

## ПОНЯТИЕ ВОЗВРАТНОГО ТОКА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПАРЕ

Некоторые думают, что в дифференциальной паре возвратный ток одного из сигналов всегда протекает по шине другого сигнала. Это правда, но лишь в одном случае, что, к сожалению, редко случается при межслойных соединениях.

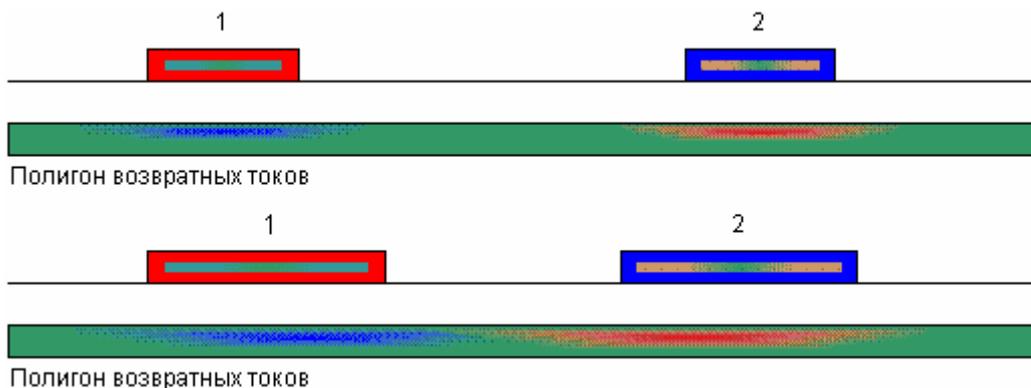
Это значит, что необходимо быть внимательным не только в обеспечении хорошего пути сигнального тока, но также и в обеспечении хорошего пути возвратного тока для каждой шины дифференциальной пары, или же появится опасность нарушения целостности дифференциального сигнала.

Понимание распределения возвратного тока сигналов дифференциальной пары помогает проверить Вашу интуицию и ограждает от ошибок, приводящих к нарушению целостности сигнала. Парные полосковая и микрополосковая линии передачи — две основные конфигурации шин дифференциальной пары. Для несимметричных линий с волновым сопротивлением около 50 Ом, когда расстояние между сигнальными шинами более трех длин волны, коэффициент связи между шинами так мал, что дифференциальное сопротивление полностью зависит от расстояния между

ними. В этой конфигурации, когда дифференциальный сигнал распространяется по дифференциальным шинам, существует явно выраженный возвратный ток в полигоне под каждой шиной.

Токи в линии передачи будут перераспределяться таким образом, чтобы минимизировать индуктивную петлю на протяжении своего пути. Это значит, что внутри таких проводников токи будут стараться распределиться как можно дальше друг от друга. В это же самое время сигнал и его возвратный ток для каждого проводника будут стремиться распределиться как можно ближе друг к другу. Совместно эти две силы точно распределяют ток в проводниках линии передачи.

Возвратный ток в полигоне изолированной микрополосковой линии распределяется главным образом под сигнальной шиной. Расположение пути возвратного тока вблизи шины сигнального тока будет уменьшать индуктивную токовую петлю. Если мы расположим сигнальные шины дифференциальной пары так, чтобы зазор между ними был бы равен их ширине, и подадим дифференциальный сигнал, то возникнет частичное перекрытие возвратных токов в полигоне.



Ток вытекает от нас для сигнальной шины 1 и на нас для полигона непосредственно под шиной 1. В это же время ток идет на нас для сигнальной шины 2 и от нас для полигона непосредственно под шиной 2.

Несмотря на то, что выглядит, как будто такой же ток втекает в шину 1 и вытекает из шины 2, это не совсем так. С шинами, расположенными так близко, как это может быть выполнено, для микрополосковых и полосковых линий передачи только около 10% возвратного тока перекрывается в полигоне и теряется. Оставшиеся 90% тока протекают в полигоне под сигнальными шинами. Этот ток влияет на индуктивную петлю дифференциального сигнала и оказывает сильное воздействие на дифференциальное сопротивление.

В экспериментальных работах была измерена величина возвратного тока при перекрытии в двух сигнальных шинах с емкостной или индуктивной связью между ними в сравнении с током в сигнальной шине и полигоне. В близко расположенных дифференциальных микрополосковых линиях взаимодействие между шинами

составляет лишь 10% от связи между сигнальной шиной и шиной возвратного пути.

В экранированных витых парах влияние между сигнальными проводниками очень велико по сравнению с влиянием между отдельным проводником и экраном. В этом случае, возвратный ток в экране для одного проводника имеет такое же распределение, как и возвратный ток для другого проводника. Когда по витой паре передается дифференциальный сигнал, возвратные токи в экране перекрываются и полностью компенсируются, поэтому по экрану ток не протекает, и, следовательно, его (экран) можно удалить, что не повлияет на дифференциальное сопротивление.

Как не абсолютно точное эмпирическое правило, можно принять следующее: *взаимодействие между шинами более значительно, чем взаимодействие между шиной и полигоном; любая сигнальная шина должна быть отнесена от любого полигона по крайней мере на двойную свою ширину для того, чтобы обратные токи взаимно компенсировались.*