

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПЛИС ФИРМЫ ALTERA

Современные микросхемы, характеризующиеся большим энергопотреблением, предъявляют повышенные требования к источникам питания и требуют применения специальных средств охлаждения, таких как радиаторы и вентиляторы. Это приводит к увеличению массы и габаритов устройства, к дополнительным энергозатратам и к шуму. Задача энергосбережения является особенно актуальной для мобильных цифровых устройств, для встраиваемых систем на подводных лодках и в космосе. Усложнение технологий производства микросхем может приводить к повышению рисков различных отказов на физическом уровне. Поэтому задача повышения надежности актуальна также для встраиваемых отказоустойчивых систем, используемых, например, в промышленности и энергетике. Целью данной работы является исследование способов энергосбережения и связанное с ними повышение надежности ПЛИС фирмы Altera.

На энергопотребление микросхемы влияют такие факторы, как напряжение питания, частота работы устройства и температура окружающей среды [1]. Эти факторы также влияют на надежность работы микросхемы. Понижение рассеиваемой на кристалле мощности приводит к понижению температуры кристалла, что в комплексе с понижением напряжения питания приводит к уменьшению интенсивности отказов. В работе проведен анализ способов энергосбережения для ПЛИС фирмы Altera, изготавливаемых по технологии с проектной нормой 90 нм, а также проведена оценка степени увеличения надежности на примере конкретной ПЛИС Cyclone II ep2c8.

Одним из способов энергосбережения системы на кристалле является динамическое изменение напряжения питания и частоты в зависимости от текущих требований к производительности [2]. При простое системы или выполнении некритичной ко времени исполнения задачи есть возможность снизить частоту работы. Это позволяет снизить напряжение питания. Снижение частоты и напряжения позволяет уменьшить динамическую составляющую энергопотребления. Уменьшение динамической составляющей энергопотребления приводит к уменьшению статической составляющей, которая зависит от напряжения питания и температуры кристалла.

Для управления тактовой частотой в системе предлагается использовать встроенные в ПЛИС Altera средства. Например, мегафункция altclkctrl позволяет управлять тактовыми буферами в сетях распространения тактовых сигналов микросхемы. Таким образом, можно не только менять частоту работы системы, но и отключать отдельные тактовые домены. Другой вариант управления тактовой частотой – с помощью переконфигурируемых блоков фазовой автоподстройки частоты PLL. Такая система успешно реализована на базе ПЛИС семейства Stratix.

Для управления напряжением питания предлагается использовать регулируемый источник питания, управляемый опорным напряжением. Опорное напряжение можно получать усреднением ШИМ-сигнала с одного из выходов микросхемы. Тогда, меняя скважность ШИМ-сигнала, можно регулировать напряжение питания.

Для оценки повышения надежности авторами предлагается использовать результаты исследований надежности, проводимые компанией Altera по стандартной методологии ускоренного тестирования [3]. В ходе таких исследований для оценки интенсивности отказов микросхемы проводятся испытания при повышенном напряжении питания и повышенной температуре. Затем с помощью масштабирующих коэффициентов вычисляется интенсивность отказов микросхемы в нормальных условиях функционирования [4,5]. На основе результатов исследований надежности микросхемы Cyclone II ep2c8 построена математическая модель для оценки надежности работы микросхемы при произвольном значении напряжения питания. Данная математическая

модель позволила получить зависимость интенсивности отказов микросхемы от напряжения питания (рис. 1).

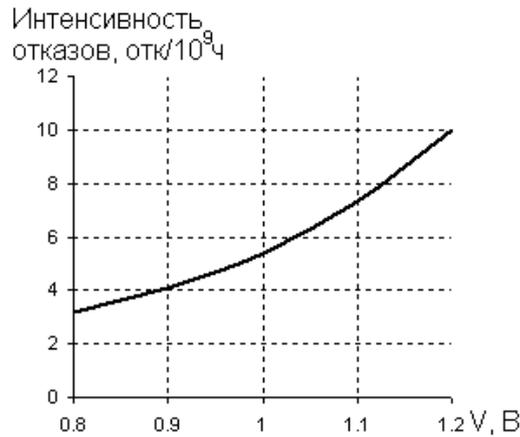


Рис. 1. Оценка зависимости интенсивности отказов микросхемы от напряжения питания для ПЛИС Cyclone II ep2c8

Из рис. 1 видно, что уменьшение напряжения питания на 20% от номинального (1,2 В) приводит к двукратному уменьшению интенсивности отказов микросхемы. Построенная модель позволяет получить оценку повышения надежности при уменьшении напряжения питания и для других ПЛИС, изготавливаемых по технологии с проектной нормой 90 нм.

Таким образом, для управления энергопотреблением ПЛИС фирмы Altera предложены следующие средства: применение мегафункции altclkctrl и динамически переконфигурируемого блока PLL для управления частотой работы системы на кристалле и ШИМ для управления напряжением питания. Также показана эффективность уменьшения напряжения питания для повышения надежности микросхемы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Power Overview, <http://www.altera.com/support/devices/power/overview/pow-overview.html>.
2. Z. Lu, J Hein, M. Humphrey, M. Stan, J. Lach, and K. Skadron. Control-Theoretic Dynamic Frequency and Voltage Scaling for Multimedia Workloads. CASES'02, ACM, 2002.
3. Altera Reliability Report 45, <http://www.altera.com/literature/rr/rr.pdf>.
4. JEDEC publication, JEP122-C, "Failure Mechanisms and Models for Semiconductor Devices".
5. JEDEC standard JESD85, "Methods for Calculating Failure Rates in Units of FITs".