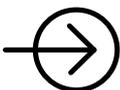
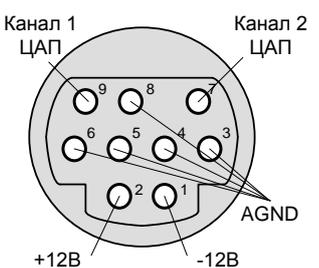
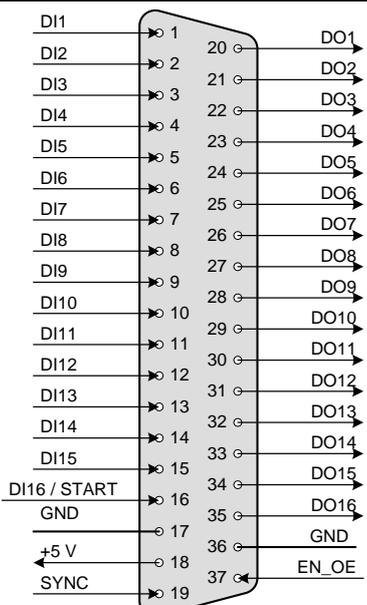


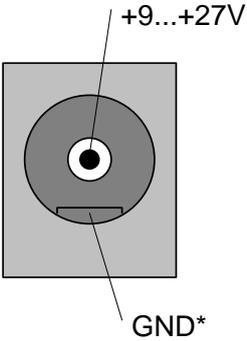
Модуль E20-10. Типичные примеры подключения.

Ревизия документа: 1.4, октябрь 2019 г.

Справочная таблица сигналов E20-10.

| Разъёмы E20-10 | Сигнал, цепь | Цепь общего провода | Назначение |
|--|--------------|---------------------|---|
| <p>ANALOG</p>  <p>1,2,3,4</p>  | Канал 1 АЦП | AGND | Вход "с общей землёй" канала 1 АЦП, экран разъёма соединён AGND |
| | Канал 2 АЦП | AGND | Вход "с общей землёй" канала 2 АЦП, экран разъёма соединён AGND |
| | Канал 3 АЦП | AGND | Вход "с общей землёй" канала 2 АЦП, экран разъёма соединён AGND |
| | Канал 4 АЦП | AGND | Вход "с общей землёй" канала 2 АЦП, экран разъёма соединён AGND |
| <p>ANALOG</p>   <p>Канал 1 ЦАП</p> <p>Канал 2 ЦАП</p> <p>AGND</p> <p>+12V</p> <p>-12V</p> | +12В, -12В | AGND | Двуполярный (относительно AGND) выход питания внешнего устройства |
| | Канал 1 ЦАП | AGND | Выход "с общей землёй" канала 2 ЦАП |
| | Канал 2 ЦАП | AGND | Выход "с общей землёй" канала 2 ЦАП |
| | AGND | - | Аналоговая земля E20-10 |
|  <p>DI1 → 1</p> <p>DI2 → 2</p> <p>DI3 → 3</p> <p>DI4 → 4</p> <p>DI5 → 5</p> <p>DI6 → 6</p> <p>DI7 → 7</p> <p>DI8 → 8</p> <p>DI9 → 9</p> <p>DI10 → 10</p> <p>DI11 → 11</p> <p>DI12 → 12</p> <p>DI13 → 13</p> <p>DI14 → 14</p> <p>DI15 → 15</p> <p>DI16 / START → 16</p> <p>GND → 17</p> <p>+5 V → 18</p> <p>SYNC → 19</p> <p>20 ← DO1</p> <p>21 ← DO2</p> <p>22 ← DO3</p> <p>23 ← DO4</p> <p>24 ← DO5</p> <p>25 ← DO6</p> <p>26 ← DO7</p> <p>27 ← DO8</p> <p>28 ← DO9</p> <p>29 ← DO10</p> <p>30 ← DO11</p> <p>31 ← DO12</p> <p>32 ← DO13</p> <p>33 ← DO14</p> <p>34 ← DO15</p> <p>35 ← DO16</p> <p>36 ← GND</p> <p>37 ← EN_OE</p> | DI<16...1> | GND | 16-битный цифровой вход: DI1-младший бит, DI16-старший бит, линии START и DI16 совмещены |
| | DO<16...1> | GND | 16-битный цифровой выход: DO16-старший бит, DO1-младший бит |
| | GND | - | Цифровая земля |
| | +5V | GND | Выход +5V питания внешних цепей |
| | SYNC | GND | Вход-выход сигнала синхронизации АЦП (резисторная подтяжка отсутствует). |
| | START | GND | Вход-выход сигнала старта сбора данных, линии START и DI16 совмещены. Имеется подтяжка резистором 4,7 кОм к цепи +5 V |

