

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ПОДСИСТЕМАХ ВВОДА-ВЫВОДА

Существует пять типов наиболее часто встречающихся проблем встающих перед разработчиками и пользователями подсистем ввода-вывода:

- 1) земляные контуры,
- 2) неправильные межсоединения и перенапряжения,
- 3) потери разрешения,
- 4) использование сигналов с различными характеристиками,
- 5) электрические помехи.

1. ЗЕМЛЯНЫЕ КОНТУРЫ

Земляные контуры - бич разработчиков электронного оборудования. Они являются причиной потери времени при выявлении неисправностей и сбоев и трудно обнаруживаются. Не знакомы ли Вам следующие симптомы поведения неисправной схемы?

- медленный дрейф сигнала при исправном датчика этого сигнала;
- изменение сигнала при включении или выключении какой-либо другой части устройства;
- различные результаты измерений в случаях, когда калибровочное устройство подключено через кабель и когда оно подключено непосредственно к входу калибруемой схемы;
- наличие сигнала сетевой частоты (50 или 100 Гц) на измерительном входе;
- необъяснимые отказы измерительного оборудования.

Эти проблемы зачастую могут быть вызваны земляными контурами и, как следствие, случайным протеканием токов по земле, общему проводу, проводу опорного сигнала, соединенных в точках якобы одинакового потенциала. Все эти проблемы могут быть устранены разделением (развязкой) различных по типу сигналов.

Иногда разделение земли у двух частей оборудования (устройства) порождает разность потенциалов, приводящую к протеканию нежелательных токов по сигнальным шинам. Почему это происходит, если обе эти части оборудования заземлены? Потому что земля и металлические конструкции фактически представляют собой плохие электрические проводники в

сравнении с медными проводниками, по которым протекают сигнальные токи и токи питания.

Это сопротивление протеканию тока зависит от окружающих условий, в том числе, и от времени года и приводит к тому, что токи протекают по любым шинам, соединяющим обе части устройства. Между многими производственными помещениями существует разность потенциалов, в отдельных случаях достигающая десятков и сотен вольт. Возможность появления земляных контуров устраняется изолированием оборудования, что также защищает чувствительные измерительные системы от перепада напряжений при подключении.

Изолирование обеспечивается гальванической развязкой сигнальных шин. При этом отсутствуют непосредственное протекание тока и земляные контуры. Часто развязка осуществляется через трансформатор; гальваническая связь при таком соединении отсутствует и соблюдается точность передачи низкоуровневых сигналов. Например, трансформаторная гальваническая развязка применяется для передачи сигналов между модулятором и демодулятором и обеспечивает изоляцию свыше 2500 В переменного тока.

Одна из наиболее часто встречающихся проблем возникает при измерении низкоуровневого сигнала датчика (например, сигнала термопары) в присутствии сотен вольт какого-либо потенциала. Такой потенциал известен как синфазное напряжение (*common-mode voltage*). Способность противостоять помехе от синфазного напряжения при усилении низкоуровневых сигналов известно как ослабление синфазного сигнала (*common mode rejection, CMR*). Высококачественные схемы имеют коэффициент ослабления синфазного сигнала порядка ста миллионов.

2. НЕПРАВИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Известно, что происходит, когда устройство с высокочувствительной схемой сбора многочисленных данных необходимо соединить с многочисленными устройствами, находящимися в других помещениях или в других частях здания - провода входных и выходных сигналов группируются в жгуты, в которых присутствуют сигналы различных уровней и назначений: сигналы постоянного и переменного тока, низкоуровневые сигналы датчиков, постоянные и переменные напряжения питания, сигналы бесконтактных и контактных переключателей и т.п.

Не трудно представить, что даже опытный специалист может в таком случае подключить какой-то сигнал совсем не туда, куда он должен быть подключен. Схемы соединений часто изменяются и редактируются в процессе работы на листе ватмана красной ручкой, оборудование перемещается в другое помещение, иногда что-то выходит из строя и напряжение питания непреднамеренно повышается. Что необходимо сделать, чтобы защитить измерительные системы?

Ответ прост: необходимо предусматривать подобные ситуации для каждого сигнала еще на стадии проектирования оборудования.

