

2.5.9.2. Электрический физический подуровень

Электрический физический подуровень физического уровня, относящийся к каждой линии (смотри рис. 2.5.10), обеспечивает физический интерфейс к каналу связи. Он содержит дифференциальные передатчик и приемник. Передатчик передает последовательным кодом NRZ исходящие символы на каждую линию и превращает битовый поток в электрические сигналы со встроенным синхросигналом. Приемник обнаруживает электрические сигналы последовательного кода NRZ на каждой линии и генерирует последовательный битовый поток, который преобразуется в символы и подает символьный поток на логический подуровень физического уровня вместе с синхросигналом, восстановленным из входящего последовательного битового потока

Кроме того, физический подуровень физического уровня содержит в передающей части контур фазовой автоподстройки частоты (PLL), сигнал на выходе которого синхронизирует работу параллельно-последовательного преобразователя и в приемной части контур фазовой автоподстройки частоты (PLL), который синхронизируется по фронтам входящего последовательного символьного потока.

Дифференциальные передатчик и приемник устойчивы к короткому замыканию, что делает их идеально подходящими для горячего подключения и отключения. Канал связи, соединяющий два устройства, поддерживает связь по переменному току. Конденсатор C_{TX} на стороне передатчика (смотри расположение конденсатора C_{TX} в канале связи на рис. 2.5.10) препятствует протеканию постоянного тока. В результате два устройства на разных концах канала связи могут иметь свои собственные гальванически развязанные земли и источники питания. Высокоскоростная LVDS (низковольтная переменная передача сигналов) используется в реализациях передатчика и приемник, рис. 2.5.19.. Характеристическое (волновое) сопротивление канала – 100Ом

