

Окончание. Начало в № 10 '2009

Разработка устройств питания для ПЛИС фирмы Xilinx на основе интегральных стабилизаторов напряжения, выпускаемых компанией National Semiconductor

Валерий ЗОТОВ
walerry@km.ru

В третьей части статьи представлена информация о рекомендуемых микросхемах компании National Semiconductor для применения в составе узлов питания кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX, Virtex-4 FX, Virtex-II, Virtex-II Pro, Virtex-E и Virtex. Для каждого из этих семейств приводится пример типовой схемы питания ПЛИС. Здесь также кратко рассмотрены возможные варианты реализации источников опорного напряжения, используемого во входных цепях блоков ввода/вывода ПЛИС при их конфигурировании в соответствии с низковольтными цифровыми сигнальными стандартами, и напряжения согласования на базе интегральных стабилизаторов компании National Semiconductor. Кроме того, в заключительной части приводятся сведения о супервизорах напряжения, которые могут быть включены в состав узлов питания кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx.

Интегральные микросхемы компании National Semiconductor, рекомендуемые для применения в составе узлов питания ПЛИС семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX

Узлы питания кристаллов программируемой логики, относящихся к семействам Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX, должны обеспечивать формирование не менее трех различных выходных напряжений. Для питания ядра ПЛИС необходим источник V_{ccint} , номинальное значение вырабатываемого напряжения которого равно 1,2 В [17]. Выходной ток этого источника, в зависимости от используемого типа кристалла и проекта, загружаемого в ПЛИС, может принимать значения в диапазоне от 0,2 до 5 А. Значение напряжения питания выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{ccaux} определяется цифровым сигнальным стандартом, в соответствии с которым конфигурируются пользовательские контакты кристалла в разрабатываемом устройстве. В ПЛИС семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX реализована поддержка большого количества широко используемых однополюсных и дифференциальных цифровых сигнальных стандартов

ввода/вывода, включающего, в частности, LVTTTL, LVCMOS12, LVCMOS15, LVCMOS18, LVCMOS25, LVCMOS33, GTL, GTL+, PCI-X, PCI33, PCI66, SSTL18 (Class I), SSTL18 (Class II), SSTL2 (Class I), SSTL2 (Class II), HSTL18 (Class I), HSTL18 (Class II), HSTL18 (Class III), HSTL18 (Class IV), HSTL (Class I), HSTL (Class II), HSTL (Class III), HSTL (Class IV), LVDS, LDT, LVPECL, RSDS, Bus

LVDS, ULVDS, Differential SSTL2 (Class I), Differential SSTL18 (Class II), Differential HSTL (Class II), Differential HSTL18 (Class II) [28]. В зависимости от выбранного стандарта сигналов для питания выходных каскадов блоков ввода/вывода необходим источник V_{cc0} с номинальным значением выходного напряжения 1,2; 1,5; 1,8; 2,5 или 3,3 В. Для формирования дополнительного напряжения питания V_{ccaux}

Таблица 5. Интегральные микросхемы для применения в составе узлов питания ПЛИС семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{in} = 3,3$ В	Входное напряжение $V_{in} = 4,5-5,5$ В	Входное напряжение $V_{in} = 8-14$ В	
XC4VLX15; XC4VLX25; XC4VFX12; XC4VFX20	V_{ccint}	1,2	0,2-3	LP3875-ADJ (<1 А); LM2830 (<1 А); LM2853 (<3 А)	LM3674-1.2 (<0,6 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2747 (>2 А)
	V_{ccaux}	2,5	0,3	LP3981-2.5 (<0,3 А); LM3670-2.5 (<0,3 А)	LP3981-2.5 (<0,3 А); LM3670-2.5 (<0,3 А)	LM2736 (<750 мА)
	V_{cc0}	1,2	0,05-2	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2852 (<2 А)	LP3881-1.2 (<500 мА); LM2852 (<2 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)
		1,5		LM3674-1.5 (<0,6 А); LP3875-ADJ (<1 А); LM2830 (<1 А); LM2852 (<2 А)	LM3674-1.5 (<0,6 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2651 (<1,5 А); LM2852 (<2 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)
		1,8		LM3674-1.8 (<0,6 А); LP3875-1.8 (<1 А); LM2830 (<1 А); LM2852 (<2 А)	LM3674-1.8 (<0,6 А); LP3874-1.8 (<0,8 А); LM2830 (<1 А); LM2852 (<2 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)
		2,5		LM3674-ADJ (<0,6 А); LP3875-2.5 (<1 А); LM2830 (<1 А); LM2852 (<2 А)	LM3674-ADJ (<600 мА); LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2830 (<1 А); LM2852 (<2 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)
3,3		-	LM3674-ADJ (<600 мА); LP3874-3.3 (<1 А); LM2830 (<1 А); LM2852 (<2 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)		

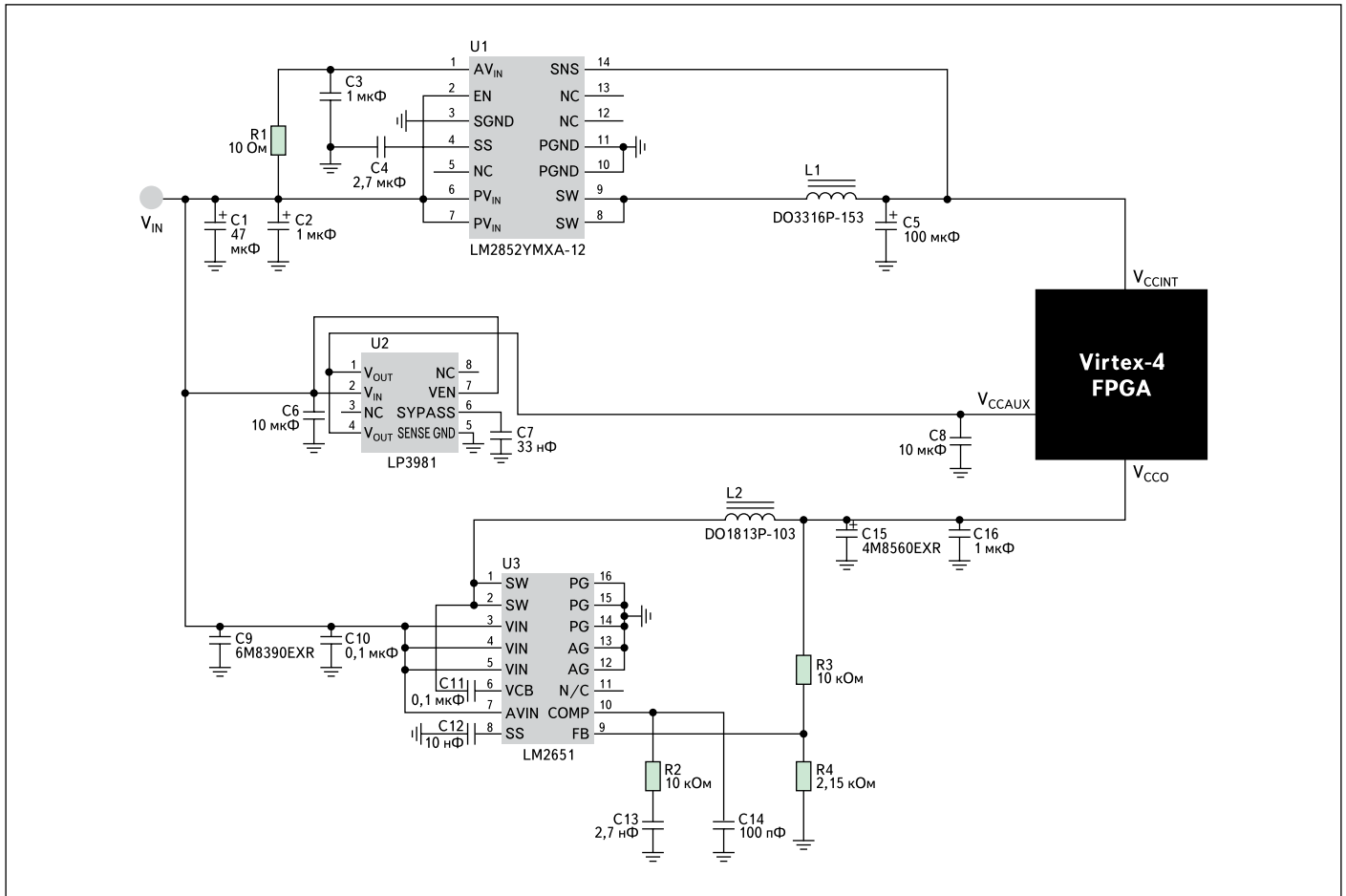


Рис. 19. Схема типового узла питания ПЛИС серии Virtex-4, реализованная на основе интегральных стабилизаторов напряжения

кристаллов рассматриваемых семейств требуется источник с выходным уровнем 2,5 В, обеспечивающий ток нагрузки не менее 0,3 А.

В таблице 5 приведены возможные варианты использования интегральных микросхем компании National Semiconductor для разработки всех необходимых источников питания ПЛИС семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX.

