

Гарманов А.В.

**Требования к источникам сигналов АЦП с входным динамическим коммутатором каналов в многоканальном режиме --**

**АЦП L-154, L-761, L-780, L-783, L-791, E14-440, E14-140, H-11, LC-111, LTR11**

*или*

*что делать с помехами, если не понятно, что делать.*

*Памятка пользователю:*

Перечисленные в заголовке АЦП главным образом различаются:

- n разрядностью АЦП 12-14 бит,
- n максимальной частотой АЦП (100-400 кГц),
- n наличием или отсутствием гальваноразвязки,
- n интерфейсом

Несмотря на разнообразие, архитектура этих АЦП одинакова (*входной коммутатор -- одноканальный усилитель -- одноканальный АЦП*) и позволяет получить относительно низкую стоимость, пересчитанную на один канал, но при этом требует от пользователя *соблюдения важных правил подключения АЦП для многоканального режима.*

Наличие аналогового коммутатора непосредственно на входах X, Y, GND32 обязывает пользователя соблюдать дополнительные правила подключения АЦП, если будет использоваться многоканальный режим.

### **Описание сути явления “коммутационных помех”.**

В многоканальном режиме коммутатор работает в динамике, переключаясь с одного канала на другой с частотой, равной программно-установленной частоте АЦП. Например, для частоты АЦП 400 кГц время от момента коммутации до срабатывания устройства выборки-хранения АЦП составляет 2,5 мкс.

Межканальное прохождение, а также помехи, вызванные коммутацией, будут малы, если за это время переходный процесс (вызванный явлением инжекции заряда в аналоговом ключе в момент коммутации) во входных цепях АЦП полностью завершится. Длительность переходного процесса напрямую зависит от импеданса источника сигнала по отношению к входам АЦП, а также от длины линий. Так, для частоты АЦП 400 кГц на диапазонах  $\pm 10V \dots \pm 2.5V$  для получения межканального прохождения сигнала менее -75...-80 дБ (для 14-битных АЦП в дифференциальном режиме длина проводов до источника сигнала не должна превышать 1.5 метра, а сопротивление источника сигнала в полосе частот до 2 МГц не должно превышать 1 кОм}. Для меньших частот АЦП для получения того же межканального прохождения допустимые длины проводов и выходное сопротивление источника сигнала будут больше.

На меньших входных диапазонах (менее  $\pm 2.5V$ ) межканальное прохождение также будет увеличиваться за счёт увеличения требуемого времени установления переходного процесса в аналоговом тракте при больших коэффициентах усиления.

Существует и ещё один негативный фактор, который может резко влиять на межканальное прохождение и искажение сигнала --- это превышение установленного входного диапазона. Представьте, что на вход канала с установленным диапазоном  $\pm 2.5V$  подан входной сигнал 10V. От такого сигнала усилитель войдет в ограничение (то есть нелинейный режим), а выход из такого состояния требует дополнительного времени. Это может создать дополнительные искажения в следующем (по порядку опроса) канале.

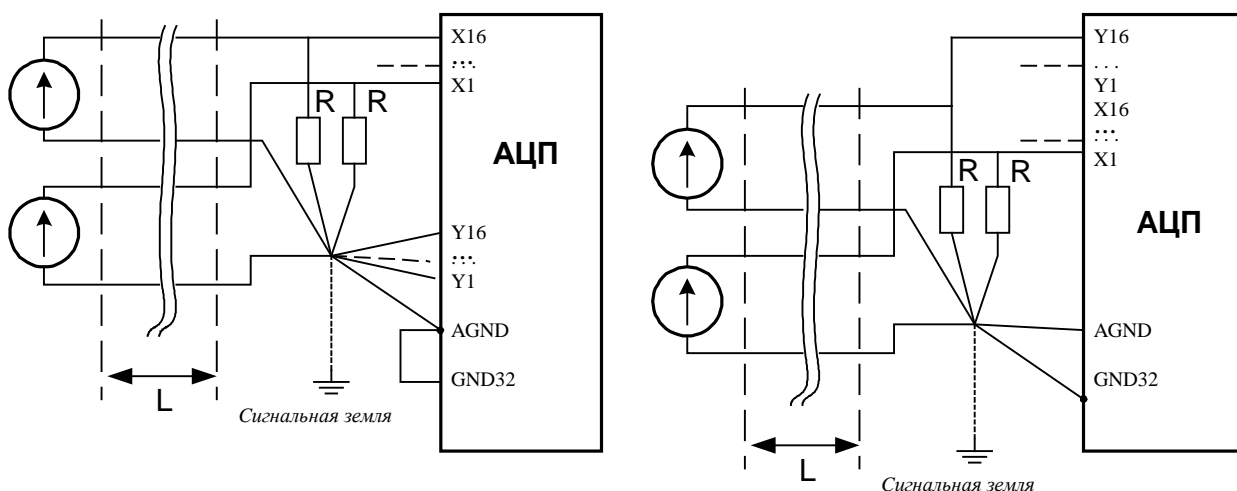
### **Общие рекомендации.**

Итак, для получения минимального межканального прохождения сигнала, минимальных помех и минимальных искажений сигнала:

- n Обеспечьте наименьший импеданс (внутреннее сопротивление) источника сигнала, если это возможно.

- п Установите наименьшую частоту АЦП, которая приемлема для Вашей задачи.
- п Обеспечьте наименьшую длину проводов до источника сигнала.
- п Выбирайте больший входной диапазон АЦП по напряжению, если это удовлетворяет Вашей задаче.
- п Не допускайте превышение установленного диапазона сигнала.
- п Исключите опрос канала, линии которого не подключены.
- п Если есть выбор: применить дифференциальное или однофазное подключение, --- всегда выбирайте дифференциальное.
- п Примените особый случай подключения входных сигналов “по току”, если в Вашей задаче это возможно сделать.

