

Влияние задержки, длины выводов ИС и переходных отверстий на расчёт общей длины проводников

Богдан Филипов (filipov@nanocad.ru)

Система настройки и ввода ограничений (Constraint Manager) в PADS Professional на платформе Xpedition предоставляет пользователям полный контроль над всеми параметрами, которые влияют на целостность высокоскоростных сигналов.

В статье рассмотрена возможность учёта влияния длины и задержки (Pin Package Length and Delays) выводов микросхемы, а также фактора переходных отверстий при расчёте общей длины проводника.

ВВЕДЕНИЕ

Данная публикация рассказывает о том, можно ли одновременно вводить ограничения по длине и задержке для выводов в *Constraint Manager*, каково влияние задержек и длин для выводов на вкладке *Part* в системе ввода ограничений (CES), как работает инструмент *Tuning Meter* при использовании параметров длины выводов и фактора длины переходных отверстий, а также о влиянии задержки в переходных отверстиях на расчёт общей задержки сигнала.

НАСТРОЙКА ЗАДЕРЖКИ ВЫВОДОВ В CONSTRAINT MANAGER

В PADS Professional на платформе Xpedition версии VX.2.2 и выше появилась возможность одновременного импорта файла с задержками и длинами выводов прямо в систе-

му ввода ограничений. Чтобы выполнить импортирование, необходимо открыть CES, перейти в меню *File* → *Import* → *Package Delays* и выбрать файл с задержками.

Файлы *PinPkgDelays* и *PinPkgLengths* (*.txt, *.ppd, *.ppl) используют следующие параметры:

- *unit* – формат величины, не зависящий от регистра: для задержки – секунды (s), миллисекунды (ms), микросекунды (μs), наносекунды (ns) и пикосекунды (ps); для длины – тысячные доли дюйма (th), микроны (μm), миллиметры (mm), дюймы (in);
- *part_name* – ключевое слово (уникальный идентификатор данной микросхемы);
- *pin_number, value* – номер вывода и соответствующее ему значение длины и задержки.

Следует обратить внимание, что инструмент импорта не поддерживает формат запятых, даже если в CES они определены как разделители разрядов.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДЕРЖЕК

Если имеется информация только о длине выводов микросхемы, то можно использовать CES для автоматического расчёта задержки выводов на основе задержки распространения сигнала, определённой в настройках CES (*Setup* → *Settings*) (см. рис. 1).

Задав значения длины выводов, следует щёлкнуть правой кнопкой мыши в ячейке, соответствующей задержке контакта, и выбрать команду *Calculate Delay*, после чего система автоматически рассчитает требуемые параметры (см. рис. 2).

Далее приведены примеры различных случаев использования *Via Lengths*, *Via Delay* и *Pin Package Lengths*.

В примере 1 (см. рис. 3а) не используются параметры *Via Lengths* или *Pin Package Length*. Результаты добавления длины 100 th к каждому выводу компонента U1 показаны на рисунке 3б. Теперь *Tuning Meter* отображает значения длины проводни-

