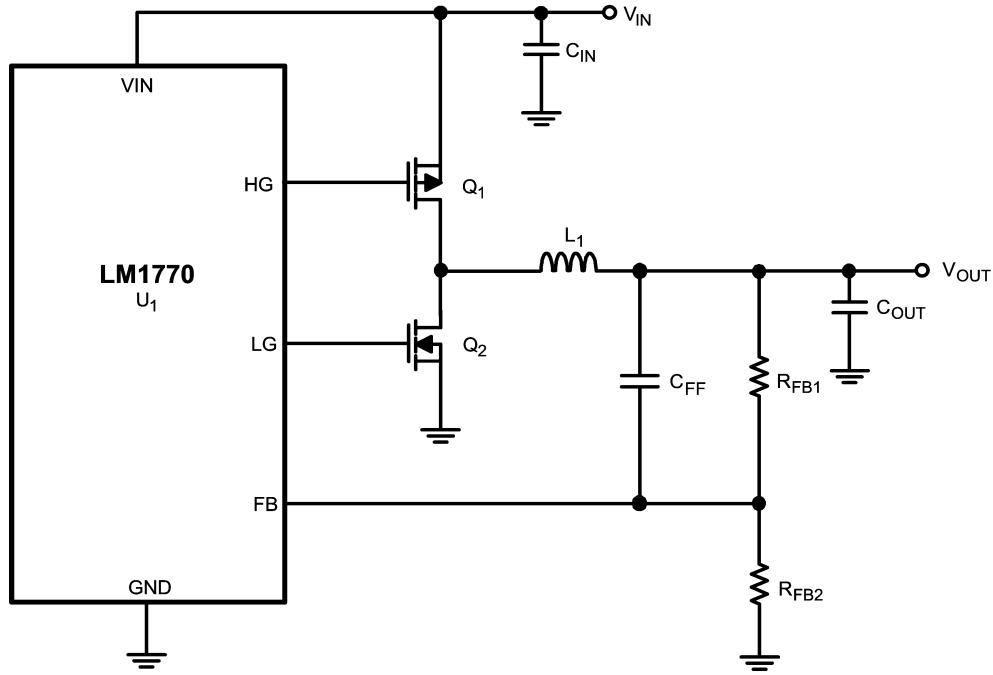
输出瞬态响应



20170524

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div
 I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

545kHz下3.3V到0.9V的转换（最大输出电流3A）DDR2应用



20170505

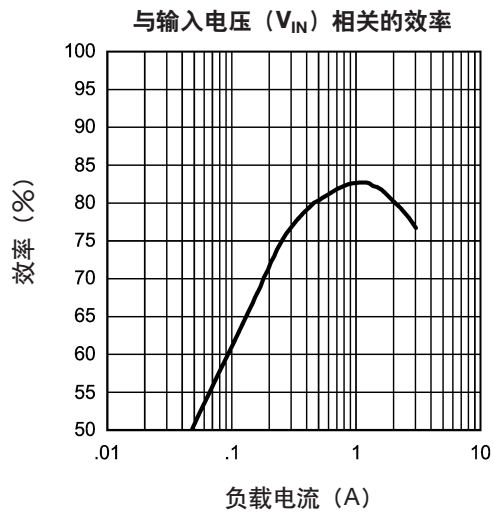
本参考设计与上面的0.8V设计相比，工作频率更高。可以使用较小尺寸的3.3μH电感，从而使整个电源设计可以容纳在LM1770评估板之上。输出为0.9V VTT电压，适于DDR2应用。本参考设计可以输出或吸收电

流。使用100μF的POSCAP输出电容、SI3867DV型和SI3460DV型FET。为保证工作频率为545kHz，LM1770的时序设置应设为500ns。

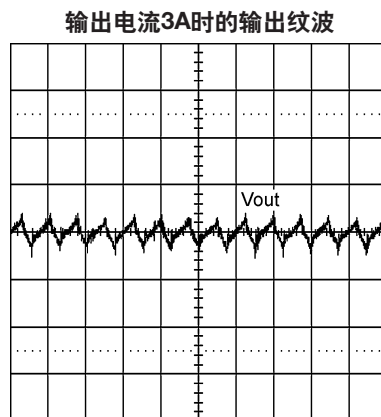
545kHz下3.3V到0.9V降压转换元件清单

标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770S	同步降压转换控制器	SOT23-5	500 ns	NSC	1
C _{FF}	VJ0603Y102KXXM	电容	0603	1 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM21BR60J226ME39B	电容	0805	22 μF/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	6TPB100MA	电容	B2	100 μF/POSCAP/6.3V	Sanyo	1
L	MSS7341-332NX	电感		3.3 μH	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1
R _{FB1}	CRCW06031001	电阻	0603	1 kΩ ±1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW06038061	电阻	0603	8.06 kΩ ±1%	Dale	1