Примером реализации узла питания ПЛИС серии Virtex-4 на базе интегральных

стабилизаторов напряжения компании National Semiconductor является принципиальная схема, изображенная на рис. 19. В качестве входного напряжения V_{IN} в представленной схеме используется уровень, значение которого равно 5 В. Источник напряжения питания для ядра кристалла V_{ccint} , входящий в структуру этого узла, выполнен на основе импульсного преобразователя LM2852YMXA-1.2, который обеспечивает выходной ток 2 А. Формирование

напряжения питания для выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{cco} , равного 1,5 В, осуществляется импульсным стабилизатором LM2651, выходной ток которого может достигать 1,5 А. Дополнительное (вспомогательное) напряжение питания V_{ccaux} вырабатывается линейным стабилизатором с ультранизким падением напряжения на регулирующем элементе (Ultra LDO) LP3981, который обеспечивает ток нагрузки до 300 мА.

Таблица 5. Интегральные микросхемы для применения в составе узлов питания ПЛИС семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX (продолжение)

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3$ В			Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5$ В			
			LP3875-ADJ (<1 А); LM2832 (<2 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3875-ADJ (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2747 (>1 А)				LP3875-ADJ (<1 А); LP3981-2.5 (<300 мА); LM3670-2.5 (<0,3 А)	LP3981-2.5 (<0,3 А); LM3670-2.5 (<0,3 А)	LM2736 (<0,75 А)	
XC4VLX40; XC4VLX60; XC4VLX80; XC4VFX40; XC4VFX60	Vccint	1,2	0,2-4			XC4VLX100; XC4VLX160; XC4VFX100; XC4VFX140	Vccint	1,2	0,2-5	LP3875-ADJ (<1 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3881-1.2 (<0,5 А); LM2852 (<2 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2747 (>1 А)
	Vccaux	2,5	0,3				Vccaux	2,5	0,3	LP3981-2.5 (<300 мА); LM3670-2.5 (<300 мА)	LP3981-2.5 (<300 мА); LM3670-2.5 (<300 мА)	LM2736 (<0,75 А)
	Vcco	1,2	0,05-3	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LP3881-1.2 (<0,5 А); LM2830 (<1 А); LM2853 (<3 А)		LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)	1,2	0,05-4	LP3874-ADJ (<800 мА); LM1771 (<6 А)	LP3881-1.2 (<0,5 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)
				LM3674-1.5 (<0,6 А); LP3875-ADJ (<1 А); LM2852 (<2 А); LM1771 (<6 А)	LM3674-1.5 (<0,6 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)		LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			LM3674-1.5 (<0,6 А); LP3875-ADJ (<1 А); LM2852 (<2 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2852 (<2 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)
				LP3874-1.8 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2852 (<2 А); LM1771 (<6 А)	LM3674-1.8 (<0,6 А); LP3874-1.8 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)		LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			LP3875-1.8 (<1 А); LM2832 (<2 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<800 мА); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)
				LP3875-2.5 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)		LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			LP3875-2.5 (<1 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)
Vcco	1,5	0,05-3	LP3874-1.8 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2852 (<2 А); LM1771 (<6 А)	LM3674-1.8 (<0,6 А); LP3874-1.8 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)	1,5	0,05-4	LP3875-1.8 (<1 А); LM2832 (<2 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<800 мА); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
			LP3875-2.5 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			LP3875-2.5 (<1 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
Vcco	1,8	0,05-3	LP3875-2.5 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)	1,8	0,05-4	LP3875-1.8 (<1 А); LM2832 (<2 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<800 мА); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
			LP3875-2.5 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			LP3875-2.5 (<1 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
Vcco	2,5	0,05-3	LP3875-2.5 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)	2,5	0,05-4	LP3875-1.8 (<1 А); LM2832 (<2 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<800 мА); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
			LP3875-2.5 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM2853 (<3 А)	LP3874-2.5 (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			LP3875-2.5 (<1 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LP3874-ADJ (<0,8 А); LM2831 (<1,5 А); LM2853 (<3 А); LM1771 (<6 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
Vcco	3,3	0,05-3	-	LP3874-3.3 (<0,8 А); LM2852 (<2 А); LM3475 (<7 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)	3,3	0,05-4	-	LP3875-3.3 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM3475 (<7 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		
			-	LP3874-3.3 (<0,8 А); LM2852 (<2 А); LM3475 (<7 А)	LM2734 (<1 А); LM2673-ADJ (<3 А)			-	LP3875-3.3 (<1 А); LM2852 (<2 А); LM3475 (<7 А)	LM2734 (<1 А); LM2747 (>1 А)		

Таблица 6. Интегральные микросхемы для применения в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3$ В			Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5$ В			Входное напряжение $V_{IN} = 12$ В		
			Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы	Микросхемы
XC2V400; XC2V250; XC2V500	Vccint	1,5	0,2-8	LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-3 А); LM2743 (2-8 А)	LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2745 (>2 А); ½ LM5642 (2-8 А)	LM2695 (<1,2 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2-8 А)	LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-3 А); LM2743 (2-10 А)	LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2745 (>2 А); ½ LM5642 (2-10 А)	LM2653 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2-10 А)		
	Vccaux	3,3	0,3	-	LP3981-3.3 (<0,3 А); LM3670 (<0,35 А); LM3671 (<600 мА)	LM2671-3.3 (<500 мА)	-	LP3981-3.3; LM3670 (<0,35 А); LM3671 (<0,6 А)	LM2671-3.3 (<0,5 А)		
	Vcco	1,5	0,05-2	LP3982-ADJ (<0,3 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-2 А)	LP3874-ADJ (<0,5 А); LM2852 (<2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2695 (<1,2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	LP3982-ADJ (<0,3 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-3 А)	LP3874-ADJ (<0,5 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2695 (<1,2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)		
				LP2989LV (<0,5 А); LP3872-1.8 (<1,5 А); LM3477A (1-2 А)	LP3871-1.8 (<0,6 А); LM2651-1.8 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-1.8 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	LP2989LV (<0,5 А); LP3872-1.8 (<1,5 А); LM3477A (1-3 А)	LP3871-1.8 (<0,6 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-1.8 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)		
				LP2989-2.5 (<0,5 А); LP3852-2.5 (<1,5 А); LP3853-2.5 (<3 А)	LP3871-2.5 (<0,7 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	LP2989-2.5 (<0,5 А); LP3852-2.5 (<1,5 А); LP3853-2.5 (<3 А)	LP3871-2.5 (<0,7 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)		
3,3	-	LP3871-3.3 (<0,8 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-3.3 (<0,5 А); LM2651-3.3 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-3.3 (<3 А)	-	LP3871-3.3 (<0,8 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-3.3 (<3 А)	LM2671-3.3 (<0,5 А); LM2651-3.3 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-3.3 (<3 А)					