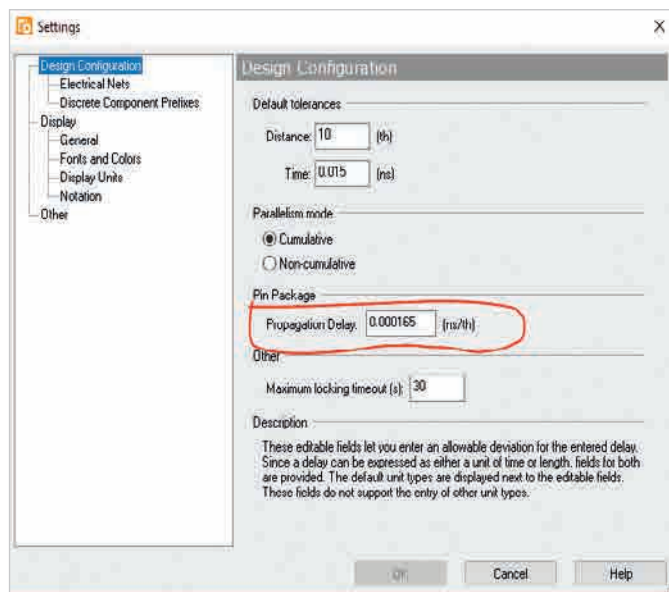


Рис. 1. Параметры автоматического расчёта значения задержки вывода

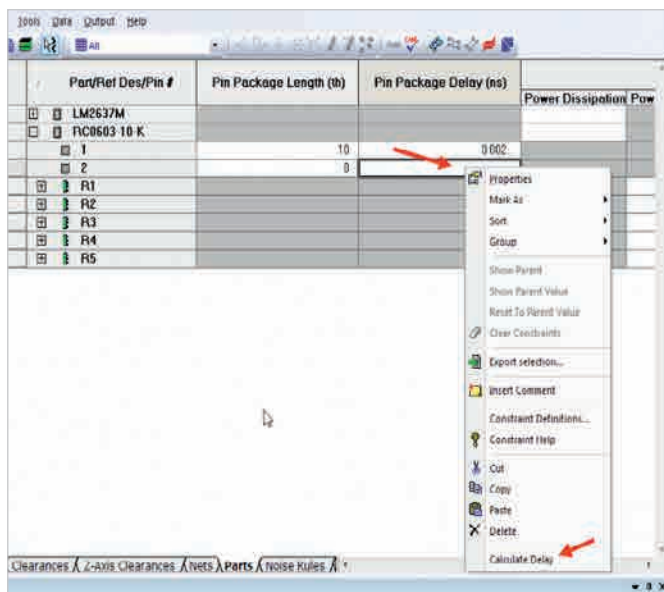
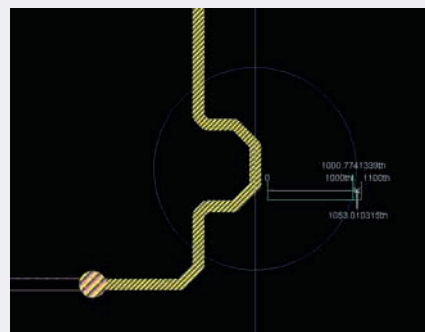


Рис. 2. Автоматический расчёт задержки

| Constraint Class/Net | Net Class | Type | Length or TOF Delay | | | | | Match |
|----------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-------|
| | | | Min (th)(ns) | Max (th)(ns) | Actual (th)(ns) | Manhattan (th) | Min Length (th) | |
| (All) | (Default) | Length | | | | | | |
| Group1 | (Default) | Length | | | | | | |
| \$1N113 | (Default) | Length | | | 861,074 | 768,2 | | |
| \$1N113 | (Default) | Length | | | 861,074 | 768,2 | | |
| L.U1-6.L.F13 | (Default) | Length | | | 861,074 | 768,2 | 861,074 | |
| \$1N364 | (Default) | Length | | | 1128,797 | 762,2 | | |
| \$1N364 | (Default) | Length | | | 1128,797 | 762,2 | | |
| L.F14_1-2.L | (Default) | Length | | | 1128,797 | 762,2 | 1128,797 | |
| \$1N158 | (Default) | Length | | | 824,768 | 842,5 | | |
| \$1N158 | (Default) | Length | | | 824,768 | 842,5 | | |
| L.U1-4.L.F14 | (Default) | Length | | | 824,768 | 842,5 | 824,768 | |
| Group2 | (Default) | Length | | | | | | |
| Group3 | (Default) | Length | | | | | | |
| Group4 | (Default) | Length | | | | | | |
| Power | (Default) | Length | | | | | | |
| One Pin Nets | (Default) | Length | | | | | | |