### Особый случай подключения входных сигналов “по току”.



**РИС 1.** Особый случай подключения сигналов “по току”:  
дифференциальный режим (слева),  
однофазный (с общей землёй, справа).

Типичные схемы подключения входных аналоговых сигналов приводятся в соответствующих руководствах на АЦП. В этих схемах длины проводов имеют большое значение.

Помимо этого существует особый случай подключения входных цепей “по току”, при котором длина входных проводов не оказывает существенного влияния на межканальное прохождение. Это подключение входных сигналов как источников тока. На рис. 1 приведены два случая такого подключения для 16-ти и 32-канального режима АЦП. В этих примерах резисторы должны иметь сопротивления 75...500 Ом (в идеале, чем ближе к волновому сопротивлению линии, тем лучше). При этом источник сигнала должен обеспечивать соответствующий выходной ток для раскачки входного напряжения на требуемом входном диапазоне АЦП. *Огромное преимущество этого способа в том, что длина проводов L не оказывает существенного влияния на длительность переходного процесса на входе АЦП, поскольку фактически малый импеданс источника сигнала уже обеспечен.*

Внимание! Чем больше длина проводов до входа АЦП и чем более высокая частота АЦП используется, тем более актуально подключение сигналов “по току” (рис. 1).

## **Как правильно поставить диагноз “коммутационные помехи” (не перепутав эту проблему с другими проблемами подключения) и вообще: что делать, если что делать -- непонятно.**

Допустим, Вы приобрели АЦП у L-Card, подключили его согласно документации и столкнулись с проблемами помех, искажений или межканального прохождения сигнала. Что Вам делать в этом случае?

Разумная последовательность действий должна быть такова.

- Проверьте правильность подключения согласно документации.
- Убедитесь, что подводимые к АЦП сигналы находятся в рабочем диапазоне напряжений (для всех подключенных каналов) и в установленном диапазоне (для каналов, которые опрашиваются). Если эти условия не соблюдены, то, как минимум, одна из причин проблемы именно в этом.
- Допустим, Вы наблюдаете помеху по *i*-му физическому каналу (или искажение, или межканальное прохождения с *j*-ого канала на *i*-ый). Не трогая ничего, просто включите опрос только одного *i*-ого канала в модуле. Если наблюдаемая картина будет хороша в течение долгого времени (т.е. помехи, или искажение, или межканальное прохождения с *j*-ого канала на *i*-ый существенно уменьшатся или исчезнут), то можно однозначно диагностировать: это “**коммутационные помехи**” (см. п. “Общие рекомендации” по их устранению). Если же в таком режиме регистрации картина не улучшается, то это значит, что данное подключение вообще крайне проблемное (или подключение неверное, или внешние помехи слишком велики и требуется экранирование, заземление и другие общие меры, уменьшающие внешние помехи и разрешающие проблемы электросовместимости разных устройств, см. статью <http://www.lcard.ru/publ-11.php3> или на L-CARD CDROM файл \PDF\_BOOK\eLibrary\lcardconnects.pdf)
- Допустим, Вы столкнулись с какой-то другой ситуацией, которая не описана в настоящем документе, и вышеизложенные рецепты не решили проблему, **тогда Вам следует обратиться в L-CARD за консультацией.**

## **Что нужно подготовить для получения консультации у специалиста L-CARD по вопросам помех, искажений сигналов и межканального прохождения.**

Звонок в L-CARD в такой ситуации и объяснение “на пальцах” --- это, как правило, просто потеря времени (своего и чужого), поскольку специалисту сразу потребуются исходные данные, описывающие Вашу ситуацию. А необходимых исходных данных **ОЧЕНЬ МНОГО** (вы и сами из сразу не вспомните), поэтому их **просто необходимо** передать в L-CARD в письменном виде (E-mail: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru), конференция на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru), факс . 785-95-14, выслать по почте или принести лично по адресу ЗАО "Л-КАРД" , 117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 5, корп. 4, стр. 2.)

Необходимы следующие исходные данные, описывающую Вашу ситуацию:

- Как Вас зовут и как с Вами связаться.

- Название изделия.
- Серийный номер изделия.
- Какой компьютер используете и под какой операционной системой.
- Каким ПО вы пользуетесь и каким драйвером устройства (указать версию или другие сведения, позволяющие Вас понять).
- Какие программные пользовательские настройки изделия используются (частота АЦП, входной диапазон, указать режим: 16-канальный или 32-канальный, какие каналы опрашиваются и другие пользовательские настройки).
- Какая конфигурация джамперов (перемычек) используется на плате (если таковые имеются).
- Схема внешних подключений (текстовое описанием связей или эскиз схемы), при этом обязательно указать номера контактов разъёма и ориентировочную длину проводов.
- Какие источники сигнала используются, или какие внутренние сопротивления они имеют.
- Оценка уровней сигналов, приложенных к контактам изделия, какой характер сигнала используется (укажите специфические параметры сигнала, если они известны, импульсный или синусоидальный, случайный или периодичный, ширина полосы частот).
- В каких условиях эксплуатируется изделие (лаборатория, производство).
- Описать, как выполнены цепи заземления компьютера, заземлены ли источники сигналов; если да, то каким образом.
- И, наконец, опишите наблюдаемые помехи, межканальное прохождение или другой наблюдаемый негативный эффект, снабдив это описание хотя бы какими-то количественными характеристиками или оценками!

Если Вы потрудитесь немного и предоставите эти полные исходные данные, это даст возможность специалисту в кратчайшие сроки дать Вам наиболее точный и правильный ответ, что, безусловно, в Ваших интересах!