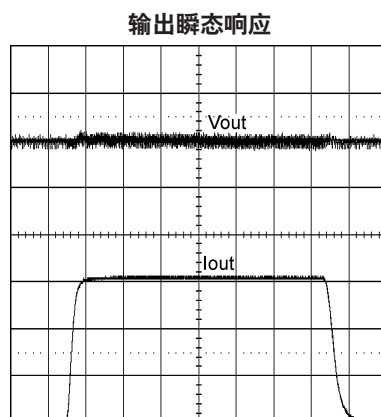
545kHz下3.3V到0.9V的转换（最大输出电流3A）DDR2应用(续)



20170526



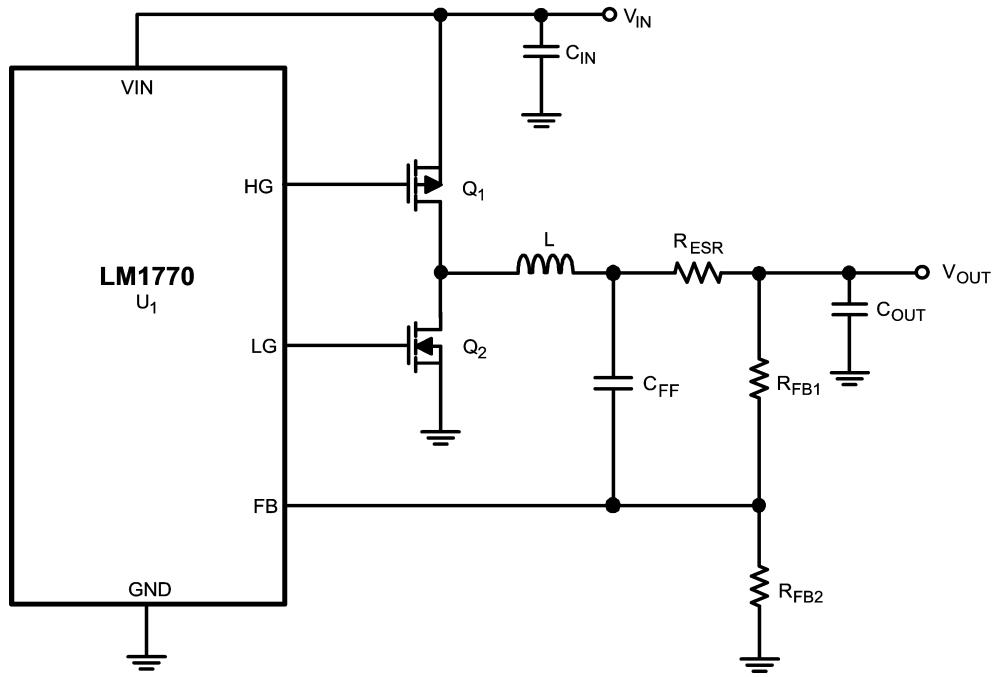
20170527

 V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

20170528

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div
 I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

272kHz下3.3V到1.8V的转换（最大输出电流2A）全陶瓷电容应用



20170529

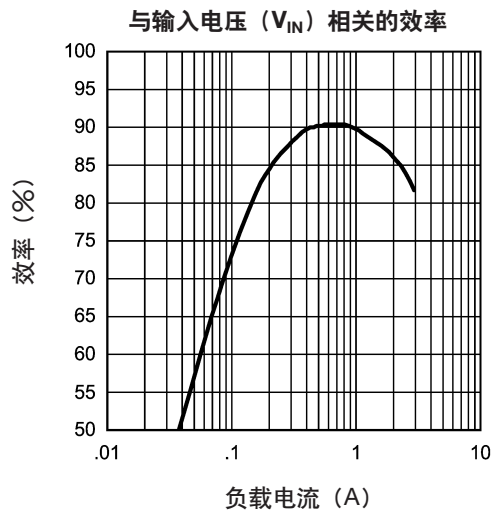
本应用设计使用22 μ F的陶瓷输出电容。由于陶瓷电容ESR值较低，为了输出端产生足够的波纹，还需要一个50m Ω 电阻。使用3.3 μ H电感以及保证稳定性的10nF