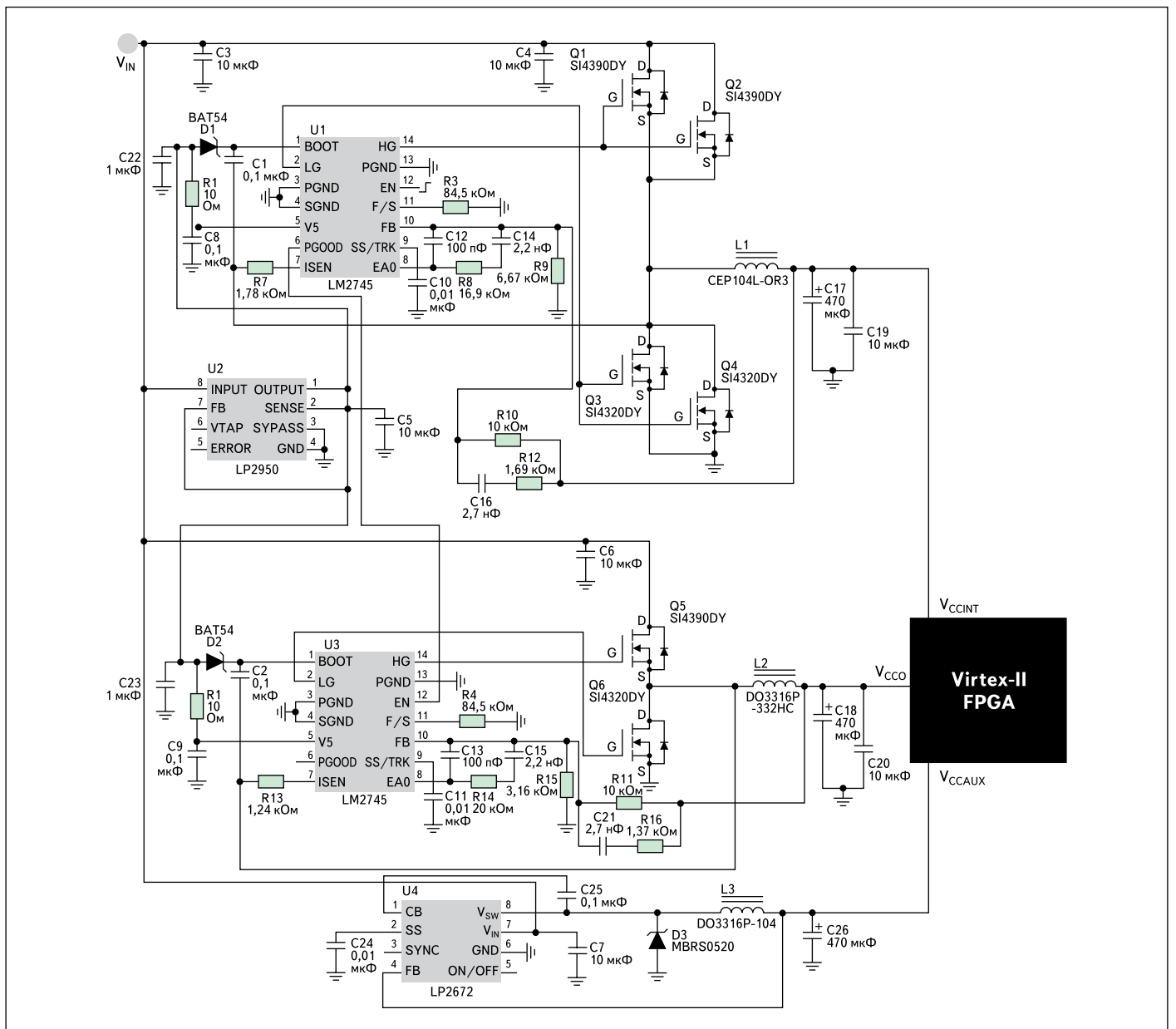


Рис. 20. Схема типового узла питания ПЛИС семейства Virtex-II

Таблица 6. Интегральные микросхемы для применения в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II (продолжение)

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3$ В	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5$ В	Входное напряжение $V_{IN} = 12$ В	
XC2V4000; XC2V6000; XC2V8000	Vccint	1,5	0,2–12	LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–12 A)	LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM2679-ADJ (<5 A); ½ LM5642 (2–12 A)	
	Vssaux	3,3	0,3	—	LM2671-3.3 (<0,5 A)	
	Vcco	1,5	0,05–5	LP3982-ADJ (<0,3 A); LP3874-ADJ (<0,8 A); LP3875-ADJ (<1,3 A); LM3477A (1–3 A); LM2743 (2–5 A)	LP3981-3.3; LM3670 (<0,35 A); LM3671 (<0,6 mA); LP3874-ADJ (<0,5 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2695 (<1,2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM3489 (<4 A); LM2679-ADJ (<5 A)
				LP2989LV (<0,5 A); LP3872-1.8 (<1,5 A); LM3477A (1–3 A); LM2743 (2–5 A)	LP3871-1.8 (<0,6 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2651-1.8 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM3489 (<4 A); LM2679-ADJ (<5 A)
		1,8	LP2989-2.5 (<0,5 A); LP3852-2.5 (<1,5 A); LP3853-2.5 (<3 A); LM3477A (1–5 A)	LP3871-2.5 (<0,7 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2651-2.5 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM3489 (<4 A); LM2679-ADJ (<5 A)	
			2,5	LP3871-3.3 (<0,8 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-3.3 (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2651-3.3 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-3.3 (<3 A); LM3489 (<4 A); LM2679-3.3 (<5 A)	
		3,3	—	—	—	

В качестве примера типового узла питания для ПЛИС семейства Virtex-II, разработанного на основе микросхем компании National Semiconductor, на рис. 20 представлена принципиальная схема, которую можно использовать при конфигурировании пользовательских входов и выходов в соответствии с сигнальными стандартами, требующими напряжения V_{CCO} , равного 2,5 В. Приведенная схема рассчитана на работу от источника входного напряжения V_{IN} , значение которого равно 12 В. Источники питания ядра кристалла V_{CCINT} и блоков ввода/вывода V_{CCO} выполнены на основе импульсных контроллеров LM2745. Выходной ток этих источников может достигать значений 12 и 5 А соответственно. Дополнительное (вспомогательное) напряжение питания V_{SSAUX} формируется с помощью импульсного преобразователя LM2672.

Интегральные микросхемы компании National Semiconductor, рекомендуемые для разработки узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II Pro

Наиболее заметным отличием архитектуры кристаллов семейства Virtex-II Pro от структуры ПЛИС Virtex-II — это присутствие высокоскоростных последовательных приемопередатчиков RocketIO Multi-Gigabit Transceiver (MGT) и аппаратных микропроцессорных ядер PowerPC фирмы IBM. Поэтому узлы питания кристаллов семейства Virtex-II Pro, кроме формирования соответствующих уровней напряжений для ядра ПЛИС V_{CCINT} , выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{CCO} и вспомогательного напряжения V_{SSAUX} , должны обеспечивать требуемые значения напряжений для высокоскоростных последовательных приемопередатчиков RocketIO MGT. Следует обратить внимание

Выбор компонентов, выпускаемых компанией National Semiconductor, для разработки узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II

В состав структуры узлов питания кристаллов программируемой логики семейства Virtex-II входят те же источники напряжения (V_{CCINT} , V_{CCO} и V_{SSAUX}), что и для ПЛИС семейств Virtex-4 LX, Virtex-4 SX и Virtex-4 FX. При этом следует учитывать, что значения формируемых напряжений и выходного тока этих источников для кристаллов семейства Virtex-II в большинстве случаев отличаются от ПЛИС серии Virtex-4. Номинальное значение напряжения питания ядра кристаллов семейства Virtex-II V_{CCINT} составляет 1,5 В [18]. Значение тока, потребляемого от этого источника, находится в диапазоне от 0,2 до 12 А, в зависимости от конкретного типа ПЛИС, объема логических ресурсов, используемых для реализации загружаемого проекта, и частоты сигналов разработанного устройства.

Блоки ввода/вывода кристаллов семейства Virtex-II могут конфигурироваться в соответствии со следующими однополюсными цифровыми сигнальными стандартами: LVTTTL, LVCMOS15, LVCMOS18, LVCMOS25, LVCMOS33, GTL, GTL+, PCI-X, PCI33, PCI66, HSTL15 (Class I), HSTL15 (Class II), HSTL15 (Class III), HSTL15 (Class IV), HSTL18 (Class I), HSTL18 (Class II), HSTL18 (Class III), HSTL18 (Class IV), SSTL18 (Class I), SSTL18 (Class II), SSTL2 (Class I), SSTL2 (Class II), SSTL3 (Class I), SSTL3 (Class II), AGP, AGP-2X [29]. Кроме того, ПЛИС рассматриваемого семейства поддерживают стандарты дифференциальных сигналов LVDS25, LVDS33, LVDS6T25, LVDS6T33, LDT, LVPECL, Bus LVDS, ULVDS. Поэтому для питания выходных каскадов

блоков ввода/вывода могут потребоваться источники с выходным напряжением 1,5; 1,8; 2,5 и 3,3 В.

Дополнительный источник питания V_{SSAUX} , который необходим для работы цифровых блоков управления синхронизацией Digital Clock Manager (DCM), контроллера JTAG-интерфейса и специальных контактов, предназначенных для конфигурирования ПЛИС, должен обеспечивать выходное напряжение 3,3 В. Выходной ток этого источника должен быть не менее 300 мА.

Чтобы выбрать микросхемы, выпускаемые компанией National Semiconductor, для реализации всех перечисленных выше источников питания кристаллов семейства Virtex-II с учетом требований, рассмотренных в [18], следует воспользоваться таблицей 6.

Таблица 7. Интегральные микросхемы для использования в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II Pro

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3$ В	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5$ В	Входное напряжение $V_{IN} = 12$ В	
XC2VP70; XC2VP100	Vccint	1,5	0,2–12	LP3875-ADJ (<1,3 A); LM3477A (1–3 A); LM2743 (2–12 A)	LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); LM2747 (<20 A)	
	Vssaux	2,5	0,3	LP3981-2.5 (<0,3 A); LM3670 (<350 mA); LM3671 (<600 mA)	LP2989-2.5 (<0,5 A); LM3670 (<350 mA); LM3671 (<600 mA)	
	Vcco	1,5	0,05–5	LP3982-ADJ (<0,3 A); LP3874-ADJ (<0,8 A); LP3875-ADJ (<1,3 A); LM3477A (1–3 A); LM2743 (2–5 A)	LP3874-ADJ (<0,5 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM3100 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM2679-ADJ (<5 A); ½ LM5642 (2–5 A)
				LP2989LV (<0,5 A); LP3872-1.8 (<1,5 A); LM3477A (1–3 A); LM2743 (2–5 A)	LP3871-1.8 (<0,6 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2651-1.8 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM2679-ADJ (<5 A); ½ LM5642 (2–5 A)
		1,8	LP2989-2.5 (<0,5 A); LP3852-2.5 (<1,5 A); LP3853-2.5 (<3 A); LM3477A (2–5 A)	LP3871-2.5 (<0,7 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-ADJ (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2651-2.5 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-ADJ (<3 A); LM2679-ADJ (<5 A); ½ LM5642 (2–5 A)	
			2,5	LP3871-3.3 (<0,8 A); LM2852 (2 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2599-3.3 (<3 A); LM2745 (>2 A); ½ LM5642 (2–5 A)	LM2651-3.3 (<1,5 A); LM2650-ADJ (<3 A); LM2673-3.3 (<3 A); LM3489 (<4 A); LM2679-3.3 (<5 A)	
		3,3	—	—	—	