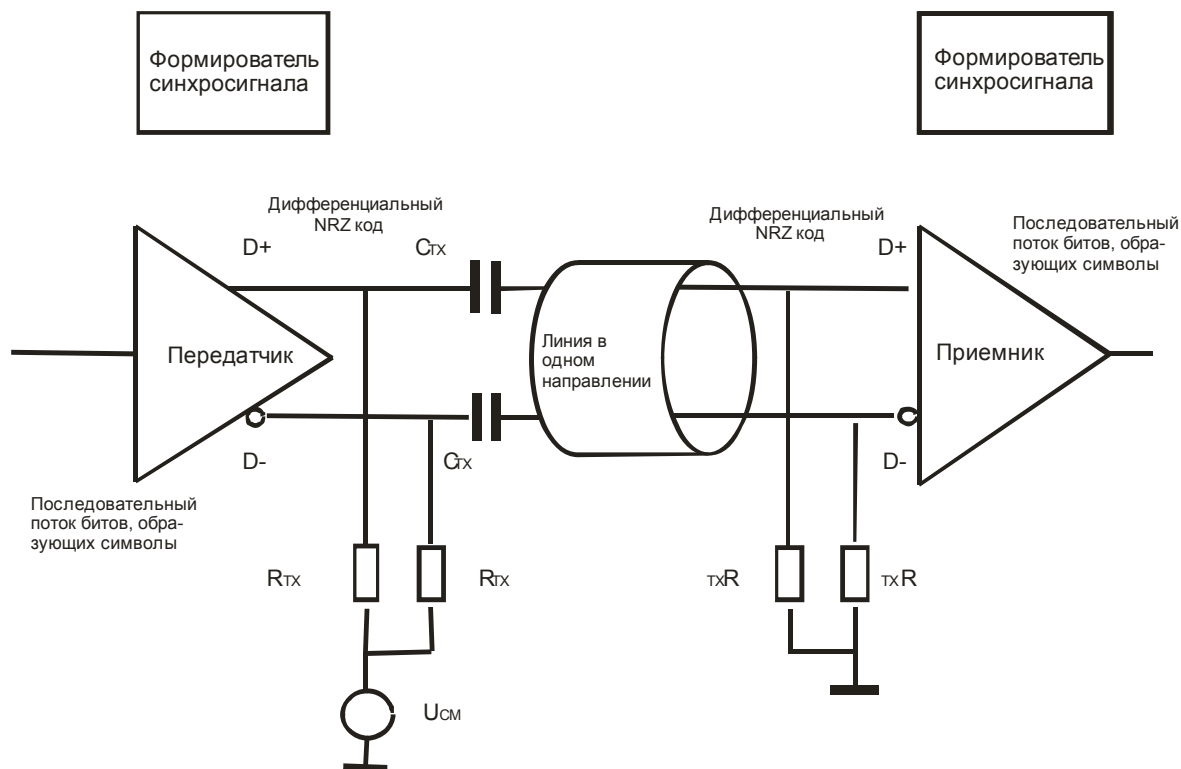


Рис. 2.5.19. Высокоскоростная LVDS линия

Основные выходные характеристики передатчика приведены в табл. 2.5.18

Основные входные характеристики приемника приведены в табл. 2.5.19.

Глазковый тест

Понятие глазковой диаграммы впервые было предложено Джеймсом Эдвардсом. Глазковая диаграмма – это график точек сигнала при последовательной форме передачи информации, периодически выбранных из псевдослучайной битовой последовательности и отображенных осциллографом. Временное окно наблюдения имеет два битовых периода. Для [PCI Express канала на скорости 2.5 Гбит/с], период равен 400 пс, и временное окно равно 800 пс. Развертка осциллографа внешняя и запускается любой пульсацией синхросигнала. Глазковая диаграмма позволяет исследователю получить наглядное усредненное представление о работе элементов линии

связи в желаемой точке (например, на выходе передатчика или входе приемника).

Глазковая диаграмма на рис.2.5.20. иллюстрирует некоторые из параметров, перечисленных в табл. 2.5.18..

Табл. 2.5.18. Основные выходные характеристики передатчика

Значение	Макс.	Мин.	Единицы измерения	Примечания
UI	400.12	399.88	пС	Интервал измерения (время бита, номинально 400 пС)
T _{TX-EYE}		0.7	UI	Минимальная ширина глазковой диаграммы, при этом джиттер J _T = 1 - T _{TX-EYE}
J _T	0.3		UI	Максимальное значение джиттера, смотри рис. 2.5.20
T _{TX-RISE} T _{TX-FALL}		0.125	UI	Время нарастания и спада сигнала , измеренная по уровням напряжения 20%/80%
V _{TX-DIFFp-p}	1200	800	мВ	Двойное амплитудное значение дифференциального напряжения сигнала
V _{TX-DC-CM}	3.6	0	В	Уровень синфазного переменного напряжения
V _{TX-DEEMPH-DIFFp-p-MIN}	566	505	мВ	Диапазон минимальных напряжений с двойной амплитудой для коррекции искажений
I _{TX-SHORT}	90		мА	Ток, который может обеспечить передатчик, при коротком замыкании на землю
V _{TX-IDLE-DIFFp}	20	0	мВ	Переменное напряжение при состоянии электрического ожидания канала связи
T _{TX-IDLE-MIN}		50	UI	Минимальное время, которое передатчик может быть в состоянии электрического ожидания
T _{TX-IDLE-SET-TO-IDLE}	20		UI	Время, за которое передатчик должен достичь параметров электрического ожидания после отправки соответствующего командного набора
T _{TX-IDLE-TO-DIFF-DATA}	20		UI	Максимальное время, за которое передатчик должен достичь параметров переменной передачи после выхода из

				состояния ожидания
$Z_{TX-DIFF-DC}$	120	80	Ом	Нижняя граница импеданса передатчика. Типичное значение 100 Ом
Z_{TX-DC}		40	Ом	Требуется минимальное значение импеданса линии D+ и D- во время всех состояний питания
C_{TX}	200	75	нФ	Разделительный конденсатор, располагается близко к передатчику
$L_{TX-SKEW}$	1.3		нС	Максимальная расфазировка в передатчике между двумя линиями

