



基于开关转换器的高速ADC供电解决方案(中)

High-speed ADC Power Supply Solution Based on the Switch Converter

刘先锋 秦小虎 德州仪器公司

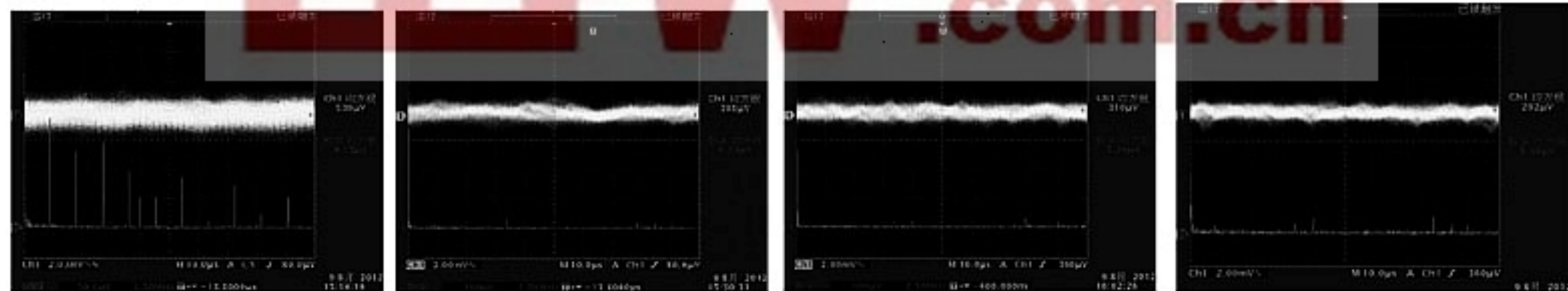
DC/DC转换器和LDO的电源测试结果与分析

开关调节器技术已今非昔比,当与后置滤波、精心的设计和布局布线做法相结合,开关调节器可以用作许多高速模数转换器的高效率电源解决方案。总体的任务是使目标频率内的总噪声要低于噪声底,防止它影响ADC性能。一般情况下DC/DC转换器的噪声会大于ADC的噪声底,但是由于ADC的电源抑制能力,噪声会被大幅度地抑制,因此开关噪声不会过度地影响ADC的性能。

计者使用小容量的三端电容匹配磁珠滤除,这样外部的滤波器尺寸更加小巧,满足实际使用要求。

电源滤波器的其它一些组件还包括去耦电容。正确选择容值,以形成低阻接地通路的共振频率接近于开关频率。这样,通过铁氧体磁珠的开关噪声便可短路接地。

从图4中可以发现,DC-DC TPS62590的输出端经过FB9和FB16之后,输出电压中的纹波噪声有效值



(a) TPS62590_C63电容正极上的测试波形,取RMS值 539 μ V (b) TPS62590_FB9_FB16 输出端波形,取RMS值 308 μ V (c) TPS79618_C86电容正极测试波形,取RMS值 310 μ V (d) TPS79618_FB9_FB16 输出端测试波形,取RMS值 292 μ V

图4 ADS58C20EVM板上TPS62590输出结果

我们对ADS58C20的评估版(ADS58C20EVM)进行了研究,为了方便大家的使用,该评估板上提供了2种电源供大家选择。一种是基于低噪声LDO的TPS79601,另一种是基于TI最新的DC/DC转换器的TPS62590。如图3所示。

DC/DC转换器TPS62590是一个内部集成开关管、具有1A电流输出能力的同步整流降压型直流变换器,它的开关频率可以高达2.25MHz,可以使用1 μ H~2.2 μ H的电感,这样就可以保证整个变换器的PCB布局紧凑,降低噪音对外部环境的干扰,2.25MHz的开关频率可以允许设

(308 μ V)已经和LDO TPS79618输出端同样经过FB9和FB16之后的值(292 μ V)基本一致,因此具有基本一致的噪声密度,所以无论是DC/DC还是LDO给ADC供电,只要经过合适的噪声抑制手段都会获得理想、干净的输出电压给ADC。用DC/DC转换器和LDO为高速ADC供电的试验结果与分析

TPS62590在20MHz带宽内可能具有308 μ V_{rms}噪声。假设该噪声为白噪声,则它在目标频段内相当于68.9nV_{rms}/rt-Hz的噪声密度。

以ADS58C20为例,一个1.9V_{pp}满量程输入范围、



70dB SNR和250Msps采样速率的14位ADC，其噪底为19.1nVrms。任何来源的噪声都必须低于此值，以防其影响ADC性能。在第一奈奎斯特区，ADC的噪声将是 $213.5 \mu\text{Vrms} (19.1\text{nVrms}/\text{rt-Hz}) * \sqrt{(250\text{MHz}/2)}$ 。虽然转换器的噪声(68.9nV/rt-Hz)是ADC噪底的3倍以上，但ADC有40dB的PSRR，它会将开关调节器的噪声抑制到689pV/rt-Hz(68.9nV/rt-Hz*10mV/V)。这一噪声比转换器的噪底小得多，因此DC/DC转换器的噪声不会降低转换器的性能。