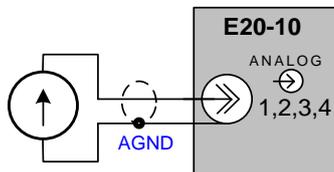
Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения **E20-10**. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: support@lcard.ru или в конференцию на сайте www.lcard.ru

| Разъёмы E20-10 | Сигнал, цепь | Цепь общего провода | Назначение |
|---|--------------|---------------------|---|
|  | +9...+27V | GND* | Вход напряжения +9...+27 V от внешнего источника питания 5W. Цепь GND* связана с цепью GND через фильтр цепи питания. |
| | EN_OE | GND | Вход управления режимом принудительной установки линий DO<16...1> на активный выход сразу после подачи питания на модуль, в этом случае, функция программного управления разрешением выхода игнорируется. Для включения режима необходимо замкнуть цепи EN_OE и GND на кабельной части разъёма цифровых сигналов. При неподключенном входе EN_OE устанавливается режим программного управления разрешением выхода |

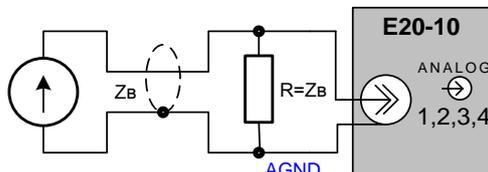
1. Подключение источника напряжения ко входу АЦП

(во всех случаях рекомендуется экранирование входной цепи АЦП)

1.1. Простой случай



1.2. Линия с волновым сопротивлением Z_B



1.3. Произвольная пассивная цепь



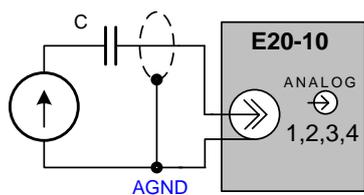
Вход АЦП E20-10 рев."В" может быть подключён к произвольной пассивной RLC-схеме (фильтру, делителю) с учётом входного сопротивления 10 МОм входа АЦП.

При подключении входа АЦП E20-10 рев."А" также следует учитывать собственный входной ток до 7 мкА, создающий смещение нуля АЦП при большом активном сопротивлении источника сигнала!

Ниже будут рассмотрены частные случаи пассивных цепей.

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения **E20-10**. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: support@lcard.ru или в конференцию на сайте www.lcard.ru

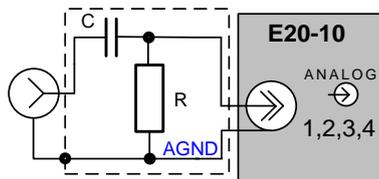
1.3.1. Закрытый вход



Закрытый вход. Схема применяется для очистки сигнала от постоянной составляющей. Принципиально данная схема совместима только с E20-10 рев. "В".

C – плёночный конденсатор. Нижняя граница полосы пропускания будет определяться величиной ёмкости C и внутренним сопротивлением 10 МОм входа АЦП.

1.3.2. Осциллографический закрытый вход 1 МОм (для согласования со стандартным осциллографическим щупом по переменному току)



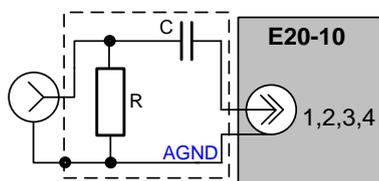
C – плёночный конденсатор 1 мкФ.

R – резистор 1,1 МОм.

