

# ДАТЧИКИ В СИСТЕМАХ СБОРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ

Тесленко В.А., НТУУ "КПИ", г.Киев

Термин "датчик" долгое время был исключен из нормативной метрологической литературы. Настоятельно рекомендовалось вместо него использовать понятие "измерительный преобразователь". Однако искоренить термин "датчик" не удалось и он повсеместно использовался, используется и будет использоваться. Термин "датчик" широко применяется не только для обозначения измерительных преобразователей. Существуют датчики, выполняющие функции контроля, сигнализации или счета без измерительных преобразований. Например, датчики уровня жидкости, формирующие определенный сигнал при достижении заданного уровня; фотоэлектрические датчики, предназначенные для счета предметов на конвейерах; датчики дистанционного наблюдения и охранных систем; противопожарные датчики и т.д. В то же время, не вызывает сомнений тот факт, что к измерительным преобразователям относятся не только датчики. Например, инструментальный усилитель или аналого-цифровой преобразователь полностью соответствуют понятию измерительный преобразователь.

В последние годы широко применяются термины: "многофункциональный датчик" и "интеллектуальный датчик", отражающие тенденции развития и совершенствования датчиков.

Под многофункциональным (многопараметрическим, многомерным) понимается датчик, обеспечивающий возможность измерения (преобразования) нескольких физических величин. Такая возможность реализуется комбинацией нескольких чувствительных элементов в одном датчике или применением многопараметрических преобразователей (например, многомодовых пьезоэлектрических резонаторов, чувствительных одновременно к нескольким физическим величинам).

Интеллектуальный датчик со-

держит встроенный аналого-цифровой преобразователь и микроконтроллер, обеспечивающий реализацию ряда функций, ранее присущих только измерительным приборам и системам. К таким функциям относятся:

- предварительная обработка сигналов (линеаризация, фильтрация, коррекция погрешностей);
- самодиагностика (с формированием суждений о состоянии);
- идентификация (сохранение в памяти идентификатора производителя, кода модели, серийного номера, даты выпуска, кода местоположения датчика, истории обслуживания);
- дистанционное конфигурирование (управление диапазоном измерения, выбор единиц измерения, согласование частотных и временных характеристик);
- контроль и прогнозирование;
- отдельные элементы регулирования и управления;
- передача информации по стандартным интерфейсам, вплоть до работы в промышленных сетях типа Profibus или Foundation Fieldbus.

В данной статье рассматриваются только датчики измерительных систем, которые можно определить следующим образом.

**Датчик** - конструктивная совокупность измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерения определенных физических величин и имеющая нормированные метрологические характеристики.

Остановимся на ключевых понятиях: измерительное преобразование и измерительный преобразователь.

**Измерительное преобразование** — операция преобразования входного сигнала  $X$  в выходной сигнал  $Y$ , информативный, параметр которого с заданной точностью функционально связан с информативным параметром входного сигнала.

Физической основой измерительного преобразования является

преобразование и (или) передача энергии.

**Измерительный преобразователь (ИП)** — это техническое средство, реализующее измерительное преобразование. К основным техническим характеристикам ИП относятся: номинальная статическая характеристика преобразования; уравнение преобразования; коэффициент преобразования; чувствительность; диапазон измерений; погрешность измерения (преобразования).

Зависимость между информативными параметрами входного и выходного сигналов ИП устанавливается номинальной статической характеристикой преобразования (градуировочной характеристикой), которая может выражаться в виде уравнения, графика или таблицы. Большая часть естественных зависимостей между физическими сигналами имеет нелинейный характер.

**Уравнение преобразования ИП** — это аналитическая зависимость между информативными параметрами выходного  $Y$  и входного сигналов  $X$ :

$$Y = F(X)$$

При линейной зависимости:

$$Y = k \cdot X,$$

где  $k$  - коэффициент преобразования.

Указанные характеристики конкретного датчика получают с помощью совокупности измерительных операций, которые называются градуировкой датчика.

**Чувствительность** — это отношение приращения величины выходного сигнала  $Y$  к приращению величины входного сигнала  $X$  или производная функции преобразования:

$$S = dY/dX$$

Для преобразователей с линейной зависимостью значение чувствительности равно коэффициенту преобразования.