前馈电容。电源端和接地端开关分别使用SI3867DV型和SI3460DV型FET。为保证工作频率为272kHz，LM1770的时序设置应设为2000ns。

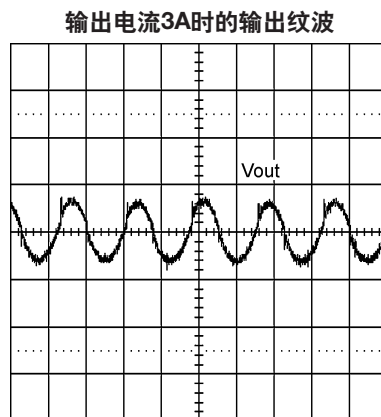
272kHz下3.3V到1.8V降压转换元件清单

标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770U	同步降压转换控制器	SOT23-5	2000 ns	NSC	1
C _{FF}	VJ0805Y103KXXA	电容	0805	10 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM32ER60J476ME20B	电容	1210	47 μ F/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	GRM32ER61A226KA65B	电容	1210	22 μ F/X5R/10V	muRata	1
L	DO3316P-332ML	电感		3.3 μ H	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Siliconix	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1
R _{ESR}	WSL-1206	电阻	1206	.05 Ω $\pm$ 1%	Dale	1
R _{FB1}	CRCW08051241	电阻	0805	1.24 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW08051001	电阻	0805	1.00 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1

272kHz下3.3V到1.8V的转换（最大输出电流2A）全陶瓷电容应用(续)