Нижняя граница полосы частот пропускания будет определяться величиной ёмкости C, сопротивлением R и внутренним сопротивлением 10 МОм входа АЦП.

Схема совместима только с E20-10 рев. "В"!

1.3.3. Осциллографический закрытый вход 1 МОм (для согласования со стандартным осциллографическим щупом по постоянному и переменному току)



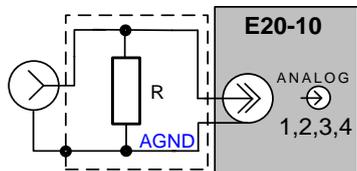
C – плёночный конденсатор 1 мкФ.

R – резистор 1,1 МОм.

Нижняя граница полосы частот пропускания будет определяться величиной ёмкости C и внутренним сопротивлением 10 МОм входа АЦП.

Схема совместима только с E20-10 рев. "В"!

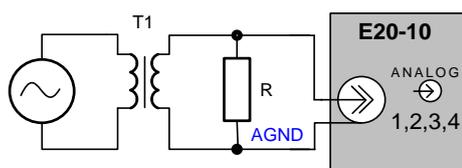
1.3.4. Осциллографический открытый вход 1 МОм



R – резистор 1,1 МОм

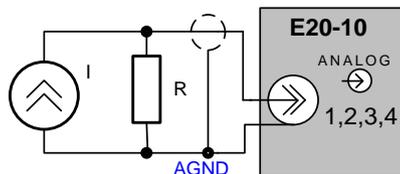
Схема совместима только с E20-10 рев. "В"!

1.3.5. Трансформаторное подключение источника напряжения или тока



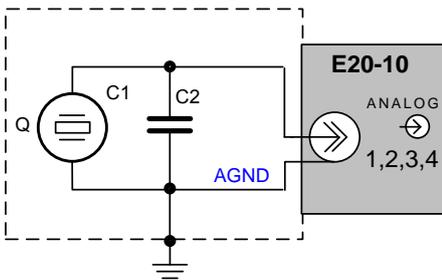
T1 принципиально может быть трансформатором напряжения или тока. Для сетевых или высоковольтных приложений заземление цепи AGND обязательно.

2. Подключение источника тока к входу АЦП



Установленный поддиапазон АЦП $\pm U$ должен соответствовать $U = I_{\text{MAX}} * R$, при этом, источник тока должен иметь запас по напряжению не менее чем U.

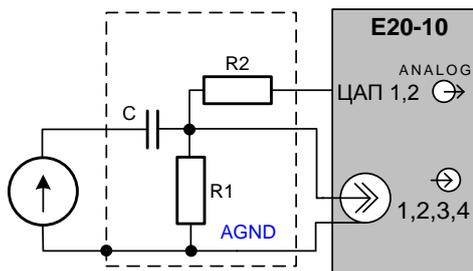
3. Подключение источника заряда к входу АЦП



При использовании пьезодатчика с собственной ёмкостью C1 нижняя граница полосы частот пропускания равна $F_n = 1 / (6,3 * R_{вх} * (C1 + C2))$, где $R_{вх} = 10 \text{ МОм}$ – сопротивление входа АЦП E20-10, C2 – добавочный плёночный конденсатор. Установленный поддиапазон АЦП $\pm U$ должен соответствовать $U = Q_{\text{MAX}} / (C1 + C2)$, где Q_{MAX} – максимальное значение заряда

4. Использование ЦАП

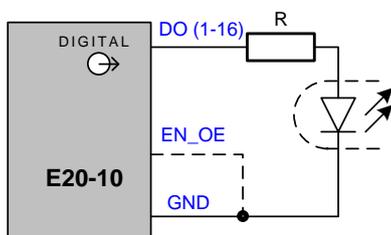
4.1. Подстройка напряжения смещения



Здесь приведён один из вариантов использования ЦАП для подстройки уровня постоянной составляющей напряжения на входе АЦП. Не рекомендуется использовать ЦАП при выходном токе больше 1-2 мА.