**Диапазон измерений** — определяется разностью предельных величин, ограничивающих диапазон измеряемой величины, в котором рабо-

та ИП удовлетворяет поставленным условиям (заданным требованиям). В акустике, оптике, виброизмерениях и других областях используется термин "динамический диапазон".

**Динамический диапазон** определяется соотношением

$$D=20 \cdot \lg (X_k / X_n),$$

где:  $X_k$  - конечное значение диапазона, определяемое допустимым значением нелинейных искажений, а  $X_n$  - начальное значение диапазона, в два раза превышающее уровень собственных шумов.

**Погрешность измерения** — это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

#### Классификация погрешностей ИП

способ выражения	абсолютные
	относительные
	приведенные
характер неопределенности	систематические
	случайные
условия применения	основные
	дополнительные
зависимость от измеряемой величины	аддитивные
	мультипликативные
режим работы	статические
	динамические

В структуре датчиков обычно выделяют измерительный преобразователь, непосредственно связанный с измеряемой величиной, т.е. непосредственно воспринимающий энергию измеряемой величины, и называют его **первичный измерительный преобразователь (ПИП)** или **чувствительный элемент**.

**Чувствительный элемент** — это измерительный преобразователь, обеспечивающий преобразование измеряемой величины в информативный сигнал, удобный для последующего использования (передачи, обработки, хранения и т.п.). Любой первичный измерительный преобразователь чувствителен к различным физическим величинам. Например, пьезоэлемент формирует электрический заряд под воздействием таких величин как сила, температура, влажность, оптическое излучение, ионизационное излучение. Чувствительный элемент должен быть инвариантным к неинформативным параметрам и обеспечивать заданную

функцию преобразования относительно информативных параметров. Это достигается комбинацией технологических, конструктивных и алгоритмических методов. Первичный измерительный преобразователь в значительной степени определяет основные технические характеристики датчика.

#### Классификация ПИП

По принципу преобразования энергии различают активные и пассивные ПИП.

**Активные или генераторные** — это преобразователи, в которых осуществляется преобразование видов энергии от входа к выходу.

**Пассивные или параметрические** — это преобразователи, в которых входная энергия изменяет параметры определенных элементов ПИП.

Активные и пассивные ПИП различаются способами формирования сигналов и схемами сопряжения.

По входным преобразуемым физическим величинам можно выделить ПИП:

- электрических и магнитных величин;
  - тепловых величин;
  - механических величин;
  - геометрических величин;
  - световых (оптических) величин;
  - акустических величин;
  - ионизационного излучения;
  - концентрации и состава веществ.
- По используемым физико-химическим эффектам различают ПИП:
- резистивные;
  - емкостные (электростатические);
  - индуктивные, индукционные (электромагнитные);
  - электрического заряда, напряжения или тока;
  - изменения геометрических размеров, массы или положения;
  - оптических эффектов;
  - биохимические.

Последняя группа преобразователей составляет основу устройств, называемых биосенсорами. Биосенсоры представляют собой сочетание биологического чувствительного элемента и вторичного электронного устройства формирования выходного сигнала. В качестве ПИП могут служить ферменты и мультиферменты (ферменты), мембраны, бактериальные среды и ячейки, антитела и антигены, срезы животных и растительных тканей и др.

Выходными величинами первичных ИП могут быть: концентрация ионов, электронов или газов; тепло-

**ТОВ Микроприбор**  
03115 Київ  
вул. Котельникова, 4  
т/ф 380 44 459-68-95, 459-68-94  
E-mail: sales@micropribor.kiev.ua  
WEB: www.micropribor.com.ua



## ДАТЧИКИ

поставка, гарантії, інтелектуальна підтримка



**датчики кута повороту**



**датчики руху**



**датчики сили**



**трекболи**



**прецизійні резистори потенціометри**



**промислові маніпулятори**



**датчики позиціювання**



**датчики вібрації генератори вібраційних впливів**



Вироби сертифіковані - ISO-9001



вые или световые потоки, приращение массы. Перечисленные величины преобразуются в электрические сигналы.

Следует отметить интенсивное развитие датчиков, формирующих на выходе оптические сигналы, в частности - волоконно-оптических датчиков. Перспективность этого направления связана с выпуском первых оптических процессоров (например, DSP-процессоров Enlight 256 компании Lenslet, выполняющих до 8 триллионов операций в секунду).