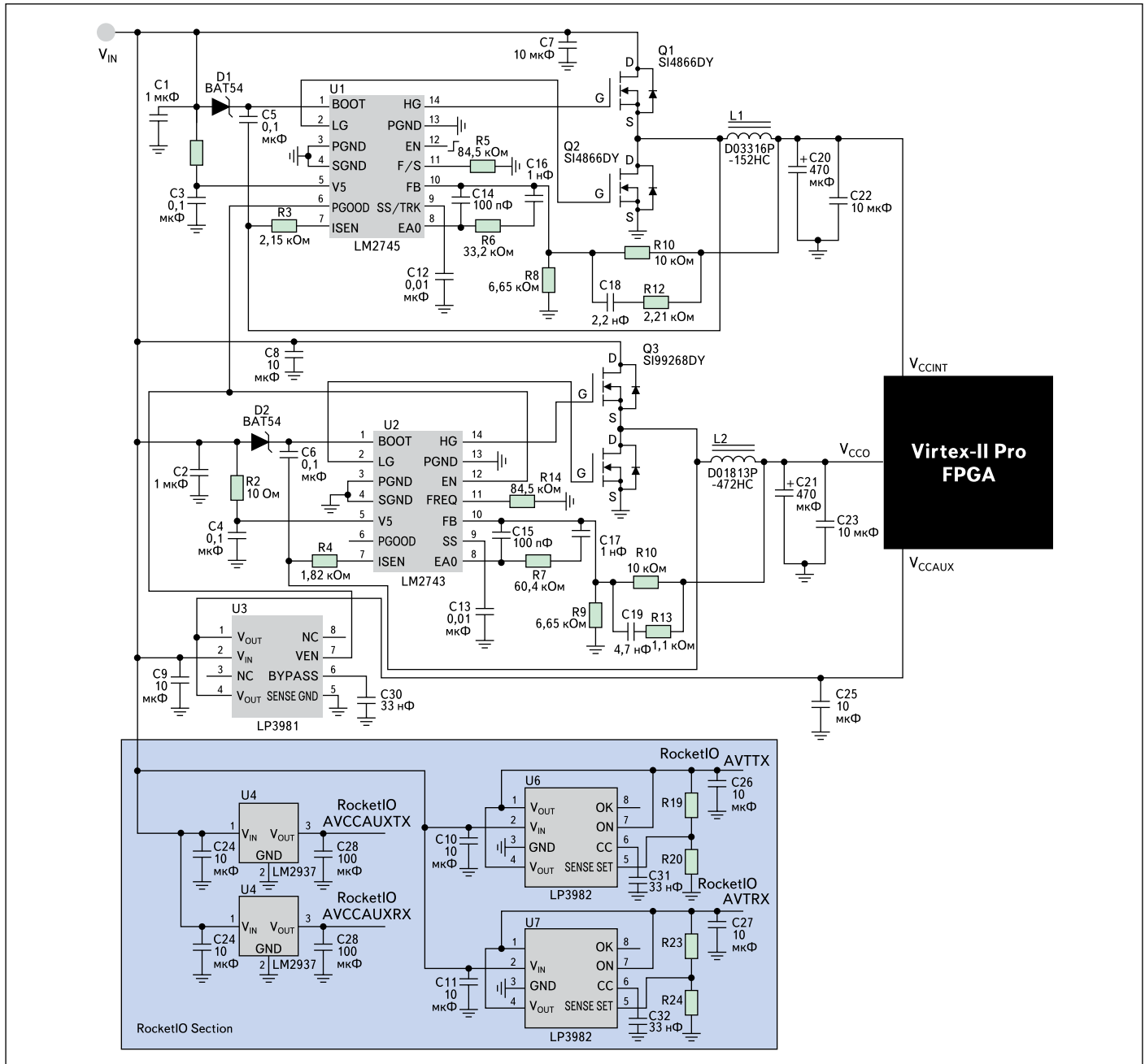


Рис. 21. Схема типового узла питания ПЛИС семейства Virtex-II Pro

на то, что дополнительный (вспомогательный) источник напряжения V_{ccaux} для кристаллов рассматриваемого семейства должен иметь номинальное значение выходного напряжения 2,5 В [19].

Блоки ввода/вывода ПЛИС семейства Virtex-II Pro могут обеспечивать совместимость с уровнями входных и выходных сигналов, соответствующими большинству стандартов, поддерживаемых кристаллами семейства Virtex-II. При этом следует учитывать, что, в отличие от этих кристаллов данного семейства, в ПЛИС семейства Virtex-II Pro не предусмотрена поддержка спецификаций стандартов SSTL3 (Class I), SSTL3 (Class II), AGP, AGP-2X, LVDS33, LVDSEXT33 [30]. Таким образом, номинальное значение напряжения источни-

ка питания для выходных каскадов ввода/вывода должно составлять 1,5; 1,8; 2,5 или 3,3 В, в зависимости от выбранного сигнального стандарта. Информация о возможных вариантах использования микросхем компании National Semiconductor для реализации узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II Pro приведена в таблице 7.

Пример узла питания, предназначенного для кристаллов семейства Virtex-II Pro, демонстрирует принципиальная схема, изображенная на рис. 21. Данная схема включает в себя источник напряжения питания ядра ПЛИС V_{ccint} , обеспечивающий ток нагрузки 8 А, формирователь напряжения питания выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{cco} , равного 3,3 В, с выходным током 2 А, вспомо-

гательный источник V_{ccaux} с выходным током 0,3 А и блок формирования напряжений, требуемых для высокоскоростных последовательных приемопередатчиков RocketIO MGT. Значение входного напряжения V_{in} для представленного узла составляет 5 В. Источник напряжения питания для ядра кристалла V_{ccint} реализован на базе импульсного контроллера LM2745. В качестве основы формирования напряжения питания для выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{cco} ПЛИС применен импульсный контроллер LM2743. Функции дополнительного (вспомогательного) источника питания V_{ccaux} выполняет линейный стабилизатор с ультранизким падением напряжения на регулирующем элементе (Ultra LDO) LP3981.

Таблица 7. Интегральные микросхемы для использования в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex-II Pro (продолжение)

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$			Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$			Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$			Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$																						
			Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$				Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$																							
XC2VP2; XC2VP4; XC2VP7	Vccint	1,5	0,2-8 А	LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2745 (>2 А); ½ LM5642 (2-8 А)	LM3100 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2-8 А)	XC2VP20; XC2VP30; XC2VP40; XC2VP50	Vccint	1,5	0,2-10	LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-3 А); LM2743 (2-10 А)	LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2745 (>2 А); LM2747 (<20 А)	LM3100 (<1,5 А); LM5005 (<2,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2-10 А)	XC2VP20; XC2VP30; XC2VP40; XC2VP50	Vccaux	2,5	0,3	LP3981-2.5 (<0,3 А); LM3670 (<0,35 А); LM3671 (<0,6 А)	LP2989-2.5 (<0,5 А); LM3670 (<0,35 А); LM3671 (<0,6 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А)	LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM3477A (1-3 А)	LP3982-ADJ (<0,3 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-2 А)	LP3874-ADJ (<0,5 А); LM3100 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM3100 (<1,5 А); LM5005 (<2,5 А); LM2650-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM3100 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	XC2VP20; XC2VP30; XC2VP40; XC2VP50	Vcco	0,05-2	1,5	-	LP2989LV (<0,5 А); LP3872-1.8 (<1,5 А); LM3477A (1-2 А)	LP3871-1.8 (<0,6 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-1.8 (<1,5 А); LM5005 (<2,5 А); LM2650-ADJ (<3 А)	LP2989-2.5 (<0,5 А); LP3852-2.5 (<1,5 А); LP3853-2.5 (<3 А)	LP3871-2.5 (<0,7 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-ADJ (<2 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-2.5 (<1,5 А); LM5005 (<2,5 А); LM2650-ADJ (<3 А)	LP3871-3.3 (<800 мА); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2593HV-3.3 (<2 А)	LM2671-3.3 (<0,5 А); LM2651-3.3 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-3.3 (<3 А)

В состав блока формирования напряжений, требуемых для высокоскоростных последовательных приемопередатчиков RocketIO MGT, входят источники питания для приемных и передающих схем — AVCCAUXRX и AVCCAUTX соответственно, а также источники напряжений согласования для этих схем — AVTRX и AVTTX. Для реализации источников AVCCAUXRX и AVCCAUTX применены импульсные преобразователи напряжения LM2937. Эти источники формируют выходное напряжение 2,5В с током нагрузки 0,5 А. Источники напряжений согласования для приемных и передающих схем модулей RocketIO MGT — AVTRX и AVTTX — выполнены на базе линейных стабилизаторов с ультранизким падением напряжения на регулирующем элементе (Ultra LDO) LP3982. Эти источники позволяют формировать выходное напряжение в диапазоне от 1,8 до 2,625В при токе нагрузки до 300 мА.

