

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЖИТТЕРА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Либацкая О.Н., группа ТКС-006

Руководитель: д.т.н. Воронцов А.Г.

Переход к цифровым методам передачи и коммутации помимо преимуществ, обусловленных новыми технологиями связи, вызвал множество проблем, одной из которых является джиттер. В связи с этим встает необходимость изучения джиттера: создание модели с использованием экспериментально полученных данных (межпарные наводки в кабеле), которая позволит получить визуальное представление джиттера.

Для решения поставленной проблемы рассмотрены следующие задачи:

- создание модели формирования джиттера в Mat LAB;
- построение глазковой диаграммы сигнала.

Джиттер разделяют на две основные категории: случайный (random jitter – RJ) и регулярный (deterministic jitter – DJ). Джиттер (случайный и регулярный) обусловлен различными причинами. Одной из причин возникновения регулярного джиттера являются перекрестные наводки. Для создания модели формирования джиттера учтены перекрестные наводки, которые представляют собой отдельный интерес и были получены экспериментально.

В ходе экспериментальных исследований измерены перекрестные наводки на ближний конец (NEXT) для кабеля 5 категории. Измерения проводились в частотном диапазоне 300кГц-70МГц.

В результате эксперимента получено зависимость межпарных наводок в кабеле 5 категории от частоты (см. рис.1). В графике данной зависимости присутствует периодичность, это объясняется тем, что согласующее устройство имеет характеристики отличные от необходимых (невозможность создания

устройства с необходимыми характеристиками в силу конструктивных особенностей). Поэтому найдено усредненное значение.

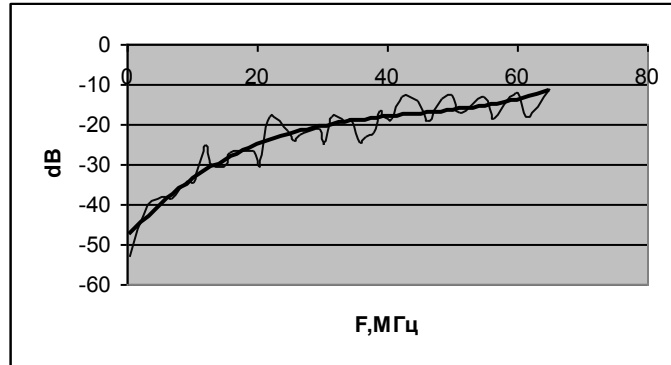


Рисунок 1 - Зависимость межпарных наводок в кабеле категории 5 от частоты

В пакете Mat LAB разработана схема модели формирования джиттера (см. рис.2).

В одном из сигналов учитывается экспериментально полученная межпарная наводка (определяется из графика, так как частота сигнала известна). Сигнал с учетом наводки представляет собой помеху, которая оказывает влияние на исходный сигнал. А исходный сигнал с учетом помехи представляет собой сигнал, передаваемый в линии связи. Подаем данный сигнал на формирователь импульсов, на выходе которого получаем джиттер. Данная схема ведет подсчет несоответствий между переданными и полученными данными на отрезке реализации 0,0000005с, что составляет 20 периодов.

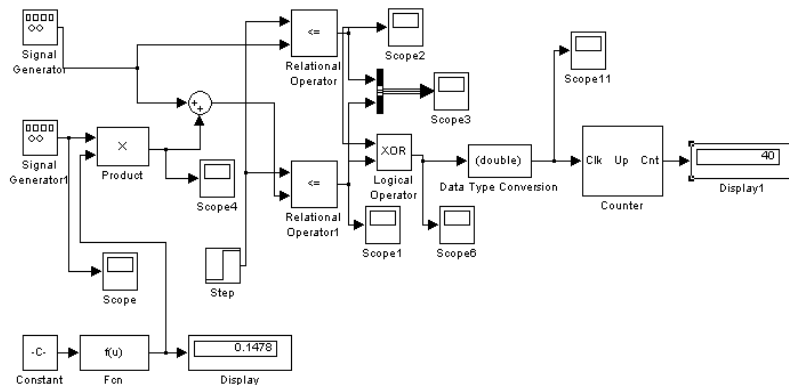
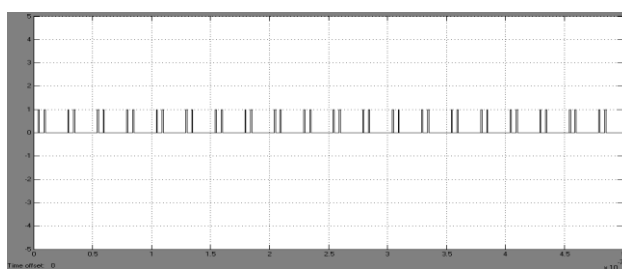