Большинство же применяемых в настоящее время датчиков формируют на выходе электрические сигналы. В данной статье рассматриваются особенности применения и основные схемы включения датчиков неэлектрических величин с преобразованием в выходной электрический сигнал.

## Схемы включения датчиков

Из всего многообразия конфигураций современных измерительных систем, используемых в промышленности и при проведении исследовательских работ, следует особо выделить структуры на основе РС с сосредоточенной и распределенной архитектурой измерительных каналов.

Ввод измерительной информации в РС в таких системах осуществляется с помощью встраиваемых универсальных плат для шин ISA/PCI или модулей с интерфейсами USB, LPT, IEEE-1394, PCMCIA, RS-232, RS-485, CAN... При этом широко используются терминальные платы с модулями нормализации сигналов датчиков с гальванической развязкой.

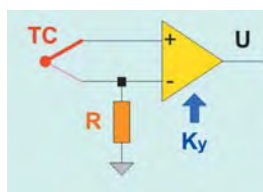
Метрологические характеристики измерительных систем в значительной степени зависят от корректности схем сопряжения (схем формирования электрических сигналов, схем подключения) датчиков и отдельных первичных измерительных преобразователей. Корректность схем подключения предполагает правильное применение существующей схемотехники, методов уменьшения (исключение) влияния соединительных проводников и влияния помех и т.п.

## Схемы формирования сигналов генераторных ИП

В генераторных измерительных преобразователях преобразование

входной измеряемой величины в значение выходного сигнала реализуется в виде уровня электрического напряжения, тока или заряда. В большинстве случаев на выходе ПИП формируются сигналы относительно низкого уровня, поэтому последующее преобразование должно обеспечивать усиление.

При использовании ПИП с выходным сигналом в виде электрического напряжения применяются инструментальные усилители (ИУ). Это дифференциальные ИУ с высоким коэффициентом подавления синфазного сигнала (помехи), низким температурным дрейфом нуля, высокой стабильностью коэффициента усиления, большим входным сопротивлением. Существуют модели с фиксированными и перестраиваемыми коэффициентами усиления ( $K_y$ ). Причем различают ИУ, перестраиваемые коммутацией внутренних компонентов и усилители с внешней регулировкой. Наиболее удобными для применения в измерительных системах являются ИУ с программируемым  $K_y$ .



При подключении изолированной термопары к инструментальному усилителю необходимо наличие цепи связи с общей землей схемы, которая реализуется с помощью резистора  $R$ , имеющего сопротивление в десятки кОм

При использовании ПИП или датчиков с выходным сигналом в виде электрического тока наиболее приемлемым является применение преобразователей ток-напряжение.

Следует отметить некоторые особенности и преимущества приме-

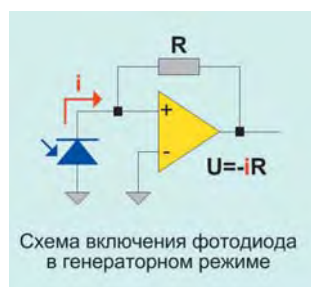
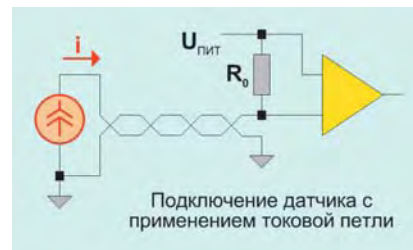


Схема включения фотодиода в генераторном режиме

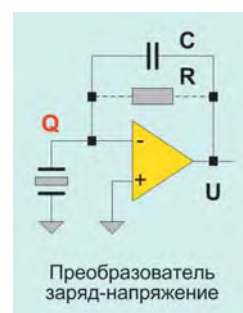
нения выходных токовых сигналов. Такой сигнал примерно на порядок более помехоустойчив, чем сигнал в виде напряжения. Это позволяет передавать информацию от датчиков с токовыми выходами на расстоянии в сотни метров. Вот почему многие промышленные датчики имеют стандартный токовый выход 4...20 мА; 0...20 мА; 0...5 мА или  $\pm 5$  мА. Наиболее интересными свойствами обладает диапазон 4...20 мА, который широко используется в так называемых



Подключение датчика с применением токовой петли

аналоговых интерфейсах "токовая петля". В диапазоне 4...20 мА нет нулевой точки, что обеспечивает более широкий частотный диапазон передаваемых сигналов, а, кроме того, начальный диапазон ниже (4 мА) может быть использован для питания внутренних компонентов датчиков.