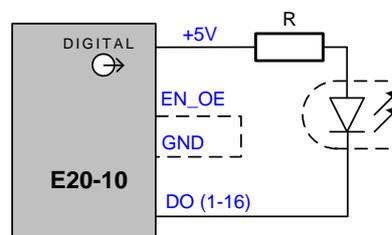
5. Подключение к цифровому выходу светодиода или передатчика оптрона

5.1. Вариант 1



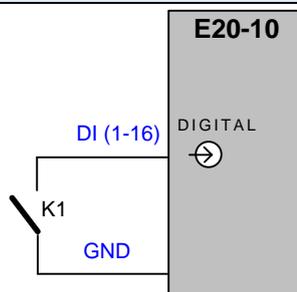
Светодиод светится от логической единицы на выходе DO.

5.2. Вариант 2



Светодиод светится от логического нуля на выходе DO

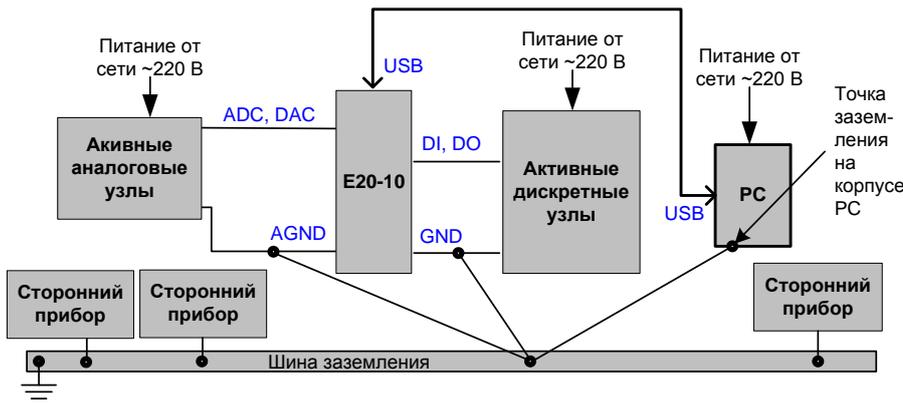
6. Подключение контакта к цифровому входу



Разомкнутому контакту соответствует логическая единица.

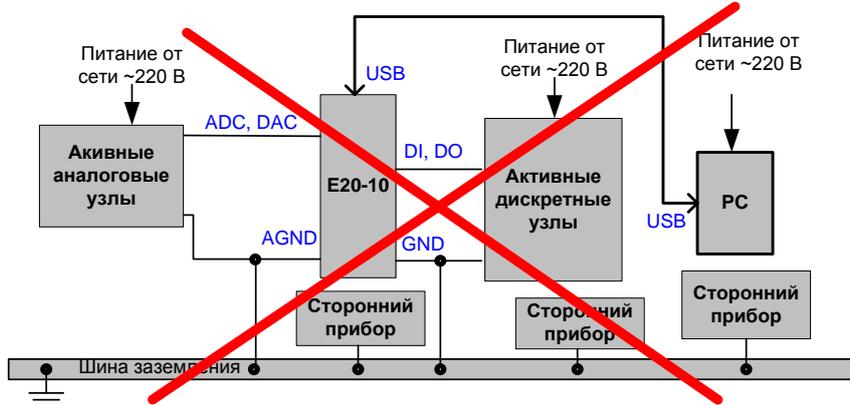
При данном подключении учитывается наличие на линиях DI1...DI16 “резисторных подтяжек” 4,7 кОм, включённых относительно внутреннего напряжения питания +5V (см. [Руководство пользователя](#), табл. 6-3 “Характеристики входов и выходов сигнальных линий, рабочий режим”).

7. Подключение заземления для обеспечения ЭМС



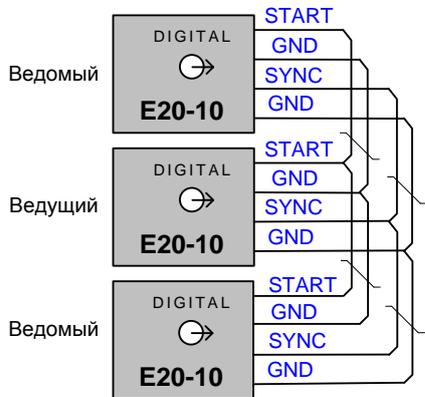
Показан правильный принцип заземления, исключающий сквозные токи по общим проводам через E20-10.

