

## ДАТЧИК ТОКА НА ИС IR2130

### Введение

Высоковольтный драйвер затвора МОП транзисторов на ИС IR2130 обеспечивает удобное и дешевое решение задач управления в применениях на основе 3-фазных мостовых схем. Схема содержит три верхних и три нижних канала относительно общей шины и предназначена для решения задач, включающих:

- (i) ШИМ драйверы двигателей переменного тока;
- (ii) драйверы шестишаговых двигателей переменного тока;
- (iii) сверхмощные ключи.

ИС IR2130 обладает дополнительными свойствами для повышения применимости в этих схемах. К этим свойствам относятся:

- (i) Индикатор сбоя на выходе;
- (ii) Блокировка входа от чрезмерного тока;
- (iii) Усилитель сигнала тока.

В нашем случае третья особенность – усилитель сигнала тока – и является предметом рассмотрения настоящего материала.

### Применение усилителя

Усилитель сигнала тока должен быть включен таким образом, чтобы ток в общем (минусовом) проводе источника постоянного тока трехфазной мостовой схемы мог контролироваться.

Типовое схемное решение для ИС IR2130 приводится в справочном листе на схему. Коэффициент усиления сигнала определяется отношением падения напряжения на сопротивлении обратной связи к выходному на выводе V<sub>sa0</sub> ИС IR2130. Детальное рассмотрение разводки усилителя приведено на рис. 3 сообщения AN-985 (Памятка по применению IR).

Форма тока, наблюдаемого в цепи постоянного тока, будет зависеть от топологической конструкции 3-фазного моста.

Два таких конструкторских решения называются 6-шаговый инвертор и ШИМ инвертор. Достаточно сказать, что для приемлемых уровней нагрузки и средних коэффициентов мощности ток в цепи постоянного тока всегда будет положительным. Любой отрицательный ток, проходящий в обратном направлении через обратно смещенные диоды в мостовой схеме за счет запаздывания тока, будет поглощаться в схеме моста и не пройдет в цепь постоянного тока.

При маломощной нагрузке уровни отрицательного тока начнут превышать положительный ток в мосте, и затем в плече постоянного тока будет протекать полный отрицательный ток. Тот же эффект будет иметь место, если нагрузка предназначена для регенерации в систему.

### Ограничение усиления

Следующие рекомендации для рабочих режимов внутреннего усилителя тока указаны в справочных данных:

V <sub>S</sub> -напряжение на общем -драйверов относительно	V <sub>CC</sub> – 5 - + 5V .
V <sub>sa</sub> - инверсный вход усилителя	0 – 5V
V <sub>sa0</sub> -выходное напряжение усилителя	0 – 5 V
I <sub>src</sub> – ток на выходе усилителя	до 2mA
I <sub>inc</sub> – ток на выходе усилителя	0,5mA

Из этих цифр видно, что выход усилителя не выдает отрицательное напряжение. Это означает, что любое появление отрицательного тока в цепи постоянного тока через отслеживающий резистор не передается на выход усилителя. Эта потеря информации в дальнейшем будет объединена с характеристикой усилителя и не может быть выбрана из справочных данных. Задержка восстановления имеет место в работе усилителя датчика тока при смене полярности входного сигнала от отрицательной на положительную. Потери отрицательных входных сигналов и задержка восстановления усилителя показаны на рис. 1, где в качестве примера на входе использован треугольный сигнал.

Величина задержки определена относительно 2v/dt при нулевом значении входного сигнала. Как отмечено ранее, отрицательный ток на датчике усилителя тока возможен при минимальном и низком коэффициенте нагрузки.

Эти появления отрицательного тока являются потерями в усилителе.

### Решение

Задержка восстановления усилителя на выводе V<sub>s</sub> приводит к насыщению усилителя при подаче отрицательного напряжения. Накопление заряда требует времени для удаления или рассеивания перед началом правильной работы усилителя.