а

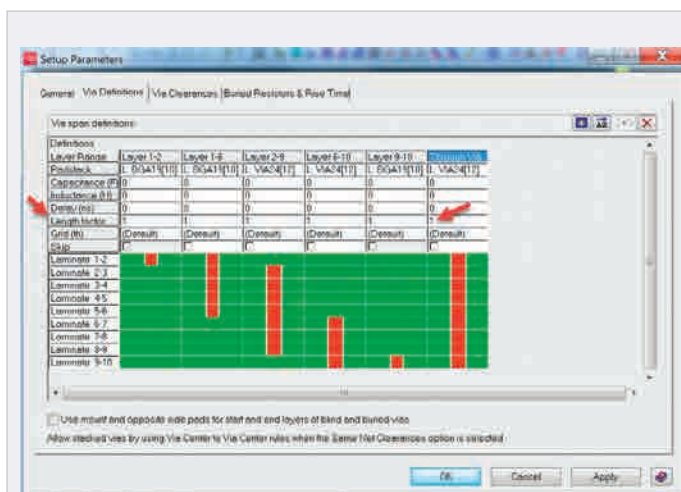


б

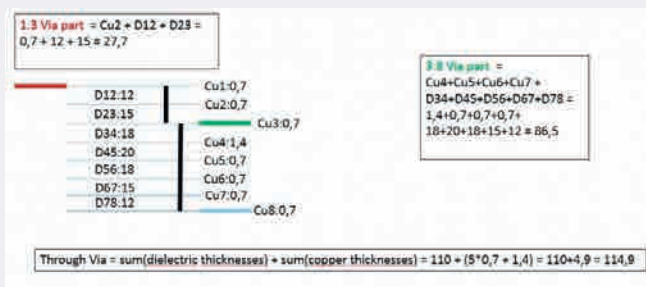
| Constraint Class/Net | Net Class | Type | Length or TOF Delay | | | | | Match |
|----------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-------|
| | | | Min (th)(ns) | Max (th)(ns) | Actual (th)(ns) | Manhattan (th) | Min Length (th) | |
| (All) | (Default) | Length | | | | | | |
| Group1 | (Default) | Length | | | | | | |
| \$1N113 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 768,2 | | |
| \$1N113 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 768,2 | | |
| L.U1-6.L.F13_1-1 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 768,2 | 861,074 | |
| \$1N364 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | | |
| \$1N364 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | | |
| L.F14_1-2.L.U1-3 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | 1128,797 | |
| \$1N158 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 824,768 | 842,5 | | |
| \$1N158 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 824,768 | 842,5 | | |
| L.U1-4.L.F14_1-1 | (Default) | Length | 1000 | 1100 | 824,768 | 842,5 | 824,768 | |
| Group2 | (Default) | Length | | | | | | |
| Group3 | (Default) | Length | | | | | | |

б

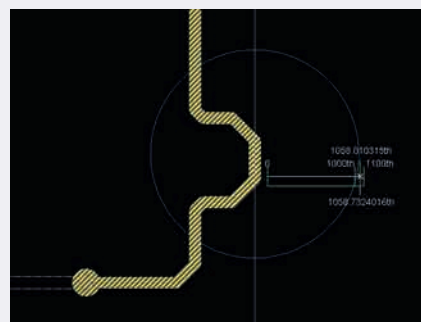
Рис. 3. Использование параметров *Via Lengths* и *Pin Package Length*: а) длина проводников при *Via Length* = 0 и *Pin Package Length* = 0; б) длина проводников при *Pin Package Length* = 100 th для U1; в) показания *Tuning Meter* при *Pin Package Length* = 100 th для U1



а



б



г

| Constraint Class/Net | Type | Length or TOF Delay | | | | | Match |
|----------------------|--------|---------------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-------|
| | | Min (th)(ns) | Max (th)(ns) | Actual (th)(ns) | Manhattan (th) | Min Length (th) | |
| (All) | Length | | | | | | |
| Group1 | Length | | | | | | |
| \$1N113 | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 768,2 | | |
| \$1N113 | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 768,2 | | |
| L.U1-6.L.F13_1-1 | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | 861,074 | |
| \$1N364 | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | | |
| \$1N364 | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | | |
| L.F14_1-2.L.U1-3 | Length | 1000 | 1100 | 1268,977 | 762,2 | 1128,797 | |
| \$1N158 | Length | 1000 | 1100 | 824,768 | 842,5 | | |
| \$1N158 | Length | 1000 | 1100 | 824,768 | 842,5 | | |
| L.U1-4.L.F14_1-1 | Length | 1000 | 1100 | 824,768 | 842,5 | 824,768 | |
| Group2 | Length | | | | | | |
| Group3 | Length | | | | | | |

в

Рис. 4. Использование параметра *Via Length Factor*: а) учёт фактора длины переходных отверстий; б) пример расчёта длины переходных отверстий; в) длина проводников в CES при *Via Length Factor* = 1; г) показания инструмента *Tuning Meter* при *Via Length Factor* = 1

ка с учётом внесённых изменений (см. рис. 3в).