Примечание: при использовании ноутбука с питанием от сети рекомендуется поставить ноутбук на металлическую пластину большой площади, при этом, точкой заземления ноутбука будет являться точка на пластине

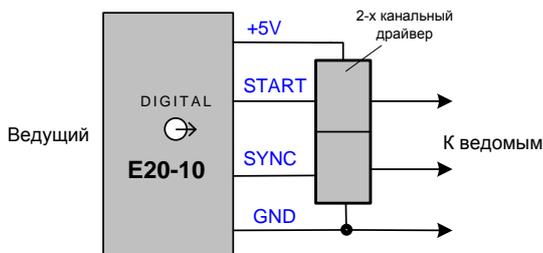


Внимание! От такого заземления может быть больше вреда, чем пользы

8. Многомодульная синхронизация



Соединение витыми парами по принципу “ведущий-ведомые” для случая ближайшего расположения модулей E20-10 друг от друга.



Подключение внешнего драйвера со стороны ведущего E20-10 для обеспечения согласования с длинной линией. Аналогично, со стороны ведомых E20-10 возможно подключение приёмников-формирователей с питанием от ведомых. Случай синхронизации по технологии MLVDS рассмотрен в п. 9.

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения **E20-10**. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: support@lcard.ru или в конференцию на сайте www.lcard.ru

9. Многомодульная синхронизация по технологии MLVDS

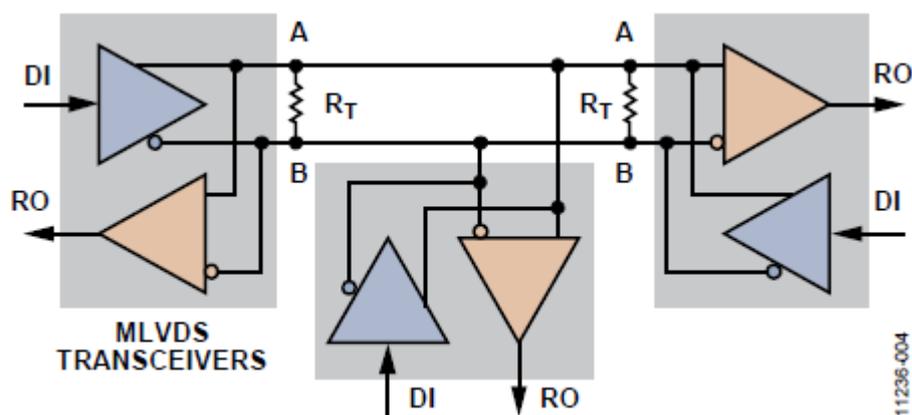
Модуль E20-10 имеет два синхронизирующих сигнала (START и SYNC), каждый из которых может быть либо выходным, либо входным, что позволяет образовывать соединения “один ведущий – несколько ведомых”. Поскольку в общем случае каждый из соединяемых E20-10 может быть программно настроен на роль единственного ведомого, то это соединения является полудуплексным.

Практика показывает, что синхронизация более 4-х модулей E20-10 не позволяет соединять синхронизирующие сигналы напрямую из-за проблем обеспечения электрического согласования линий, приводящих к низкой помехозащищенности линий и искажению формы синхросигналов при передаче. Один из способов обеспечения передачи сигналов по согласованной физической среде основан на технологии MLVDS.

Рассматриваемая в этом разделе технология построения линий синхронизации по технологии MLVDS предполагает:

- Наличие физической среды – согласованной симметричной линии и приёмопередатчиков (transceivers), которые должны быть настроены для ведущего и ведомого модуля E20-10 в соответствующем направлении.
- Наличие нагрузочных резисторов R_T по обоим концам согласованной линии. Сопротивление R_T должно быть равно волновому сопротивлению линии (100 Ом – это типично для MLVDS).
- Наличие приёмопередатчиков MLVDS.

Топология линии MLVDS показана на рисунке¹ ниже.