Компоненты, предлагаемые компанией National Semiconductor для применения в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex-E

Для организации питания ПЛИС семейства Virtex-E в большинстве случаев достаточно двух источников с различными значениями выходного напряжения. Источник питания ядра кристалла Vccint должен обеспечивать номинальное значение выходного напряжения 1,8В [21]. Величина тока, потребляемого от этого источника, может находиться в диапазоне от 0,2 до 7 А, в зависимости от типа кристалла, объема логических ресурсов, действующих для реализации проектируемого устройства, и частот сигналов этого устройства. Требования к значению напряжения источника питания для выходных каскадов блоков ввода/вывода Vcco определяются сигнальным стандартом, в соответствии с которым конфигурируются пользовательские входы и выходы ПЛИС в разрабатываемом устройстве.

Блоки ввода/вывода кристаллов программируемой логики семейства Virtex-E поддерживают следующие цифровые однополюсные и дифференциальные сигнальные стандарты: LVTTTL, LVCMOS2, LVCMOS18, SSTL2 (Class I), SSTL2 (Class II), SSTL3 (Class I), SSTL3 (Class II), GTL, GTL+, HSTL (Class I), HSTL (Class III), HSTL (Class IV), CTT, AGP-2X, PCI 33, PCI 66, LVDS, Bus LVDS, LVPECL [31]. Если пользовательские входы и выходы ПЛИС данного семейства конфигурируют-

ся в разрабатываемом устройстве в соответствии со стандартами PCI 33, PCI 66, LVTTTL, SSTL3 (Class I), SSTL3 (Class II), CTT, AGP-2X, LVPECL, то напряжение питания выходных каскадов блоков ввода/вывода Vcco должно составлять 3,3 В. При конфигурировании пользовательских выводов кристаллов в соответствии со спецификациями стандартов SSTL2 (Class I), SSTL2 (Class II), LVCMOS2, LVDS, Bus LVDS требуется напряжение питания для выходных каскадов блоков ввода/

Таблица 8. Интегральные микросхемы для применения в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex-E

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$			Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$			Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$			Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$											
			Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$				Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$												
XC5V00E; XC5V100E; XC5V200E; XC5V300E	Vccint	1,8	0,2-5	LP2989LV (<0,5 А); LP3872-1.8 (<1,5 А); LM3477A (1-3 А); LM2743 (2-5 А)	LP3871-1.8 (<0,6 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2745 (>2 А); ½ LM5642 (2-5 А)	XC5V00E; XC5V100E; XC5V200E; XC5V300E	Vccint	1,8	0,2-7	LP3872-1.8 (<1,5 А); LM3477A (1-3 А); LM2743 (2-7 А)	LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2745 (>2 А); ½ LM5642 (2-7 А)	LM2651-1.8 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2-7 А)	XC5V00E; XC5V100E; XC5V200E; XC5V300E	Vcco	0,05-3	1,5	-	LP3982-ADJ (<0,3 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1-3 А)	LP3874-ADJ (<0,5 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2653-ADJ (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	LP2989LV (<0,5 А); LP3872-1.8 (<1,5 А); LM3477A (1-3 А)	LP3871-1.8 (<0,6 А); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-1.8 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	LP2989-2.5 (<0,5 А); LP3852-2.5 (<1,5 А); LP3853-2.5 (<3 А)	LP3871-2.5 (<700 мА); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)

