

Шинные стабилизаторы для микросхем КМОП

Часто встречающаяся проблема при создании цифровых схем – наличие входов, на которых нет сигнала, или на которых входной сигнал изменяется слишком медленно. При использовании микросхем КМОП и БикМОП, оставленные без подключения входы могут вызвать эффект осцилляции, причем потребление тока при этом очень сильно увеличивается. Для микросхем серии ТТЛ оставленный свободным вход не является объектом риска – на входах ТТЛ устанавливается устойчивая логическая единица. Вход микросхем КМОП имеет очень высокое сопротивление и трудно заранее предсказать, как микросхема будет реагировать на отсутствие сигнала, если нет детальной схемы входа микросхемы.

Причина возникновения осцилляции заключается в том, что при любом состоянии сигнала – высоком или низком – работает только один транзистор. Переход из одного состояния в другое происходит точно тогда, когда оба транзистора проводят ток. Если входное напряжение изменяется медленно от низкого логического уровня к высокому, то при достижении порогового напряжения

выходной сигнал резко упадет от высокого уровня к низкому (как результат усиления входного напряжения), и разрядит нагрузочный конденсатор. Результатом разрядки будет падение напряжения на внутреннем потенциале земли микросхемы. Это вызывает снижение разности потенциалов между потенциалом входа и потенциалом внутренней земли, что вызовет эффект снижения входного напряжения, и, следовательно, переключит вход в противоположном направлении. Все вышеописанное повторится еще раз, но в обратной полярности. Это будет продолжаться периодически, где период – время задержки сигнала на всем вентиле (рис. 1). Медленно изменяющиеся входные сигналы могут вызвать осцилляции как на входе, так и на выходе микросхемы, из-за наведенного внутри нее шума.

Так как подобные осцилляции сопровождаются большим переносом энергии, то произойдет резкое увеличение рассеиваемой мощности и теплоты. В худшем случае, после некоторого времени работы в таком режиме микросхема может оказаться разрушенной.

Как же поступить со входами цифровых микросхем, которые остались неподключенными? Есть несколько вариантов (рис. 2):

- I оставить входы как есть (А); в этом случае можно надеяться, что никаких негативных последствий не будет, и величина потребляемого тока не выйдет на критические пределы; однако известный закон Мерфи, распространяясь также и на проектирование в электронике, гласит: все части системы, которые могут работать неправильно, наверняка будут работать неправильно; эту

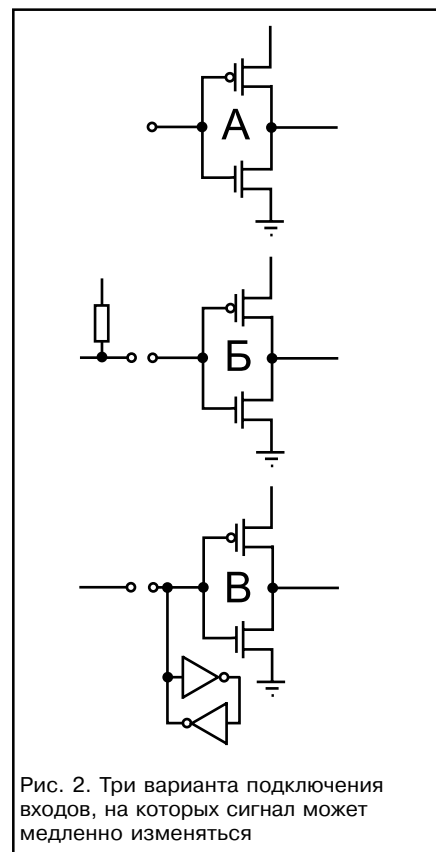


Рис. 2. Три варианта подключения входов, на которых сигнал может медленно изменяться

проблему можно опустить, если входы подключены к выходам с третьим состоянием, и продолжительность этого третьего состояния, при котором на выходе микросхемы нет сигнала, не будет превышать нескольких микросекунд;

- I использовать параллельный резистор, подключенный к цепи питания или земли, для установки постоянного уровня сигнала на входе (Б); этот метод надежен, но все же неэкономичен по отношению к потребляемому току; кроме того, импеданс цепи увеличивается; когда по цепи передается низкочастотный сигнал, ничего страшного не произойдет, но если частота сигнала велика, то фильтр, который образуется при подключении резистора ко входу, может существенно исказить сигнал;
- I использовать специальные устройства, делающие входной сигнал устойчивым (В); такие устройства называются