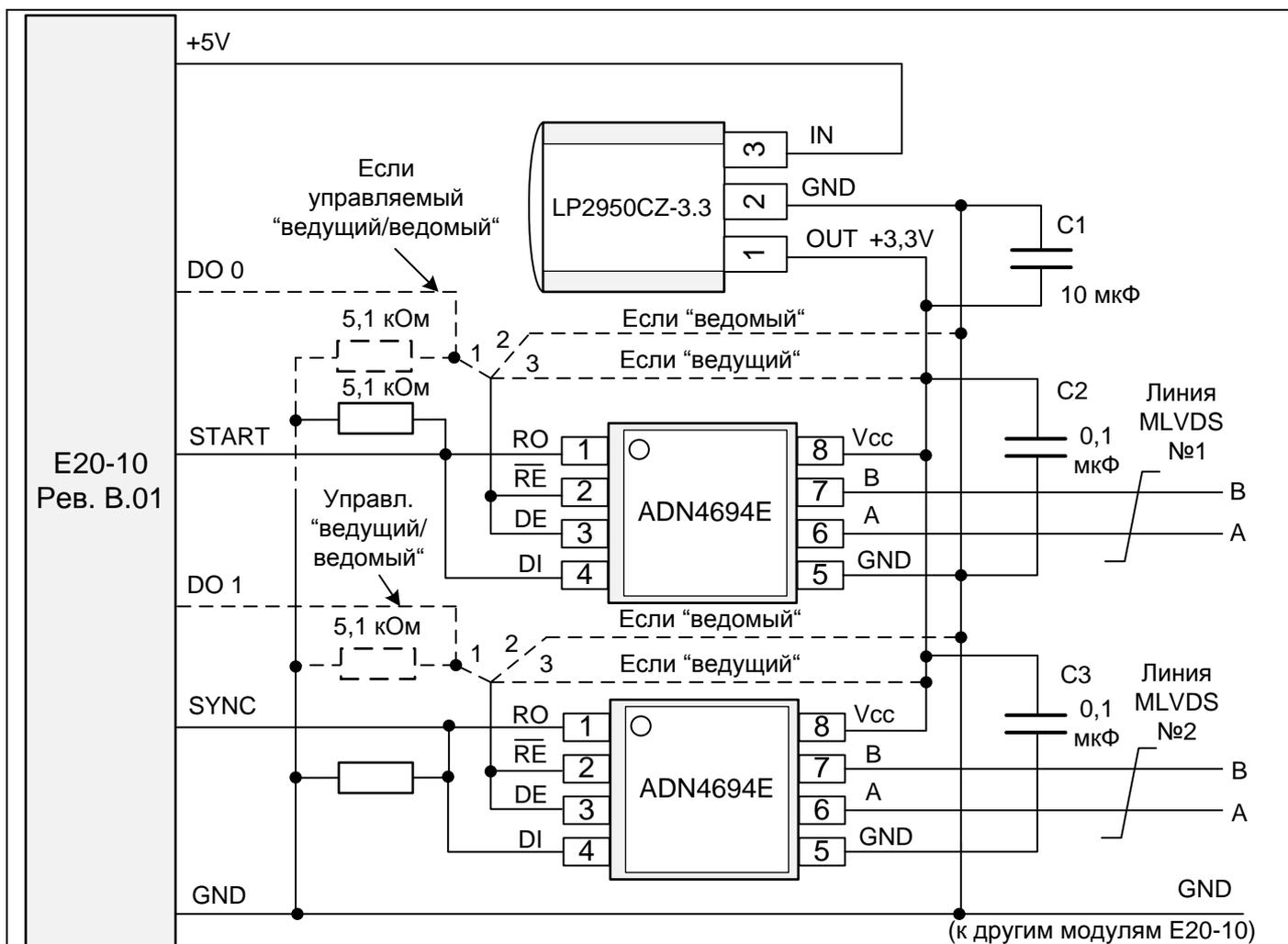
Особо отметим, что предполагается, что электрически цепи “цифровой земли” (GND) соединяемых устройств должны быть объединены. В идеале, они должны быть подсоединены либо к подстилающей поверхности среды передачи (в случае дифференциальной пары на кросс-плате), либо к ей экрану (если применяется экранированная витая пара), либо к шасси (корпусу) стойки-шкафа (в случае применения не экранированных витых пар). В случае коротких связей цепи GND могут быть соединены в точку сигнального заземления системы вместе с остальными цепями, требующими сигнального заземления.