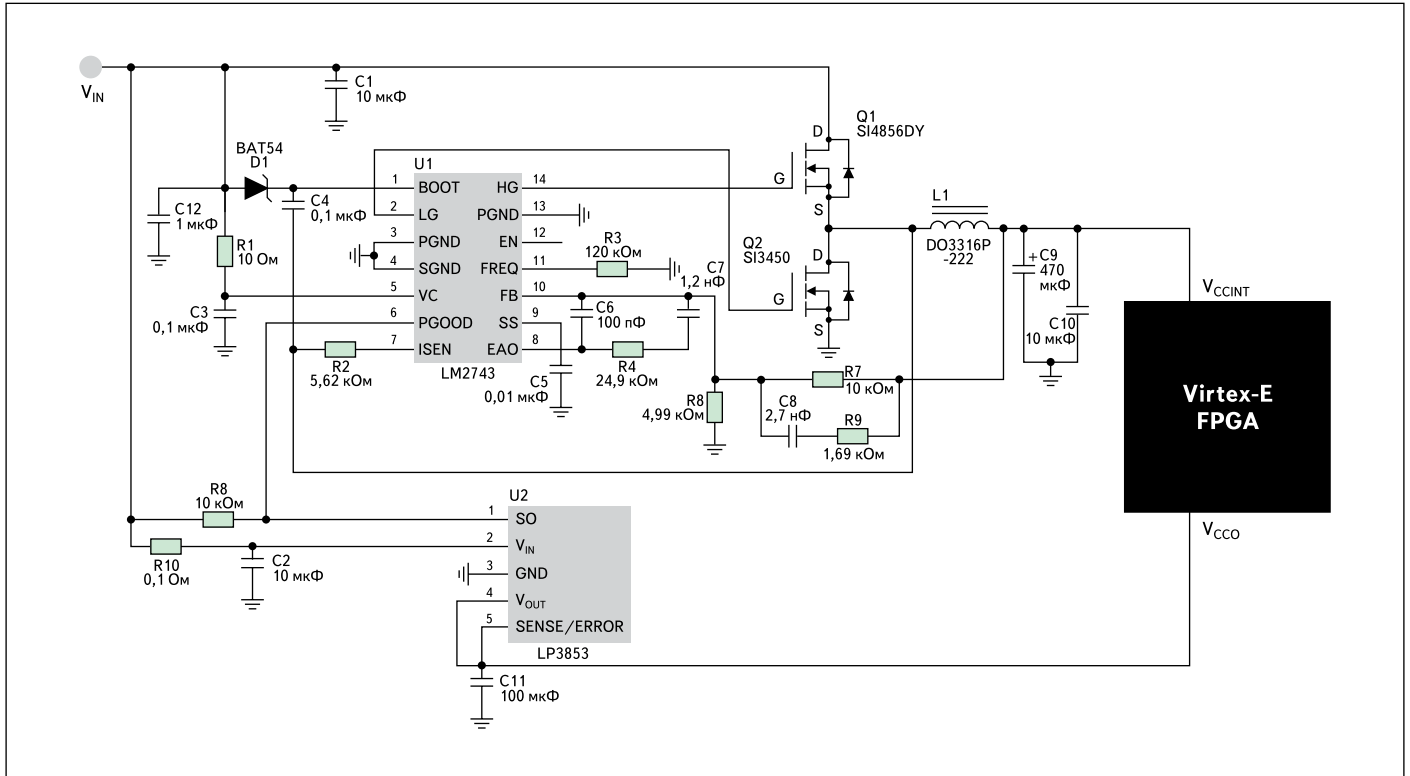


Рис. 22. Схема типового узла питания ПЛИС семейства Virtex-E

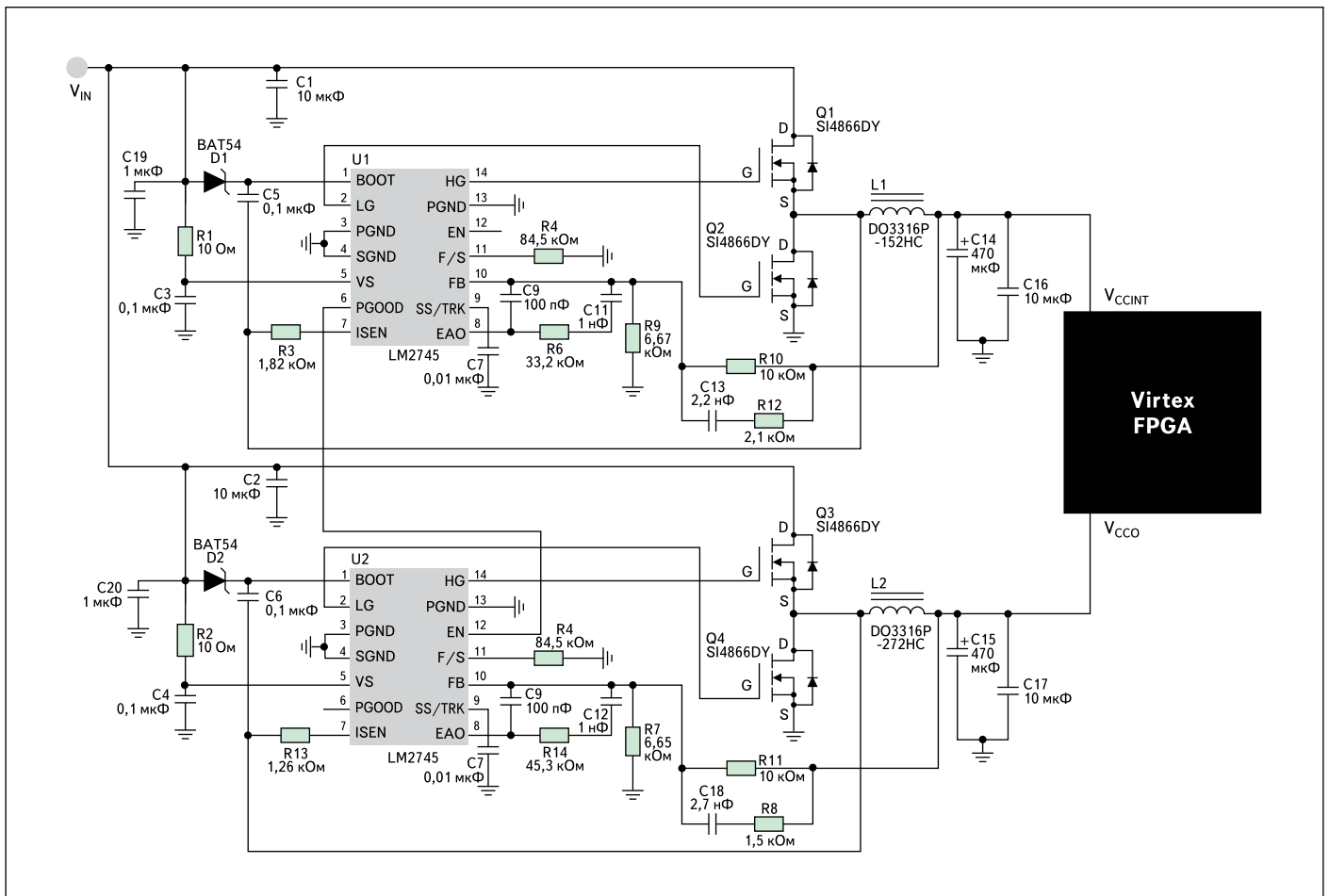


Рис. 23. Схема типового узла питания ПЛИС семейства Virtex

вывода, равное 2,5 В. Чтобы обеспечить поддержку уровней сигналов, предусмотренных стандартом LVCMOS18, источник питания выходных каскадов блоков ввода/вывода должен формировать напряжение, равное 1,8 В. Для поддержки стандартов HSTL (Class I), HSTL (Class III) или HSTL (Class IV) необходим источник питания V_{CC0} , вырабатывающий напряжение 1,5 В. При использовании цифровых сигнальных стандартов GTL, GTL+ напряжение питания блоков ввода/вывода ПЛИС может принимать любое значение из перечисленных выше вариантов.

Для выбора наиболее подходящих интегральных микросхем компании National Semiconductor, которые могут применяться в составе указанных выше источников напряжения питания кристаллов семейства Virtex-E, следует воспользоваться таблицей 8.

В качестве примера типового узла питания для ПЛИС семейства Virtex-E, выполненного на основе микросхем компании National Semiconductor, приведена принципиальная схема (рис. 22). Представленный узел питания предназначен для работы от входного источника V_{IN} , напряжение которого равно 3,3 В.

Данный узел питания включает в себя два источника, формирующих напряжение ядра кристалла V_{CCINT} при выходном токе 5 А и напряжение для выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{CC0} , равное 2,5 В при токе нагрузки до 3 А. В составе источника напряжения V_{CCINT} применяется импульсный контроллер LM2743. Источник напряжения V_{CC0} реализован на основе линейного стабилизатора с ультранизким падением напряжения на регулирующем элементе (Ultra LDO) LP3853.

Интегральные микросхемы компании National Semiconductor, рекомендуемые для применения в составе узлов питания кристаллов программируемой логики семейства Virtex

Структура узлов питания кристаллов программируемой логики, входящих в состав семейства Virtex, включает в себя те же источники напряжений, что и для ПЛИС семейства Virtex-E. Наиболее заметные различия проявляются в значениях формируемых напряжений и выходного тока, которые должны обеспечивать эти источники. Номинальное значение напряжения питания ядра кристаллов семейства Virtex V_{CCINT} составляет 2,5 В [32]. Необходимое значение выходного тока источника напряжения V_{CCINT} варьируется в пределах от 0,2 до 7 А, в зависимости от типа ПЛИС и параметров разрабатываемого устройства, реализуемого на основе этого кристалла.

Требуемое значение напряжения, формируемого источником питания для выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{CC0} , определяется, прежде всего, выбранным цифровым сигнальным стандартом для пользовательских входов и выходов ПЛИС. Блоки ввода/вывода ПЛИС семейства Virtex позволяют конфигурировать пользовательские входы и выходы в проектируемых устройствах в соответствии с уровнями сигналов следующих стандартов: LVTTL, LVCMOS2, PCI, GTL, GTL+, HSTL (Class I), HSTL (Class III), HSTL (Class IV), SSTL2 (Class I), SSTL2 (Class II), SSTL3 (Class I), SSTL3 (Class II), CTT, AGP

[33]. Поэтому для питания выходных каскадов блоков ввода/вывода могут потребоваться источники с выходным напряжением 1,5; 2,5 и 3,3 В.

Рекомендуемые типы интегральных микросхем компании National Semiconductor для использования в составе источников напряжения питания V_{CCINT} и V_{CC0} ПЛИС семейства Virtex перечислены в таблице 9.

Вариант типового узла питания для кристаллов программируемой логики семейства Virtex, построенного с использованием компонентов компании National Semiconductor, представляет принципиальная схема (рис. 23). Исходное напряжение V_{IN} , используемое в этой схеме для формирования напряжений питания ядра ПЛИС и блоков ввода/вывода, равно 5 В.

Источник напряжения для ядра кристалла V_{CCINT} , входящий в состав представленного узла питания, выполнен на основе импульсного контроллера LM2745 и обеспечивает выходной ток 7 А. В качестве основы формирователя напряжения питания для выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{CC0} также применена микросхема LM2745. Данный источник вырабатывает выходное напряжение 1,5 В при токе нагрузки до 5 А.

Микросхемы компании National Semiconductor, предлагаемые для применения в составе источников опорного напряжения и напряжения согласования

Для обеспечения совместимости пользовательских входов и выходов ПЛИС с уровнями цифровых сигналов ряда стандартов, кроме соответствующего напряжения питания выходных каскадов блоков ввода/вывода V_{CC0} , необходимо также опорное напряжение V_{REF} для входных буферных элементов. К таким стандартам, в частности, относятся: GTL, GTL, HSTL (Class I), HSTL (Class II), HSTL (Class III), HSTL (Class IV), SSTL2 (Class I), SSTL2 (Class II), SSTL3 (Class I), SSTL3 (Class II), CTT. Требуемое значение опорного напряжения V_{REF} определяется выбранным сигнальным стандартом. При конфигурировании пользовательских входов и выходов кристалла в соответствии со спецификациями стандартов ввода/вывода, перечисленных выше, структура узла питания ПЛИС помимо источника опорного напряжения должна включать в себя еще один источник напряжения V_{TT} . К этому источнику подключаются согласующие резисторы, поэтому в настоящей статье это напряжение сокращенно называется напряжением согласования.

Для реализации источников напряжений V_{REF} и V_{TT} могут применяться интегральные стабилизаторы напряжения как линейного, так и импульсного типа. Информация о требуемых значениях опорного напряжения

Таблица 9. Интегральные микросхемы для применения в составе узлов питания ПЛИС семейства Virtex

Тип ПЛИС	Напряжение источника питания ПЛИС, В	Выходной ток, А	Входное напряжение $V_{IN} = 3,3$ В	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5-5,5$ В	Входное напряжение $V_{IN} = 12$ В	
XCV50; XCV100; XCV150; XCV200; XCV300	VCCINT	2,5	0,2–5	LP3871-2.5 (<0,7 А); LM2745 (>2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2852 (2 А); ½ LM5642 (2–5 А)	LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2–5 А)	
	VCC0	1,5	0,05–3	LP3982-ADJ (<0,3 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1–3 А)	LM2671-ADJ (<0,5 А); LM2653-ADJ (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)	
		2,5	0,05–3	LP2989-2.5 (<0,5 А); LP3852-2.5 (<1,5 А); LP3853-2.5 (<3 А)	LP3871-2.5 (<700 мА); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А)	LM2671-ADJ (<500 мА); LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А)
		3,3	–	–	LP3871-3.3 (<800 мА); LM2852 (2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-3.3 (<3 А)	LM2671-3.3 (<0,5 А); LM2651-3.3 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-3.3 (<3 А)
XCV400; XCV600; XCV800; XCV1000	VCCINT	2,5	0,2–7	LM2745 (>2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2852 (2 А); ½ LM5642 (2–7 А)	LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); ½ LM5642 (2–7 А)	
	VCC0	1,5	0,05–5	LP3982-ADJ (<0,3 А); LP3874-ADJ (<0,8 А); LP3875-ADJ (<1,3 А); LM3477A (1–3 А); LM2743 (2–5 А)	LM2653-ADJ (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2–5 А)	
		2,5	0,05–5	LP2989-2.5 (<0,5 А); LP3852-2.5 (<1,5 А); LP3853-2.5 (<3 А); LM3477A (2–5 А)	LP3871-2.5 (<0,7 А); LM2745 (>2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-ADJ (<3 А); LM2852 (2 А); ½ LM5642 (2–5 А)	LM2651-2.5 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-ADJ (<3 А); LM2679-ADJ (<5 А); ½ LM5642 (2–5 А)
		3,3	–	–	LP3871-3.3 (<0,8 А); LM2745 (>2 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2599-3.3 (<3 А); LM2852 (2 А); ½ LM5642 (2–5 А)	LM2651-3.3 (<1,5 А); LM2650-ADJ (<3 А); LM2673-3.3 (<3 А); LM2679-3.3 (<5 А); ½ LM5642 (2–5 А)