Пример 2: в меню *Setup* → *Setup Parameters* на вкладке *Via Definitions* задаётся значение *Via Length Factor*, равное 1 (см. рис. 4а). При этом длина переходного отверстия вычисляется на основе стека таким образом, что толщина меди начального и конечно-

го слоёв не учитывается. На рисунке 4б показано, как рассчитывается данный параметр для сигнала, переходящего со слоя 1 на слой 3 и со слоя 3 на слой 8. Как только будет задан коэффициент длины переходного отверстия, изменится фактическая длина проводника в менеджере ограничений (см. рис. 4в). Теперь её значение,

отображаемое в *Tuning Meter*, включает также и длину выводов (см. рис. 4г).

В примере 3 добавлена задержка *Pin Package Delay* длительностью 0,02 нс. Для наглядности следует рассмотреть параметры, рассчитанные для проводника в режиме *TOF* при нулевом значении *Pin Package Delay* (см. рис. 5а), а затем установить его на

| Constraint Class/Net | Length or TOF Delay | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------|---------------|------------------|----------------|-----------------|
| | Type | Min (th) (ns) | Max (th) (ns) | Actual (th) (ns) | Manhattan (th) | Min Length (th) |
| (All) | Length | | | | | |
| Group1 | Length | | | | | |
| \$1N113 | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.599 | 788.2 | |
| \$1N364 | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.617 | 788.2 | |
| \$1N158 | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.555 | 842.5 | |
| Group2 | Length | | | | | |

a

| Part/Ref Des/Pin # | Schematic Pin Type | Topology Pin Type | Pin Package Length (th) | Pin Package Delay (ns) | Power |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 4200-0001 | | | | | |
| 6200-0001 | | | | | |
| 1 | | | | 0.02 | |
| 2 | | | | 0.02 | |
| 3 | | | | 0.02 | |
| 4 | | | | 0.02 | |
| 5 | | | | 0.02 | |
| 6 | | | | 0.02 | |
| 7 | | | | 0.02 | |
| 8 | | | | 0.02 | |
| U1 | | | | 0.02 | |

б

| Constraint Class/Net | Length or TOF Delay | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------|---------------|------------------|----------------|-----------------|
| | Type | Min (th) (ns) | Max (th) (ns) | Actual (th) (ns) | Manhattan (th) | Min Length (th) |
| (All) | Length | | | | | |
| Group1 | Length | | | | | |
| \$1N113 | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.619 | 788.2 | |
| \$1N364 | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.637 | 788.2 | |
| \$1N158 | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.605 | 842.5 | |
| Group2 | Length | | | | | |

в

Рис. 5. Использование параметра Pin Package Delay: а) время распространения сигналов в CES при Pin Package Delay = 0; б) добавление задержки к выводу; в) время распространения сигналов в CES при Pin Package Delay = 0,02 нс