При использовании преобразо-



Преобразователь заряд-напряжение

вателей с выходным сигналом в виде уровня электрического заряда применяются усилители заряда (преобразователи заряд-напряжение).

Без учета влияния сопротивления резистора  $R$  ( $R \rightarrow \infty$ ), номинальная статическая характеристика преобразования такого усилителя определяется соотношением:

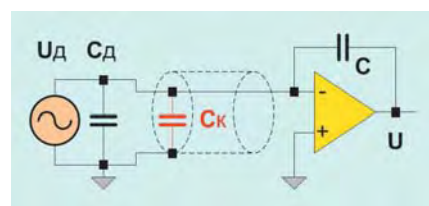
$$U = -Q/C$$

Сопротивление  $R$  обеспечивает режим работы ОУ по постоянному току. Поэтому такой усилитель имеет характеристику фильтра верхних частот:

$$U = -Q/C \cdot [j\omega RC / (1 + j\omega RC)]$$

Как видно из приведенных соотношений, величина емкости конденсатора  $C$  определяет значение коэффициента преобразования, а величина  $R$  (при заданном коэффициенте преобразования) - частоту среза этого фильтра.

Выходное напряжение усилителя заряда практически не зависит от паразитной емкости соединительного кабеля. Это позволяет располагать такие датчики (например, датчики виб-



роускорений) на удалении в десятки метров от усилителей.

Очевидно, что уровень формируемого электрического заряда и, соответственно, выходное напряжение усилителя заряда не зависят от паразитной емкости кабеля  $C_k$ :

$$Q = U_d(C_d + C_k), U = -Q/C.$$

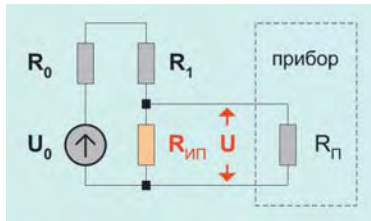
## Схемы формирования сигналов параметрических ИП

Большинство параметрических ИП можно рассматривать как преобразователи входной измеряемой величины в изменение импеданса. Для последующего преобразования импеданса в уровень электрического напряжения применяются две основные разновидности схем включения, имеющих, не очень удачные, но общепринятые названия: потенциометрические и мостовые.

Ниже представлены несколько примеров подключения датчиков в мостовых схемах.

## Потенциометрические схемы

В обобщенной потенциометрической схеме подключения резистивного датчика уровень формируемого



напряжения  $U$  определяется выражением:

$$U = U_0 R_{ип} R_n / [R_{ип}(R_0 + R_1) + R_n(R_0 + R_1 + R_{ип})]$$

где:  $U_0$  - напряжение опорного источника питания;

$R_0$  - внутреннее сопротивление источника питания;

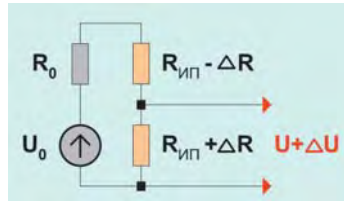
$R_1$  - дополнительный, токозадающий резистор;

$R_{ип}$  - сопротивление измерительного преобразователя;

$R_n$  - входное сопротивление измерительного прибора.

При  $R_n \gg R_{ип}$  и  $R_0 \ll R_{ип}$  можно считать, что  $U = U_0 R_{ип} / (R_{ип} + R_1)$ .

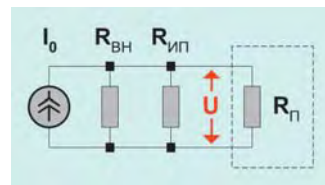
Функция преобразования потенциометрической схемы включения - нелинейная. Для уменьшения нелинейности можно применить дифференциальное включение двух ИП, имеющих противоположные



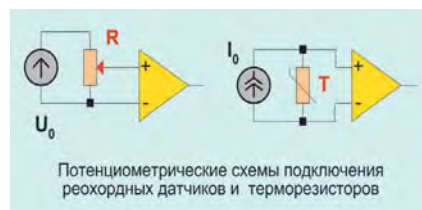
по знаку чувствительности:

$$U = U_0 \cdot \Delta R / (2R_{ип}),$$

или обеспечить питание ИП от источника тока, а не от источника напряжения.