Таблица 10. Интегральные микросхемы для применения в составе источников напряжений Vref и Vtt

Цифровой сигнальный стандарт	Требуемое напряжение дополнительного источника питания ПЛИС, В		Входное напряжение $V_{IN} = 3,3 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 4,5 - 5,5 В$	Входное напряжение $V_{IN} = 12 В$
	Vref	Vtt			
GTL	Vref	0,8	LM4140-0.8	LM4140-0.8	LM4140-0.8
	Vtt	1,2	LP3881-1.2 (<0,8 A); LM3460-1.2 (<7 A); LM2743 (<20 A)	LM3460-1.2 (<4 A); LM2737 (<20 A)	LM3460-1.2 (<1,5 A); LM2737 (<20 A)
GTL+	Vref	1	LM4140-1.0	LM4140-1.0	LM4140-1.0
	Vtt	1,5	LP3875-ADJ (<1,5 A); LM3460-1.5 (<7 A); LM2743 (<20 A)	LM3460-1.5 (<4 A); LM2737 (<20 A)	LM3460-1.5 (<1,5 A); LM2737 (<20 A); ½ LM5642 (<20 A)
HSTL Class I, HSTL Class II (исключая HSTL 1.8)	Vref	0,75	LP2995; LP2996	LM4140-0.75	LM4140-0.75
	Vtt	0,75	LP2994 (<1,5 A); LP2995 (<1,5 A); LP2996 (<1,5 A)	LM2737 (<20 A)	LM2737 (<20 A); ½ LM5642 (<20 A)
HSTL Class III, HSTL Class IV (исключая HSTL 1.8)	Vref	0,9	LP2995; LP2996	LM4140-0.9	LM4140-0.9
	Vtt	1,5	LP2994 (<1,5 A); LP2995 (<1,5 A); LP2996 (<1,5 A)	LM2737 (<20 A); ½ LM5642 (<20 A)	LM2737 (<20 A); ½ LM5642 (<20 A)
SSTL2 Class I, SSTL2 Class II	Vref	1,25	LP2995; LP2996	LM4121-1.2	LM4121-1.2
	Vtt	1,25	LP2994 (<1,5 A); LP2995 (<1,5 A); LP2996 (<1,5 A)	LM2737 (<20 A)	LM2737 (<20 A); ½ LM2647 (<20 A)
SSTL3 Class I, SSTL3 Class II CTT	Vref	1,5	LP2995; LP2996	LM4121-ADJ	LM4121-ADJ
	Vtt	1,5	LP2994 (<1,5 A); LP2995 (<1,5 A); LP2996 (<1,5 A)	LM2737 (<20 A); ½ LM5642 (<20 A)	LM2737 (<20 A); ½ LM5642 (<20 A)

и напряжения согласования для перечисленных выше сигнальных стандартов содержится в таблице 10. Здесь же приводятся варианты микросхем, выпускаемых компанией National Semiconductor, которые могут применяться для разработки источников напряжений Vref и Vtt при различных значениях входного напряжения.

Супервизоры напряжения, выпускаемые компанией National Semiconductor, рекомендуемые для применения в составе узлов питания ПЛИС фирмы Xilinx

Для повышения надежности устройств, проектируемых на базе кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx, в состав их узлов питания целесообразно включать супервизоры напряжения. Компания National Semiconductor предлагает серию интегральных микросхем LM37xx, которые могут эффективно использоваться для осуществления контроля уровней питающих напряжений ПЛИС. Супервизоры напряжений данной серии различаются не только значениями контролируемого уровня напряжения, типом корпусного исполнения, но и набором дополнительных функциональных возможностей. Сведения об основных параметрах интегральных микросхем серии LM37xx, рекомендуемых компанией National Semiconductor для мониторинга напряжений питания кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx, представлены в таблице 11.

Наиболее часто используемой функцией супервизоров напряжений, применяемых в составе узлов питания ПЛИС, является формирование на выходе сигнала (флага) сброса для кристалла программируемой логики при включении напряжения, падении

уровня напряжения питания ниже заданного допустимого значения, а также при выполнении определенных условий. Супервизоры напряжения компании National Semiconductor, в зависимости от конкретного типа микросхемы, формируют сигнал (флаг) сброса с активным высоким или низким логическим уровнем. Поэтому разработчику предоставляется возможность выбора наиболее подходящего варианта супервизора.

Если в разрабатываемом устройстве, реализуемом на базе ПЛИС, должен быть предусмотрен режим «ручного» сброса, то целесообразно включить в состав узла питания супервизор напряжения, содержащий соответствующий вход. Как правило, в микросхемах контроля уровня напряжения компании National Semiconductor, содержащих вход «ручного» сброса, применяются схемы подавления «дребезга» контактов, позволяю-

щие напрямую подключать кнопки или другие коммутационные элементы.

Для предотвращения зависания проектируемых цифровых устройств или встраиваемых микропроцессорных систем, выполняемых на основе кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx, можно использовать в составе их узлов питания супервизоры напряжения компании National Semiconductor LM3708, LM3709, LM3710, LM3711, LM3712, LM3713, поддерживающие функцию «сторожевого» таймера. При отсутствии в течение определенного периода каких-либо переключений уровня заданного сигнала, контролируемого на одном из пользовательских выводов кристалла, в указанных микросхемах формируется сигнал сброса, который используется для перезапуска устройства или микропроцессорной системы, реализуемой на базе ПЛИС.

В ряде супервизоров напряжения, представленных в таблице 11, предусмотрен выход сигнала Low-Line Output (LLO), предупреждающего о низком уровне питающего напряжения. Данный сигнал переключается в активное состояние, если значение напряжения питания опускается ниже установленного уровня. Этот уровень, как правило, чуть выше значения питающего напряжения, при котором формируется выходной сигнал сброса для ПЛИС. Поэтому сигнал, вырабатываемый на выходе LLO, может использоваться в качестве немаскируемого прерывания во встраиваемых микропроцессорных системах, реализуемых на базе кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx.

Типовая схема включения супервизоров напряжений компании National Semiconductor серии LM37xx в составе узлов питания ПЛИС фирмы Xilinx показана на рис. 24.

В тех случаях, когда кроме мониторинга выходного уровня основного источника питания необходимо контролировать уровень напряжения еще одного источника (например, источника питания для блоков

Таблица 11. Супервизоры напряжения для применения в составе узлов питания ПЛИС фирмы Xilinx

Условное обозначение микросхемы супервизора напряжения	Контролируемое напряжение, В	Активный уровень сигнала (флага) сброса	Тип корпуса	Наличие выхода сигнала предупреждения о низком уровне питающего напряжения	Наличие входа «ручного» сброса	Наличие компаратора дополнительного напряжения	Поддержка функции «сторожевого» таймера	Наличие выхода сигнала сброса ПЛИС
LM3700	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	+	-	-	-	+
LM3701	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	+	-	-	-	+
LM3702	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	-	-	+
LM3703	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	-	-	+
LM3704	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	+	-	+
LM3705	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	+	-	+
LM3706	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	+	-	+	-	+
LM3707	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	+	-	+	-	+
LM3708	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	-	+	+
LM3709	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	-	+	+
LM3710	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	+	-	+
LM3711	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	+	+	+	-	+
LM3712	3,3	Низкий	Micro-SMD, 9 выводов	-	+	-	+	+
LM3713	3,3	Высокий	Micro-SMD, 9 выводов	-	+	+	-	+
LM3722	2,5; 3,3; 5	Низкий	SOT-23, 5 выводов	-	+	-	-	+
LM3723	2,5; 3,3; 5	Высокий	SOT-23, 5 выводов	-	+	-	-	+
LM3724	2,5; 3,3; 5	Низкий	SOT-23, 5 выводов	-	+	-	-	+

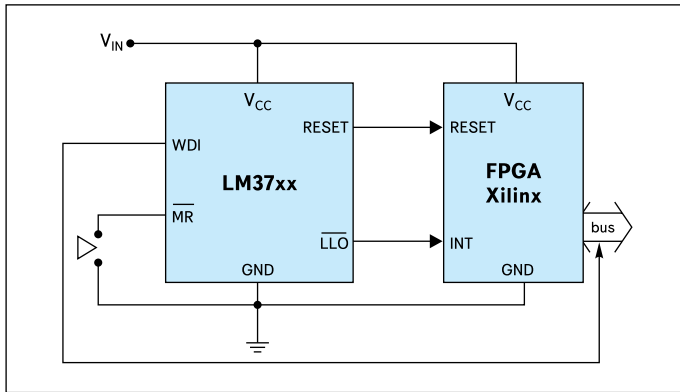


Рис. 24. Типовая схема включения супервизоров напряжений серии LM37xx

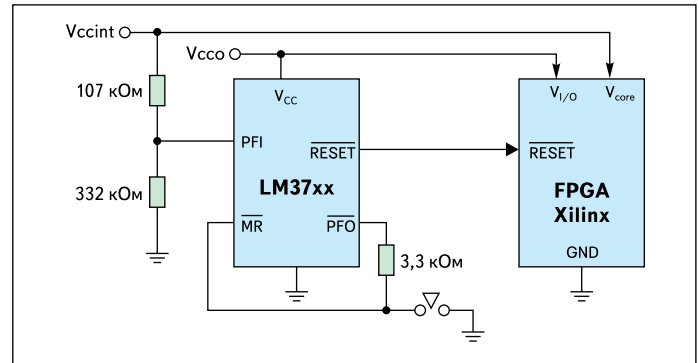


Рис. 25. Применение супервизоров напряжений серии LM37xx для контроля выходных уровней двух источников питания ПЛИС фирмы Xilinx