Рисунок 2 – Схема модели формирования джиттера

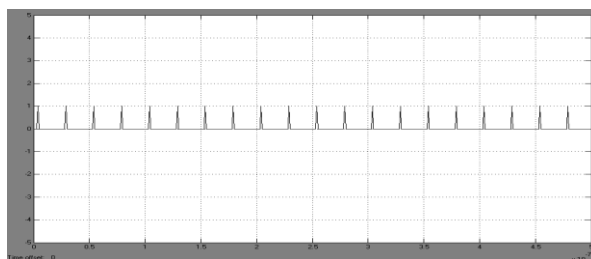
В схеме модели исходные сигналы имеют частоты 40МГц. Межпарные наводки на частоте 40МГц при длине кабеля в 21,5 м (длина, при которой проведены эксперименты) составляют -16,604 дБ.

В качестве формирователя импульсов представлен компаратор, на входы которого подается исходный синусоидальный сигнал и сигнал заданного уровня (порог равен 0,85 амплитуды исходного сигнала).

Запустим модель рис.2, исходные сигналы которой будут иметь частоты в 40 МГц), порог равен 0,9. Полученные результаты представлены на рисунке 3.



(а)

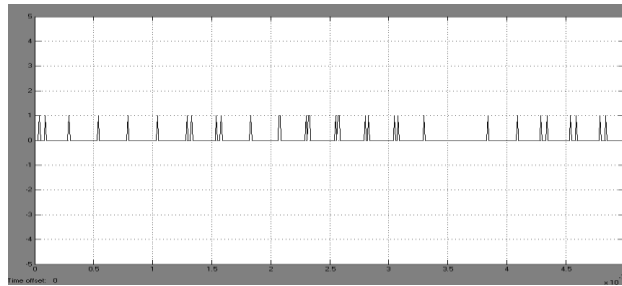


(б)

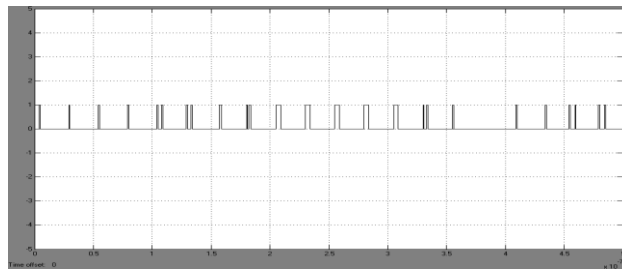
Рисунок 3 – Несоответствия между переданными и полученными сигналами (частота сигнала и помехи 40МГц); (а) – порог 0,85; (б) – порог 0,9

В случае, когда сигналы, передаваемые по соседним парам, имеют одинаковые частоты, возможен учет межпарных наводок, полученных экспериментально. Но для формирования джиттера, наглядного его представления частоты должны отличаться. Выбор низкочастотного сигнала, вызванного интерференцией с цепями питания 50 Гц приведет к появлению проблем при моделировании, поэтому выбраны следующие частоты: исходная

частота сигнала составляет 40 МГц, а частота помехи – 42 МГц. Результаты моделирования представлены на рисунке 4.



(a)



(б)

Рисунок 4 – Несоответствия между переданными и полученными сигналами частотой 40МГц и частотой помехи 42 МГц; (а) – порог 0,85; (б) – порог 0,9

Если в случае (а) – только несоответствия между сигналами, ошибки отсутствуют, так как ширина полученных импульсов намного меньше реальной ширины импульсов сигнала, то в случае (б) заметно появление 5 ошибок в течение времени реализации, так как ширина этих 5 импульсов равна реальной ширине импульсов передаваемого сигнала.