3. ПОТЕРИ РАЗРЕШЕНИЯ

Разрешение - минимальное изменение в измерении, которое система с аналого-цифровым преобразователем (АЦП) может обнаружить и отреагировать на него. Например, если при измерении

температуры соседние значения равны 100.00, 100.29, 100.58, то разрешение (значение младшего значащего разряда) равно 0.29. Приблизительно такое разрешение будет получено при измерении сигнала термопары в

диапазоне рабочих температур от 0 до +1200 и использовании 12-разрядного аналого-цифрового преобразования:

$$D = (1200 - 0) / 2^{12} = 0.29$$

Существует два пути улучшить эту характеристику (сделать разрешение точнее) и обнаружить меньшие изменения:

- 1) использовать АЦП с более высоким разрешением или

- 2) использовать более узкий диапазон измерения сигнала.

Например, применение 15-разрядного АЦП даст разрешение 0.037 в том же температурном диапазоне, т.е. в 8 раз точнее! С другой стороны, если известно, что измеряемая температура находится в пределах от +50 до +150 (диапазон равен 100), то применение 12-разрядного АЦП даст разрешение 0.024. Почувствуйте разницу!

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Это может только показаться, что традиционные промышленные измерительные подходы близки друг к другу, когда 4, 8 или даже 16 специально отведенных каналов имеют одинаковые типы сигналов. На самом деле это далеко не так. Например, необходимо измерить сигналы двух термодатчиков, один сигнал в диапазоне от 0 до +10 В, четыре сигнала токовой петли 4-20 мА и сигналы двух термодатчиков. Можно, к примеру, приобрести передатчики-преобразователи (трансмисмиттеры) для каждого канала и далее вести все сигналы к общей измерительной схеме, а можно использовать решения

ведущих фирм-производителей по многоканальному измерению различных сигналов.

Такие подсистемы содержат все необходимые соединения для входных, выходных и внутренних сигналов, а также простейшие соединения для подключения питания. Тип выходных сигналов может быть различен: от 0 до +5 В, от 0 до +10 В, токовая петля 4-20 мА, последовательный интерфейс RS-232/485 и т.п. Входные и выходные модули скомбинированы для получения оптимальных результатов и наибольшей гибкости в соединениях.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОМЕХИ

В настоящее время в промышленном производстве присутствуют все типы источников помех: двигатели и моторы, флуоресцентные лампы дневного света, приемопередающие радиостанции, генераторы и т.п. Каждый из этих источников может излучать электромагнитное шумовое поле, которое может воздействовать на работу схем и измерительных модулей. Даже с самыми хорошими экранированием и заземлением это воздействие может обнаруживаться в виде шума при измерениях сигналов. Как может быть устранено это воздействие? Обеспечением хорошего шумоподавления в системах преобразования сигналов.

Низкочастотный шум может быть существенно уменьшен выбором компонентов схем с высокими коэффициентами подавления синфазного и противофазного сигналов. Синфазный шум, присутствующий на обоих сигнальных шинах (имеются ввиду дифференциальные шины), может проявиться, когда измерение на одном из входов производится относительно какой-либо общей точки, например, относительно земли. Противофазный шум проявляется в

виде различия сигналов на дифференциальных входах. Типовой коэффициент подавления синфазного шума для устройств хороших фирм-производителей составляет около 160 дБ, т.е. в выходном сигнале присутствует лишь 1/108 часть синфазного шума, присутствующего на входе.

Высокочастотный шум (диапазон радиочастот) может послужить причиной смещения (*DC offset*) вследствие детектирования и выпрямления. Подавление такой помехи требует другого подхода, включая тщательную компоновку и разводку печатных плат и применения фильтров подавления радиопомех (например, индуктивность на ферритовом кольце). Типичный случай, где последнее может потребоваться, это размещение приемопередающего устройства вблизи с проводами входных сигналов подсистем сбора информации. Во время работы передающего устройства необходимо учитывать ошибки измерений и отсеивать их. Правильная компоновка и разводка и использование преобразования сигналов гарантирует наилучшую точность измерений при работе в условиях шума.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несколько практических советов:

- *Избегайте размещать чувствительное измерительное оборудование или шины, передающие низкочастотные сигналы, вблизи от источников электрического и магнитного шума, таких как прерыватели, силовые трансформаторы, моторы, тиристорные схемы, сварочные аппараты, устройства запуска ламп дневного света, реле и т.п.*
- *Используйте витые пары для уменьшения электромагнитной наводки; шаг - 10-12 витков на 30 см.*
- *Используйте экранированные провода с подключением экрана к шине общего провода только у входного конца провода.*
- *Никогда не проводите сигнальные провода в том же кабельном канале, что и провода, по которым протекают большие токи или на которых присутствует высокое напряжение.*
- *В условиях больших помех экранируйте схемы преобразования и измерения сигналов, размещая их внутри полностью металлических заземленных отсеков.*