表1 不同供电模式下ADS58C20性能测试结果

输入中频 (M)	LDO		DC/DC		线性电源	
	SNR (dBFS)	SFDR (dBc)	SNR (dBFS)	SFDR (dBc)	SNR (dBFS)	SFDR (dBc)
25.005	71.16	87.2	71.15	87.8	71.12	88.38
49.965	70.63	85.96	70.69	86.27	70.68	87.11
94.935	70.46	86.53	70.44	86.28	70.54	87.06
119.895	69.71	85.28	69.78	84.85	70.03	87.86
150.105	69.16	82.1	69.17	81.3	69.62	83.99
169.935	69.19	85.31	69.49	85.57	69.4	84.59
199.965	69.15	84.86	68.95	83.04	68.76	82.92
240.015	69.04	82.24	68.98	82.22	68.86	86.82
299.995	68.28	76.04	67.75	76.67	68.2	74.28
349.995	67.6	74.4	67.54	75.39	67.73	72.47
400.035	67.3	74.01	66.7	72.72	67.42	71.01

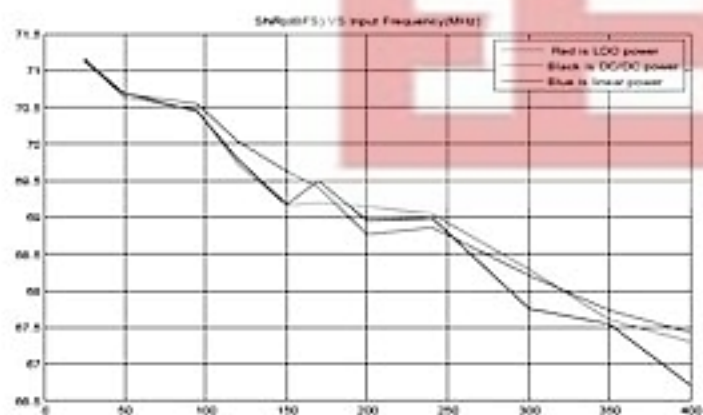


图5 不同供电模式下ADS58C20 SNR测试结果

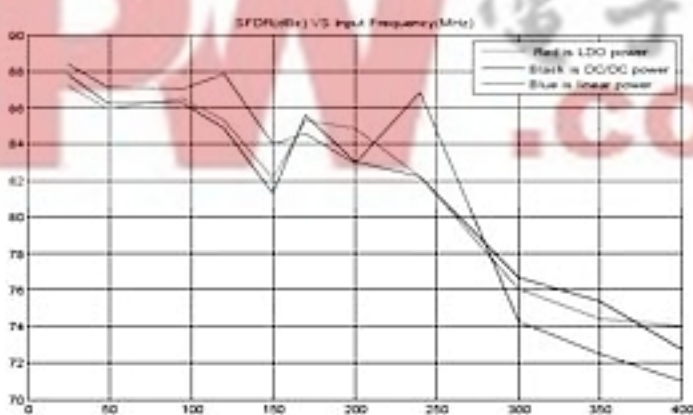


图6 不同供电模式下ADS58C20 SFDR测试结果

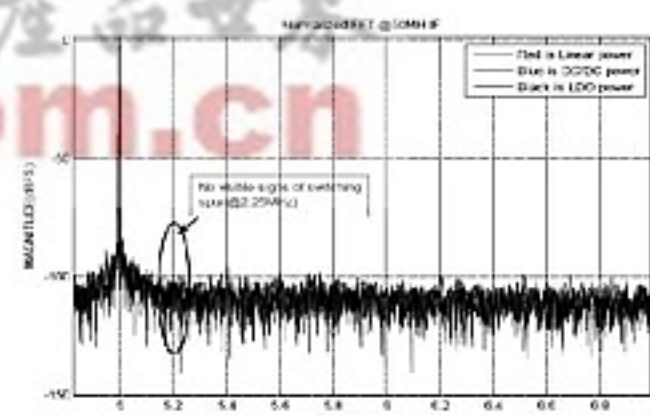


图7 不同供电模式下ADS58C20输出信号FFT图

我们做了一系列的试验，在每种电源配置的情况下，对ADC的AC性能进行了测试，以确定采用不同电源时，ADC的性能变化。在这些设置中，模拟输入信号都采用罗德施瓦茨(R&S)的SMU200A信号发生器和K&L带通滤波器。测试结果如表1所示，可以看到采用LDO和DC/DC转换器相比，SNR和SFDR性能没有显著的变化。

分别使用实验室线性电源，LDO和DC/DC三种电

源供电时，ADC输出数据的FFT图，以输入信号开始，绘制出噪声与偏频之间的对比关系，表明使用DC/DC加磁珠滤波时，ADC频域输出的奈奎斯特域的噪底稍有变化。但是，看不出DC/DC转换器开关频率泄露。

如前所述，使用DC/DC转换器代替线性稳压器的主要优点是效率高。在ADS58C20EVM实验中，LDO和开关转换器都通过一个外部5V电源供电，DVDD和AVDD都从一个电源域生成。表2列出了测得其各自的静态电流。

这些测试结果表明，使用LDO时，LDO本身消耗的功率比ADC的消耗功率还多，而开关转换器方式消耗的额外功率很低，所以是一种非常高效的电源设计。通过将输入电压从5V降低至3.3V或更低，虽可进一步提高LDO的效率，但代价是要增加一级电压转换，系统成本更高，体积更大。

尽管DC/DC转换器使用的外部组件比LDO设计要多，但DC/DC转换器解决方案的整体尺寸可能会更小，因为新型的DC/DC转换器拥有更高的开关频率，其可以极大地缩小电感器尺寸(例如：TPS62590的开关频率为

2.25MHz时，所需电感为2.2 μH)。

相反，线性稳压器虽然要求较少的电源滤波，但其封装尺寸因为功耗的问题，因而小型化受到限制。从成本角度来看，开关稳压器解决方案可能会因组件数目较多而稍显昂贵。但是，它的高效率可以节省散热技术成本，并能降低系统功率预算。[5]