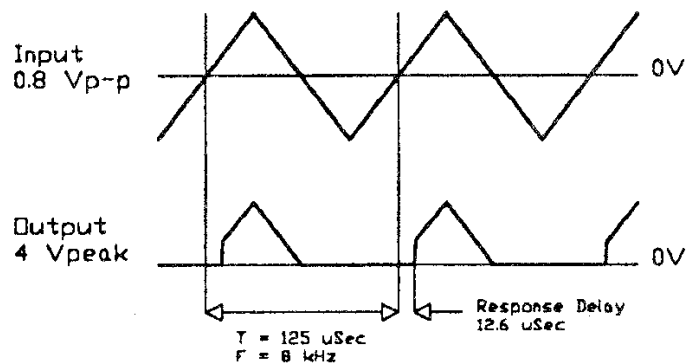


Рис. 1. Работа усилителя тока с треугольными импульсами на входе

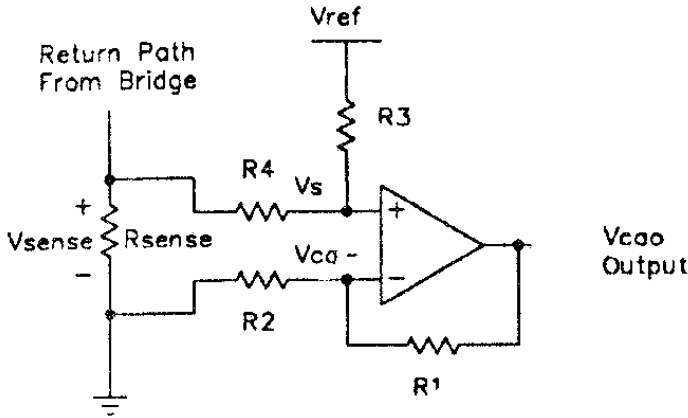


Рис. 2. Дифференциальный усилитель с отсечкой напряжения

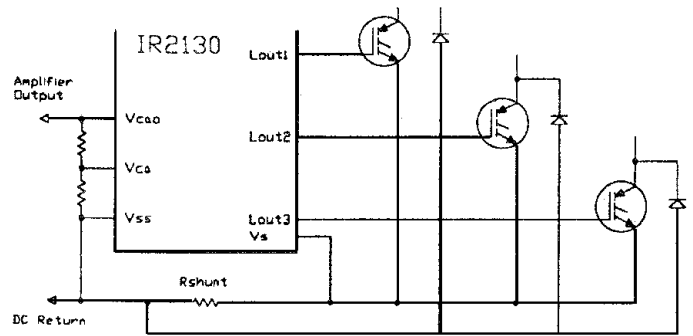


Рис. 3. Схема контроля положительной составляющей тока нагрузки

Единственный способ исключения времени задержки восстановления заключается в защите входного напряжения  $V_s$  от прохождения отрицательного тока. Входное напряжение вообще должно иметь малую величину (менее 1В) в связи с необходимостью уменьшить потери в отслеживающем резисторе и не вводить избыточное напряжение, которое будет нарушать управление схемой. Малый сигнал также необходим для ограничительного диода.

### Способ 1

Сигнал на неинверсный вход усилителя должен быть защищен от отрицательных значений. Если на дифференциальный усилитель подается напряжение для сдвига действующего нулевого уровня тока, на выходе появляется усиленный входной сигнал, смещенный некоторым положительным напряжением.

Схема этого решения приведена на рис. 2. Необходимые расчеты для выбора компонентов для данной схемы приведены в приложении 1. Можно видеть, что выбор компонентов ограничивается полным суммарным сопротивлением, допустимым в контуре затвора, и максимальным током, который может выдавать внутренний усилитель.

### Способ 2

Как установлено в способе 1, неинвертирующий вход усилителя должен быть защищен от присутствия отрицательного значения входного напряжения. Это может быть достигнуто только при условии прохождения через отслеживающий резистор положительной, составляющей тока.

Так как положительные составляющие тока в трехфазной мостовой схеме проходят через переключающие приборы, а отрицательные составляющие проходят через ограничительные диоды, для их разделения требуется относительно простая операция. Схема на рис. 3 показывает реализацию этого приема в мостовой схеме на БТИЗ. При применении в качестве переключающих приборов МОП транзисторов необходимы дополнительные диоды, включенные последовательно с каждым МОП ПТ для исключения влияния внутреннего диода сток-подложка, как это иллюстрируется рис. 4

### Способ 3

Изменение способа 2, которое может дать преимущество в количестве компонентов и стоимости для моста на МОП ПТ, показано на рис. 5

Положительная составляющая в цепи постоянного тока блокируется зашунтированным резистором и направляется через второй каскад параллельного диода. Эти диоды не должны быть высоковольтными, но должны быть способны пропускать полный ток в цепи постоянного тока.