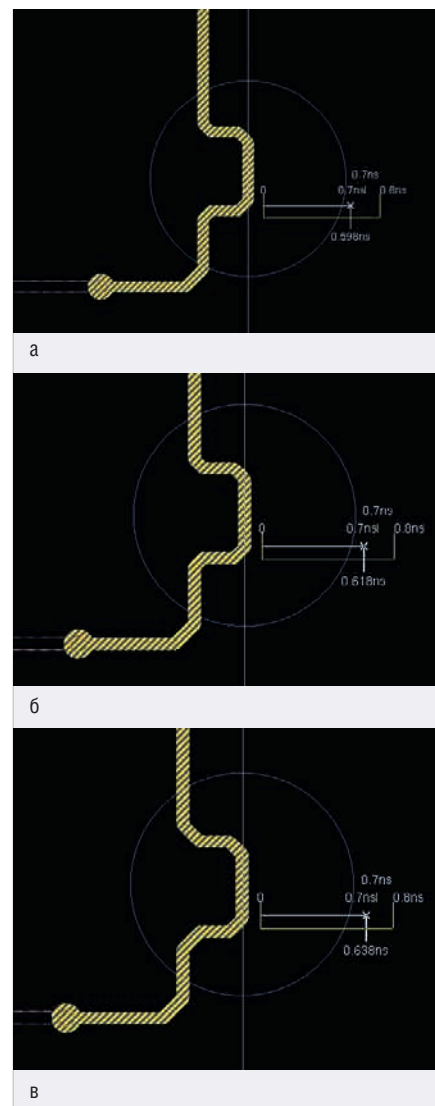


Рис. 6. Одновременное использование параметров Pin Package Delay, Pin Package Length, Via Delay и Via Length Factor: а) показания Tuning Meter при Pin Package Delay = 0 и Via Delay = 0; б) показания Tuning Meter при Pin Package Delay = 0,02 нс; в) показания Tuning Meter при Pin Package Delay = 0,02 нс и Via Delay = 0,02 нс

| Constraint Class/Net | Net Class | Length or TOF Delay | | | | | |
|----------------------|------------|---------------------|---------------|---------------|------------------|----------------|-----------------|
| | | Type | Min (th) (ns) | Max (th) (ns) | Actual (th) (ns) | Manhattan (th) | Min Length (th) |
| (All) | (Default) | Length | | | | | |
| Group1 | (Default) | Length | | | | | |
| \$1N113 | (Default) | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.638 | 788.2 | |
| \$1N364 | (Default) | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.657 | 788.2 | |
| \$1N158 | (Default) | TOF | 0.7 | 0.8 | 0.625 | 842.5 | |
| Group2 | (Default2) | Length | | | | | |

Рис. 7. Время распространения сигналов в CES при Pin Package Delay = 0,02 нс и Via Delay = 0,02 нс

0,02 нс (см. рис. 5б). Можно убедиться, что для данного сигнала задержка в менеджере ограничений изменилась на 0,02 (см. рис. 5в).

Пример 4 моделирует ситуацию, при которой одновременно установлены Pin Package Delay и Pin Package Length, а также Via Delay и Via Length Factor, позволяя понять, как это повлияет на расчёт общей длины проводника и величину задержки сигнала. На рисунке 6а проиллюстрирована задержка распространения сигнала в проводнике при нулевых значениях Pin Package Delay и Via Delay в инструменте Tuning Meter. Следующий шаг – увеличение Pin Package Delay до 0,02 нс: произойдет


иные изменения продемонстрированы на рисунке 6б. Если задать какое-либо значение в поле Pin Package Length или Via Length Factor, то длительность задержки никак не изменится, поскольку расчёт ведётся в режиме TOF, однако при установке Pin Package Delay и Via Delay в положение 0,02 нс получится иной результат (см. рис. 6в).

Задержка распространения сигнала по проводнику с параметрами Pin Package Delay и Via Delay, равными 0,02 нс, в редакторе ограничений выглядит так, как показано на рисунке 7. Настроить Via Delay и Via Length Factor можно через меню Setup → Setup Parameters на вкладке Via Definitions.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система ввода ограничений PADS Professional на платформе Xpedition позволяет задавать одновременно и длину выводов, и значения задержки. Однако если в CES задан вариант расчёта по времени распространения сигнала (TOF), то система использует значения из ячейки Pin Package Delay, а в случае выбора варианта расчёта по длине (Length) данные берутся из ячейки Pin Package Lengths. То же самое касается и влияния переходных отверстий: когда тип задержки, определённый в менеджере ограничений, задан как Length, применяется коэффициент длины (Via Length Factor) переходного отверстия, а в случае TOF – значение Via Delay.





Свобода проектирования



В состав Delta Design, обеспечивающей сквозной цикл проектирования печатных плат, входят модули:

- Менеджер библиотек
- Редактор правил
- Схемотехнический редактор
- Редактор печатных плат
- Схемотехническое моделирование
- Топологический редактор плат ТороR
- HDL-симулятор
- Коллективная работа для предприятий