ввода/вывода и ядра кристалла программируемой логики), целесообразно применять супервизоры, содержащие компаратор дополнительного напряжения — POWER-FAIL COMPARATOR. Такой компаратор представлен в микросхемах LM3704, LM3705, LM3706, LM3707, LM3710, LM3711, LM3713. Компаратор POWER-FAIL COMPARATOR формирует активный уровень сигнала на соответствующем выходе супервизора Power Fail Output (PFO) при снижении питающего напряжения, контролируемого на входе Power Fail Input (PFI), ниже установленного значения (как правило, значения внутреннего опорного напряжения). Выходной сигнал компаратора дополнительного напряжения, поступающий на вывод супервизора PFO, может использоваться для реализации визуального контроля соответствующего напряжения при подключении светодиодного индикатора или для формирования сигнала сброса ПЛИС, как показано на схеме, приведенной на рис. 25.

Заключительные рекомендации

В таблицах микросхем компании National Semiconductor, рекомендуемых для применения в составе узлов питания ПЛИС фирмы Xilinx, которые приведены в предыдущих разделах, представлены в большинстве своем компоненты, содержащие один стабилизатор напряжения или импульсный контроллер. Кроме того, данная компания выпускает ряд комбинированных (многоканальных) микросхем, позволяющих одновременно реализовать несколько источников с различными значениями выходных напряжений. Такие микросхемы в некоторых случаях могут быть эффективно использованы при разработке схем питания кристаллов программируемой логики фирмы Xilinx. Краткая информация об основных параметрах комбинированных двухканальных интегральных стабилизаторов напряжения различного типа, выпускаемых компанией National Semiconductor, содержится в таблице 12.

Перед началом процесса проектирования нового узла питания ПЛИС рекомендуется ознакомиться с последней информацией

Таблица 12. Двухканальные микросхемы интегральных стабилизаторов напряжения, выпускаемые компанией National Semiconductor

Условное обозначение микросхемы	Входное напряжение, В		Выходное напряжение, В		Выходной ток, А		Тип микросхемы	Тип корпуса	Температурный диапазон, °С
	min	max	Канал 1	Канал 2	Канал 1	Канал 2			
LM2716	4	20	3,3	Регулируемое до 20 В	1,8	3,6	Импульсный преобразователь	TSSOP-24	-40...+125
LM2717	4	20	3,3; регулируемое	Регулируемое	2,2	3,2	Импульсный преобразователь	TSSOP-24	-40...+125
LM3370	2,7	5,5	1-2	1,8-3,3	0,6	0,6	Импульсный преобразователь	LLP-16	-30...+125
LP2966	2,7	7	0,8; 1,8; 2,5; 2,8; 3; 3,3; 3,6; 5,0	1,8; 2,5; 2,8; 3; 3,3; 3,6; 5,0	0,15	0,15	Линейный LDO	MSOP-8	-40...+125
LP2967	2,1	16	0,5; 1,8; 2,5; 2,6; 2,8	2,5; 2,6; 2,8; 3; 3,3	0,15	0,15	Линейный LDO	MSOP-8; Micro-SMD-8	-40...+125
LP3986	2,7	6	1,8; 2,5; 2,6; 2,8; 2,85; 2,9; 3; 3,1; 3,3	2,5; 2,6; 2,8; 2,85; 2,9; 3; 3,1; 3,3	0,15	0,15	Линейный LDO	Micro-SMD-8	-40...+125
LP3996, LP5996	2,0	6	0,8; 1,5; 2,8; 3; 3,3	0,8; 2,5; 2,8; 3; 3,3	0,3	0,15	Линейный LDO	LLP-10	-40...+85
LM9072	5,5	27	5,0	5,0	0,35	0,08	Линейный LDO	TO263-9	-40...+125
LM9073	5,5	27	5,0	5,0	0,7	0,1	Линейный LDO	TO220-11	-40...+125
LM2633	4,5	30	0,925-2	1,25-6	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-48	-40...+125
LM2640	5,5	30	2,2-6	2,2-6	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28	0...+125
LM2641	5,5	30	2,2-6	2,2-6	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28	0...+125
LM2642	4,5	30	1,3-13,5	1,3-13,5	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28	-40...+125
LM2645	4,5	30	1,3-5,5	1,3-5,5	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-48	0...+125
LM2647	5,5	28	0,6-5	0,6-5	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28, LLP-28	-5...+125
LM2657	5,5	28	0,6-28	0,6-28	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28	-40...+125
LM5642	4,5	36	1,3-32,5	1,3-32,5	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28	-40...+125
LM564X	4,5	36	1,3-32,5	1,3-32,5	20	20	Импульсный контроллер	TSSOP-28	-40...+125

об интегральных стабилизаторах напряжения, представленной на Web-странице компании National Semiconductor, воспользовавшись ссылками, приведенными в предыдущих частях данной статьи. При разработке источников питания для кристаллов перспективных семейств серий Virtex, Spartan и CoolRunner-II следует, прежде всего, проверить наличие новой версии программных средств *Power Expert for Xilinx FPGAs and CPLDs*.

Литература

1. Зотов В. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx в САПР WebPack ISE. М.: Горячая линия – Телеком, 2003.
2. Зотов В. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы Xilinx. М.: Горячая линия – Телеком, 2006.
3. Зотов В. Инструментальный комплект Spartan-3 Starter Kit для практического освоения методов проектирования встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx // Компоненты и технологии. 2005. № 7.
4. Зотов В. Новый инструментальный комплект Spartan-3E Starter Kit для практического освоения методов проектирования встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx // Компоненты и технологии. 2006. № 10.
5. Зотов В. Новый инструментальный комплект Spartan-3A Starter Kit для практического освоения методов проектирования и отладки цифровых устройств с аппаратной и программной реализацией операций, реализуемых на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx // Компоненты и технологии. 2007. № 9.

6. Зотов В. Новый инструментальный комплект от компании Avnet на основе ПЛИС FPGA семейства Spartan-3A фирмы Xilinx // Компоненты и технологии. 2008. № 8.
7. Зотов В. Инструментальный модуль компании Avnet для отладки проектов встраиваемых систем, разрабатываемых на базе нового семейства ПЛИС FPGA фирмы Xilinx Virtex-5 FXT // Компоненты и технологии. 2008. № 9.
8. Кузелин М. О., Кнышев Д. А., Зотов В. Ю. Современные семейства ПЛИС фирмы Xilinx / Справочное пособие. М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
9. Spartan-6 FPGA Data Sheet: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
10. Spartan-3A DSP FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
11. Spartan-3 FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2008.
12. Spartan-3A FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
13. Spartan-3AN FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2008.
14. Spartan-3E FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
15. Virtex-6 FPGA Data Sheet: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
16. Virtex-5 Data Sheet: DC & Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
17. Virtex-4 Data Sheet: DC & Switching Characteristics. Xilinx, 2009.
18. Virtex-II Platform FPGAs: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2007.
19. Virtex-II Pro and Virtex-II Pro X Platform FPGAs: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2007.
20. Virtex-E Extended Memory 1.8V FPGA DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2003.
21. Virtex-E 1.8 V Field Programmable Gate Arrays: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2003.
22. Xilinx XAPP389 — Powering CoolRunner-II CPLDs. Xilinx, 2007.
23. Spartan-IIE 1.8V FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2002.
24. Spartan-IIE 1.8V FPGA Family: Functional Description. Xilinx, 2002.
25. Spartan-II 2.5V FPGA Family: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2002.
26. Spartan-II 2.5V FPGA Family: Functional Description. Xilinx, 2002.
27. Virtex-5 Data Sheet: Family Overview. Xilinx, 2009.
28. Virtex-4 Data Sheet: Family Overview. Xilinx, 2009.
29. Virtex-II Platform FPGAs Data Sheet: Functional Description. Xilinx, 2007.
30. Virtex-II Pro and Virtex-II Pro X Platform FPGAs Data Sheet: Functional Description. Xilinx, 2007.
31. Virtex-E 1.8 V Field Programmable Gate Arrays Data Sheet: Functional Description. Xilinx, 2006.
32. Virtex 2. 5 V Field Programmable Gate Arrays Data Sheet: DC and Switching Characteristics. Xilinx, 2002.
33. Virtex 2. 5 V Field Programmable Gate Arrays Data Sheet: Functional Description. Xilinx, 2002.