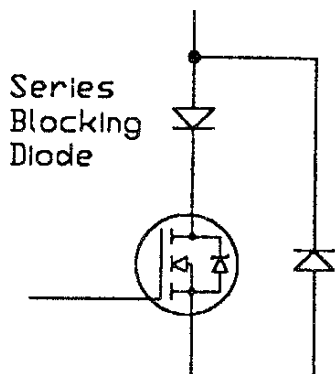


Рис. 4. Подключение МОП ПТ для разделения положительной и отрицательной составляющих тока

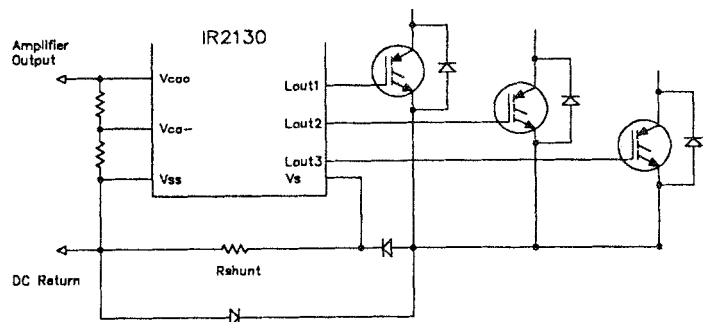


Рис. 5. Схема подключения блокирующего диода в токочувствительной цепи

### Заключение

ИС IR2130 имеет встроенный усилитель токового сигнала, сконструированного для контроля тока в силовой цепи. Усилитель при условии ограничения диапазона входных сигналов продолжает работу и слабо реагирует на задержку отрицательного входного сигнала.

В улучшении работы усилителя нет необходимости, так как вывод неинвертирующего входа ИС усилителя является также входом обратной связи для управления приборами нижнего канала. |

Три представленных решения облегчают понимание ограничений усилителя и способствуют работе ИС IR 2130 в применениях, требующих точного отслеживания тока в силовой цепи. Метод 1 основан на использовании полного тока в цепи, включая и отрицательные составляющие.

Способы 2 и 3 допускают использование только положительных составляющих в цепи постоянного тока, поступающего во встроенный усилитель тока ИС IR2130.

### Приложение 1. Выбор компонентов

При выборе компонентов для использования с внутренним усилителем тока необходимо руководствоваться следующими рекомендациями по проектированию:

(1) Максимальная величина резистора, который может быть введен в обратную цепь затвора, должна быть 470м. Большая величина может влиять на характеристики переключения.

(2) Максимальный выходной ток усилителя должен быть 2мА при наихудших условиях. Рассмотрим схему, показанную на рис. 2. Усиление неинверсного каскада усилителя составляет:

$$V_{CAO}/V_S = 1 + R1/R2 \quad (1)$$

Сигнал на выводе  $V_{SO}$  может быть определен уравнением:

$$V_S = V_{SENSE} + (V_{REF} - (V_{REF} - V_{SENSE}) * R4 / (R3 + R4)) \quad (2)$$

Комбинируя уравнения (1) и (2), получаем:

$$V_{CAO} = V_{SENSE} (1 + R1/R2) + [(V_{REF} - V_{SENSE}) * R4 / (R3 + R4)] * (1 + R1/R2)$$

Если справедливы условия  $R1 = R3$  и  $R2 = R4$ , тогда последнее уравнение принимает вид:

$$V_{OUT} = V_{REF} + V_{SENSE} * R1/R2$$

При применении правил конструирования могут быть выбраны диапазоны значений сопротивлений.

Предел значения тока 2мА дает наименьшее значение суммы сопротивлений  $R1 = R2$ . Этот предел определяется следующим:

$$I_{limit} = V_{CAO(max)} / (R1 + R2); I_{limit} = 2mA, V_{CAO(max)} = 5V$$

Это означает, что  $R1 + R2 > 2,5k\Omega$ .  $R2$  имеет предел 470м, а  $R1 > 2,45k\Omega$ . Это дает коэффициент усиления в схеме  $R1/R2 = 52$ . Если выход усилителя находится в диапазоне  $[0, + 5V]$ , тогда смещение составит 2,5В, давая допустимое изменение входного напряжения  $+ / - 2,5V$ . Максимальное изменение входного напряжения, таким образом, составляет 5мВ. Этот малый уровень сигнала возможен с коммерческими шунтами, которые имеют малую индуктивность для уменьшения помех от мощных ключей. Это также означает, что функция внутренней блокировки тока в ИС IR2130 не может быть задействована, так как схема имеет внутреннюю блокировку на 0,5В.

Следует соблюдать осторожность при работе на малых уровнях входного сигнала, ибо согласно справочным данным напряжение смещения усилителя составляет 10мВ. В этом случае может возникнуть необходимость в схемах подстройки смещения.