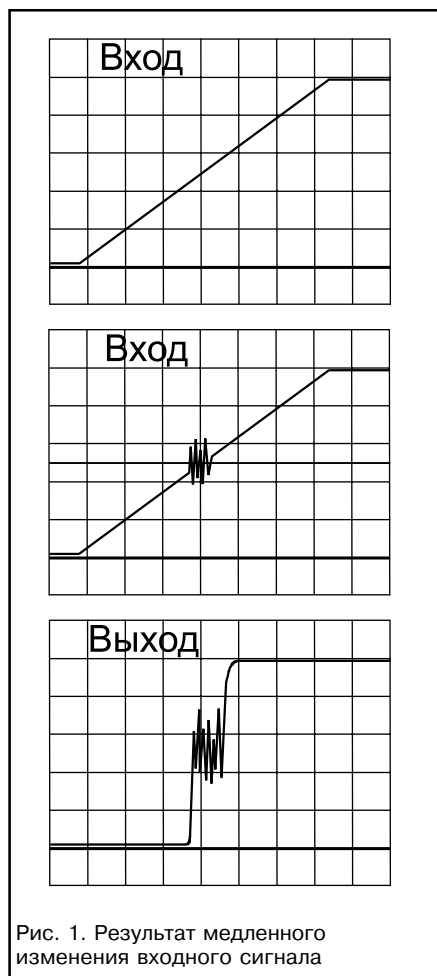


Рис. 1. Результат медленного изменения входного сигнала

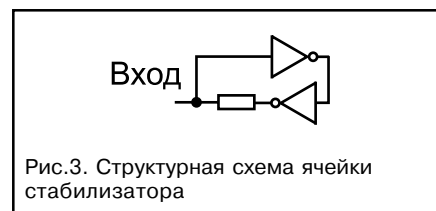


Рис.3. Структурная схема ячейки стабилизатора

стабилизаторами; это наилучший метод из всех трех, так как он свободен от недостатков двух предыдущих.

Стабилизатор – небольшой блок, подключенный ко входу микросхемы.

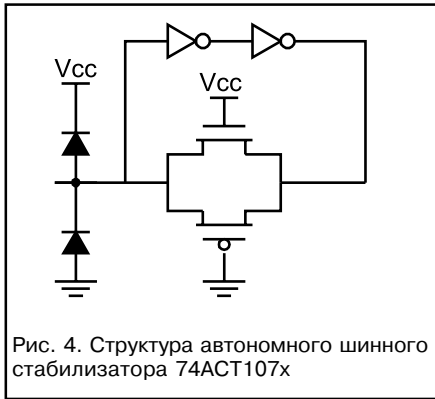


Рис. 4. Структура автономного шинного стабилизатора 74ACT107x

Основная его задача не допустить появление осцилляций и других шумов на входе микросхемы. При этом стабилизатор не должен вносить в сигнал никаких артефактов и тем более не должен ухудшать характеристики цепи.

На рис. 3 показана структурная схема стабилизатора – два инвертора и обратная связь на вход микросхемы.

Когда входное напряжение близко к пороговому, стабилизатор пытается переключить сигнал в противоположное состояние, всегда удерживая сигнал в определенном – низком или высоком – уровне. Это является результатом работы цепи обратной связи стабилизатора.

Шинные стабилизаторы имеются на большинстве микросхем серии АВТ. На микросхемах со стабилизаторами не нужно ставить внешние последо-