Табл.2.5.19. Основные входные характеристики приемника

Значение	Макс.	Мин.	Единицы измерения	Примечание
UI	400.12	399.88	пС	Интервал измерения (время бита, номинально 400 пС)
T_{RX-EYE}		0.4	UI	Минимальная ширина глазковой диаграммы, при которой джиттер $J_T = 1 - T_{TX-EYE}$
J_T	0.6		UI	Максимальная значение джиттера
$V_{RX-DIFFp-p}$	1200	175	мВ	Двойной амплитудный уровень чувствительности приемника по переменному току
$V_{RX-IDLE-DET-DIFFp-p}$	175	65	мВ	Пороговое напряжение состояния электрического ожидания. Любое напряжение, меньше чем 65 мВ (по двойной амплитуде) переводит канал связи в состояние ожидания
$Z_{RX-DIFF-DC}$	120	80	Ом	Импеданс приемника DC в переменном режиме
Z_{RX-DC}	60	40	Ом	Требуется минимальное значение импеданса линии D+ и D- во время во время всех состояний питания
$Z_{RX-HIGH-IMP-DC}$		200k	Ом	Требуется минимальное значение импеданса линии D+ и D-, когда приемник не получает питания (например в состоянии L2 или во время базового сброса)
$L_{RX-SKEW}$	20		нС	Расфазирование между линиями, которое должен компенсировать приемник

Максимальное отклонение амплитуды глазка

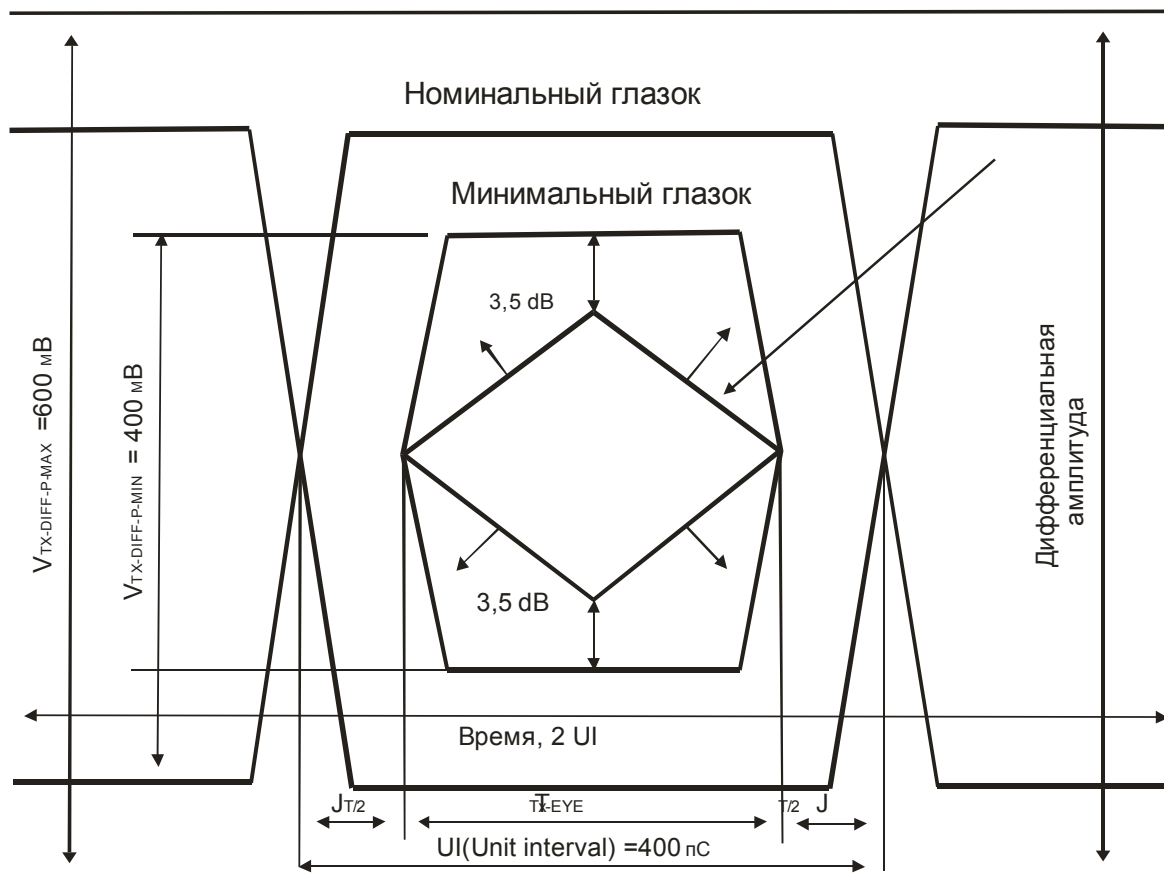


Рис.2.5.20. Глазковая диаграмма передатчика.