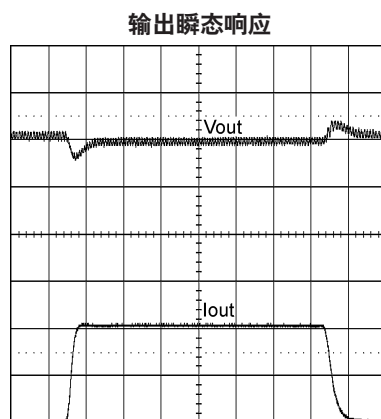


20170530



20170531

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div

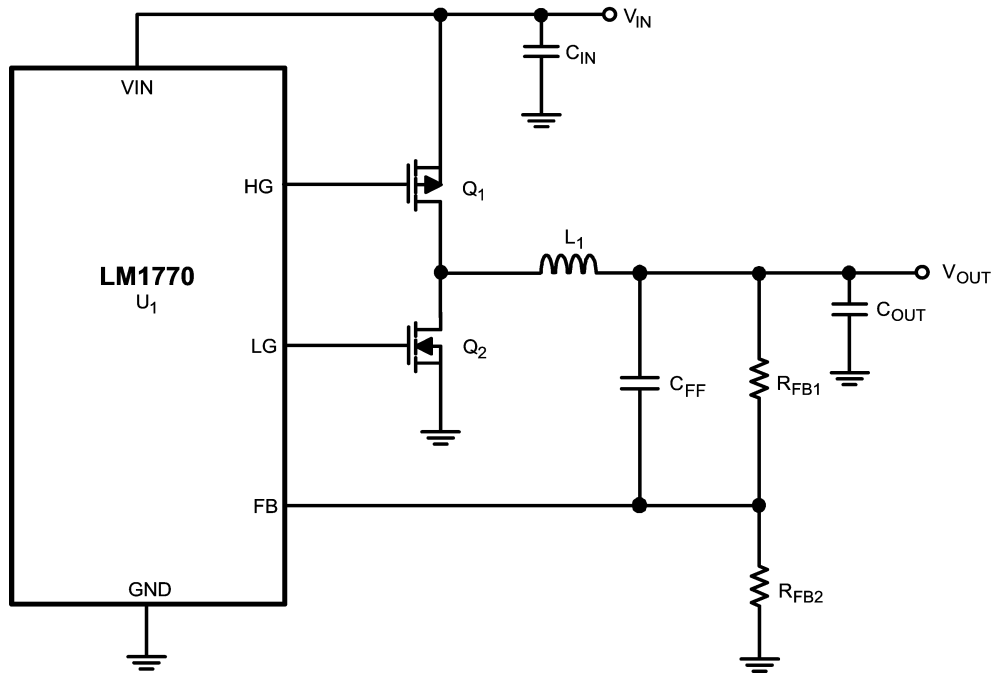


20170532

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div

I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

545kHz下3.3V到1.8V的转换（最大输出电流2A）



20170505

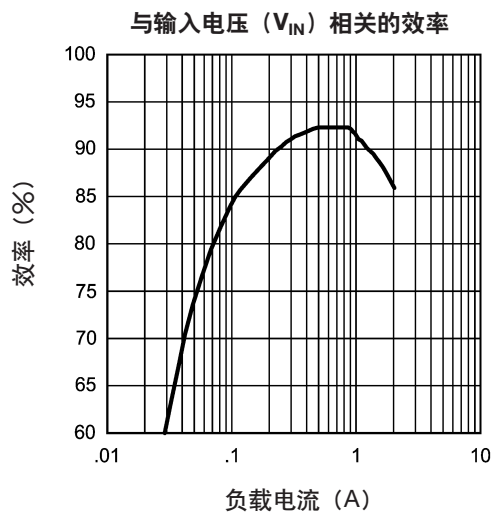
本参考设计是另一个使用小尺寸元件以适应LM1770评估板空间的设计。使用6.2 μ H的电感和68 μ F的POSCAP电容构成输出滤波器，使用10nF前馈电容改进

稳定性。使用SI3867DV型和SI3460DV型FET。为保证工作频率为545kHz，LM1770的时序设置应设为1000ns。

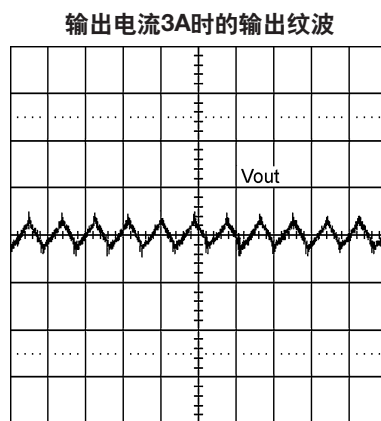
545kHz下3.3V到1.8V降压转换元件清单

标号	元件型号	类型	封装	参数	生产厂商	数量
U ₁	LM1770T	同步降压转换控制器	SOT23-5	1000 ns	NSC	1
C _{FF}	VJ0603Y103KXXM	电容	0603	10 nF/X7R/25V	Vitramon	1
C _{IN}	GRM32ER61A226KA65B	电容	0805	22 μ F/X5R/6.3V	muRata	1
C _{OUT}	4TPB68M	电容	B2	68 μ F/POSCAP/4.0V	Sanyo	1
L	MSS7341-622NX	电感		6.2 μ H	Coilcraft	1
Q ₁	SI3867DV	PFET	TSOP-6	SI3867DV	Fairchild	1
Q ₂	SI3460DV	NFET	TSOP-6	SI3460DV	Siliconix	1
R _{FB1}	CRCW06031002	电阻	0603	10 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1
R _{FB2}	CRCW06038061	电阻	0603	8.06 k Ω $\pm$ 1%	Dale	1

545kHz下3.3V到1.8V的转换（最大输出电流2A）(续)

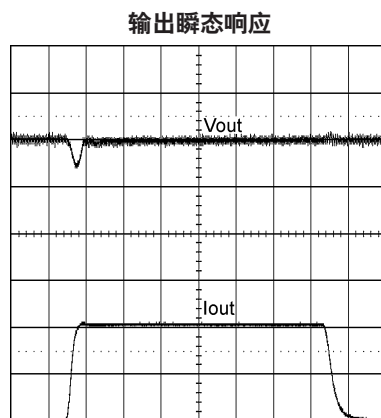


20170534



20170535

V_{OUT} : 输出纹波电压, 200mV AC/div



20170536

V_{OUT} : 输出电压, 20mV AC/div
 I_{OUT} : 负载电流, 1A/div

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：（a）打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；（b）支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

www.national.com

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品 & TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters
DLP® 产品	www.dlp.com
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers
接口	www.ti.com.cn/interface
逻辑	www.ti.com.cn/logic
电源管理	www.ti.com.cn/power
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys
OMAP 机动性处理器	www.ti.com.cn/omap
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity
德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司