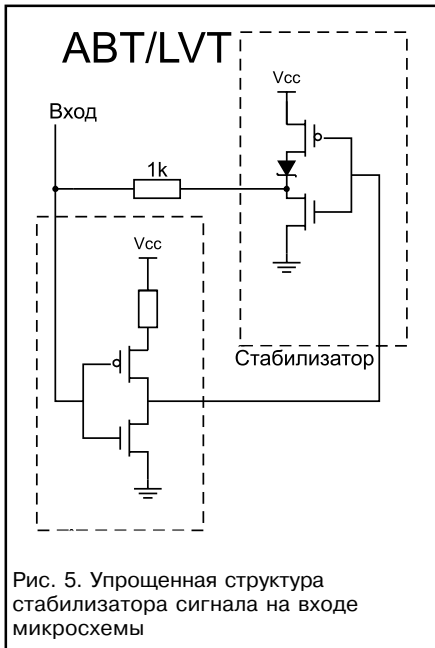


Рис. 5. Упрощенная структура стабилизатора сигнала на входе микросхемы

вательные резисторы. Некоторые фирмы выпускают стабилизаторы для входных цепей микросхем КМОП в виде отдельных устройств. Например, Texas Instruments предлагает десяти и шестнадцативольтовые стабилизаторы шин (4ACT1071 and 74ACT1073) со встроенными ограничительными диодами, подключенными к цепям питания и земли. Эти диоды защищают микросхемы, подключенные к цепи, от токовых отражений, вызванных несоответствием импедансов на шине.

На рис. 4 показана схема автономного стабилизатора. Из-за того, что обычный резистор очень непросто встроить в цепь КМОП, в качестве элемента обратной связи используется повторитель.

Величина тока, подаваемого в петлю обратной связи стабилизатора имеет свой предел. Поэтому число подключаемых к стабилизатору устройств ограничено. Число их указывается в описании конкретной микросхемы. Обычно к одному выходу стабилизатора подключается до шестнадцати входов микросхем.

Встроенный стабилизатор состоит из двух МОП-транзисторов, один из которых опускает уровень входного сигнала к земле, а другой – подтягивает к уровню напряжения питания.

Микросхемы серий КМОП и БиКМОП имеют практически одинаковые входы, устроенные по принципу КМОП. Работа стабилизатора очевидна их двух схем на рис. 5 и 6. Посмотрим, как могут разворачиваться события на входе микросхемы.

1. Входной сигнал переходит из низкого уровня или третьего состояния в высокий уровень. Проходя через инвертор он выключает нижний N-МОП транзистор и включает верхний P-МОП транзистор, удерживая сигнал на высоком уровне. Если на входе не присутствует напряжение питания, то через стабилизатор потечет небольшой ток, зависящий от напряжения на входе, и подтянет уровень входного сигнала вверх.
2. Сигнал на входе переходит из третьего состояния или высокого уровня в низкий уровень. Проходя через инвертор, он выключает верхний P-МОП транзистор P-МОП и включает нижний N-МОП транзистор, удерживая сигнал на низком уровне. Если на входе не присутствует напряжение земли, то через стабилизатор потечет небольшой

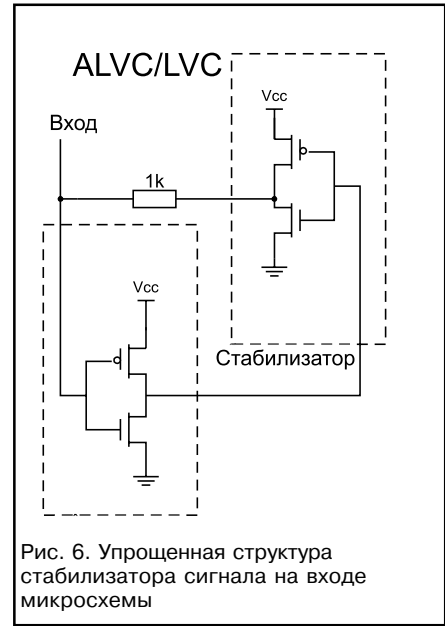


Рис. 6. Упрощенная структура стабилизатора сигнала на входе микросхемы

ток, зависящий от напряжения, и опустит уровень входного сигнала вниз.

3. Сигнал на входе переходит из высокого уровня в третье состояние. Напряжение на входе будет подтянуто вверх до напряжения питания.
4. Наконец, когда сигнал на входе переходит из низкого уровня в третье состояние, происходит подтягивание сигнала вверх. Нужно отметить, что для этого нужен дополнительный ток, который уйдет на перезарядку емкости шины.

Величина тока, который подается стабилизатором в петлю обратной связи зависит от напряжения на входе микросхемы. Если напряжение на входе близко к пороговому, стабилизатор пытается переключить его в противоположное состояние подавая при этом максимальный ток.

Вадим Стрижов,
strijov@ccas.ru