На рисунке ниже приведён пример подключения двух линий синхронизации с применением приёмопередатчиков ADN4694E. Данная схема является обобщённой для следующих случаев:

1. Если направление передачи задаётся программно и управляется от цифрового выхода DO E20-10.
2. Если E20-10 является “ведущим” для данной линии синхронизации.
3. Если E20-10 является “ведомым” для данной линии синхронизации.

¹ Данный рисунок заимствован из Л.[4],

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения **E20-10**. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: support@lcard.ru или в конференцию на сайте www.lcard.ru



В случае ведущего E20-10, показанный в схеме способ питания приёмопередатчиков от модуля E20-10 может быть применён только для E20-10 с ревизией, начиная с B.01, в которой обеспечивается выходной ток до 100 мА по цепи +5V для питания внешних устройств. Прежние ревизии А и В. это не обеспечивают, и для них подача питания на ADN4694E, включенные на передачу, должна быть от внешнего источника питания +5V (через стабилизатор LP2850CZ-3.3) или +3.3V.

В случае ведомого E20-10 данная схема применима для любых ревизий E20-10, поскольку ADN4694E, включенные “на приём” – малопотребляющие.

Отметим важные практические свойства предложенной схемы:

1. При неожиданном выключении питания одного или нескольких ведомых, это не повлияет на качество передачи синхросигнала для остальных синхронизируемых устройств. Фактически это позволяет осуществить резервирование методом дублирования “ведомых”.
2. В случае управляемого “ведущего/ведомого” (1) после включения питания E20-10 приёмопередатчики ADN4694E включены на вход, поскольку находящиеся в начальном Z-состоянии выходы E20-10 в схеме подтянуты к “нулю”.
3. В случае жестко заданного “ведущего” (3) после включения его питания подключенные ADN4694E будут транслировать “ноль” всем “ведомым”, что является исходным (пассивным) состоянием линий синхронизации E20-10.
4. Отключенная линия MLVDS от ADN4694E, включенного “на приём”, создаст на выходе RO приёмника “логический ноль”, который является исходным (пассивным) состоянием линий синхронизации E20-10.
5. Возможна реализации “горячего подключения” к линиям синхронизации ведомых модулей.
6. По габаритам данная согласующее устройство может быть размещено в кожухе кабельной части разъёма DIGITAL E20-10. Если выбирается другое размещение, то длина цепей START, SYNC должна быть минимальна.

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения **E20-10**. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: support@lcard.ru или в конференцию на сайте www.lcard.ru

7. По данным Л. [4] длина линии MLVDS может достигать 20-ти метров, однако, для качественной передачи тактового сигнала SYNC с частотой 10 МГц, с низким фазовым шумом, максимальная длина может быть измеряться единицами метров.
8. Максимальное количество подключенных приёмников к одной линии зависит от качества подсоединения к физической среде (на сколько каждое подсоединение нарушает однородность среды передачи), и может составлять порядка 15-ти модулей E20-10. Но вполне возможно применить и MLVDS-повторители, выпускаемые компаниями Analog Devices и Texas Instruments.

Литература

1. [Руководство пользователя модуля E20-10.](#)
2. [Решение вопросов электросовместимости и помехозащиты при подключении измерительных приборов на примере продукции фирмы L-Card. - М.: L-Card, 2002](#)
3. [Практика оптимизации соотношения сигнал/помеха при подключении АЦП в реальных условиях. М.:L-Card, 2010](#)
4. [LVDS and M-LVDS Circuit Implementation Guide APPLICATION NOTE AN1177 by Dr. Conal Watterson : Analog Devices, 2013](#)
5. [ADN4690E/ADN4692E/ADN4694E/ADN4695E - Datasheet : Analog Devices, 2012](#)

*Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения **E20-10**. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: support@lcard.ru или в конференцию на сайте www.lcard.ru*