На рисунке 5 представлена схема построения глазковой диаграммы сигнала, содержащего джиттер.

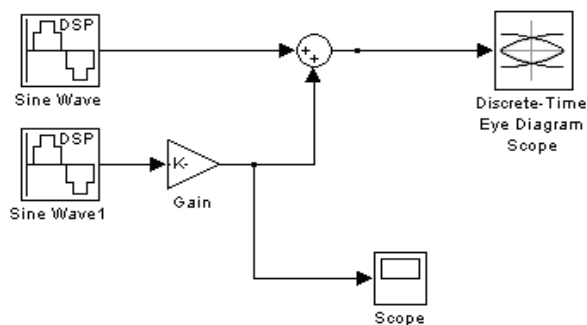
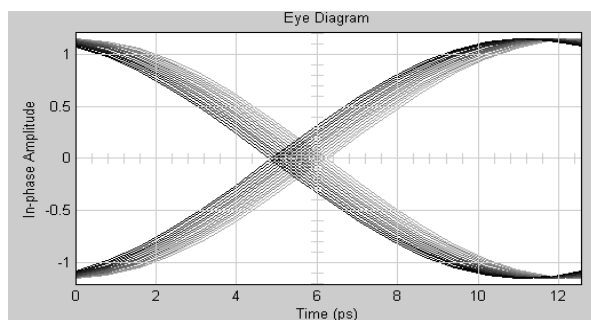
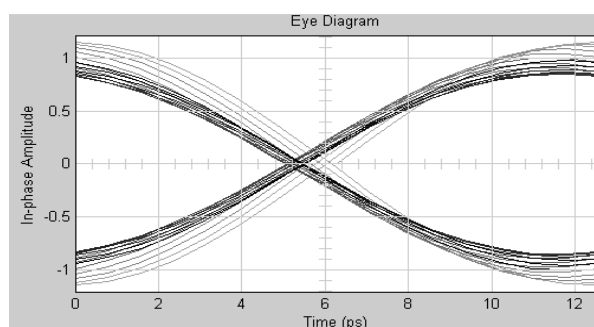


Рисунок 5 – Схема построения глазковой диаграммы сигнала, содержащего джиттер

На рисунке 6 представлен результат работы данной схемы.



(a)



(б)

Рисунок 6 – Глазковая диаграмма сигнала, содержащего детерминированный джиттер (а) – для частоты сигнала и помехи 40 МГц, порог 0,85; (б) – для частоты сигнала 40 МГц, частоты помехи 42 МГц, порог 0,9

Выводы:

- на основе экспериментально полученных данных (взаимовлияния в кабеле 5 категории) создана модель формирования джиттера в пакете Mat LAB;
- уникальность данной модели заключается в том, что она наглядно позволяет убедиться в наличие джиттера в принимаемом сигнале;
- при частоте сигнала и помехи (наводка с соседней пары) частотой в 40 МГц, наблюдаем несоответствия между принятым и переданным сигналами, но эти несоответствия не являются ошибками, так как ширина этих импульсов намного меньше реальной ширины импульсов сигнала; в случае, когда частота сигнала 40МГц, а частота помехи 42 МГц, заметно появление 5 ошибок в течение времени реализации, так как ширина этих 5 импульсов равна реальной ширине импульсов передаваемого сигнала;
- выбор уровня порога играет важную роль, как видно из графиков представленных на рис.4 (для частоты сигнала 40МГц, частоты помехи 42 МГц), выбор порога формирования импульсов определяет наличие или отсутствие ошибок в принимаемом сигнале;
- представленные на рис. 6 глазковые диаграммы сигнала показывают, что в зависимости от выбора исходных параметров (частоты сигнала и помехи, уровня порога) регулярный джиттер может являться или не являться причиной возникновения ошибок на приемной стороне.

Перечень ссылок

4. Бакланов И.Г. Методы измерений в системах связи. -М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1999.
5. Измерение джиттера в цифровых системах / Электронный ресурс. Способ доступа: URL: <http://www.unitest.com/>