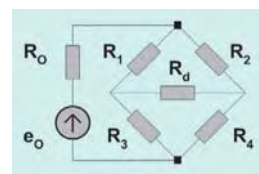


В этом случае  $U = I_0 \cdot R$ , где  $R = R_{вн} \parallel R_{ип} \parallel R_n$ . Тогда, при условии, что  $R_{вн} \gg R_{ип}$  и  $R_n \gg R_{ип}$ , характеристику преобразования можно считать линейной  $U = I_0 \cdot R_{ип}$ .



## Мостовые схемы включения ИП

Мостовые схемы широко применяются в двух основных режимах работы: равновесном и неравновесном. В режиме неравновесного моста в исходном состоянии мост уравнивается, т.е. выходной сигнал устанавливается равным нулю. При последующем отклонении сопротивлений (импедансов) от первоначальных



з а ч е н и й формируется выходной сигнал, отличный от нуля. "Классикой" считается мост Уитстона, для которого при внутреннем сопротивлении источника питания  $R_0 > 0$  и сопротивлении нагрузки выходной диагонали моста  $R_d \gg (R_1 \dots R_4)$ , выходное напряжение определяется как:

$$U_d = e_0 (R_2 R_3 - R_1 R_4) / [(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)]$$

Для случая, когда  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ , а информативным

# БЕЗКОНТАКТНЫЕ ДАТЧИКИ ПОЗИЦИОНОВАНИЯ

## Индуктивные

широко используются у верстатному та трубопрокатному виробництві, верстатах з ЧПУ, конвеєрних термо-пластавтоматах,

IP-67

-45..+80 °C

пакувальних автоматах, і т. п. Відстань спрацювання до 150мм. Захист від перевантаження та перешкод.

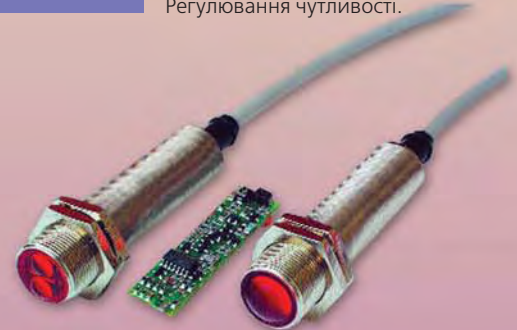
## Емкисні

використовуються в якості надійних датчиків максимального та мінімального рівня рідких або сипучих матеріалів.

IP-65

-45..+80 °C

Монтаж та обслуговування датчика поза резервуаром або бункером. Відстань спрацювання до 40 мм. Регулювання чутливості.



## Оптические

використовуються для контролю провисання паперу, обриву клинового ремня, наявності етикеток, кришок, проїзду і т.п., а

IP-65

-20..+80 °C

також в якості оптичних бар'єрів. Зона спрацювання до 16 мм. Робота на просвіт та віддзеркалення, мітку.

## Спеціальні датчики позиціонування

використовуються для контролю швидкості та перетворення відстані від об'єкту до датчика в струм 4-20мА, в т.ч. у вибухонебезпечних зонах.

## 900 типорозмірів



## 5 типів корпусів

металевих та пластмасових живлення = 10..36В, ~ 60..250В

ТОВ "ПРОМСАТ"  
(044) 456-95-87, 456-95-82  
info@promsat.com  
www.promsat.com

ТОВ "ХОЛИТ Дейта Системс"  
(044) 241-87-39, 241-67-54  
info@holit.com.ua  
www.holit.com.ua

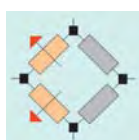


параметром является приращение  $\Delta R_2$ , то, с учетом указанных допущений, выходное напряжение будет равно:

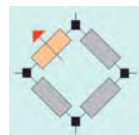
$$U_d = e_0 \cdot \Delta R_2 / [4R \cdot (1 + \Delta R_2 / 2R)],$$

что свидетельствует о нелинейном характере функции преобразования.

При малых приращениях  $\Delta R_2$   $U_d = e_0 \cdot \Delta R_2 / 4R$ , а схема включения называется четвертьмостовой. При дифференциальном включении двух ИП и  $\Delta R_1 = -\Delta R_3 = \Delta R$  характеристика примет вид



$U_d = e_0 \cdot \Delta R / 2R$ . Такая схема называется полумостовой. Для четырех

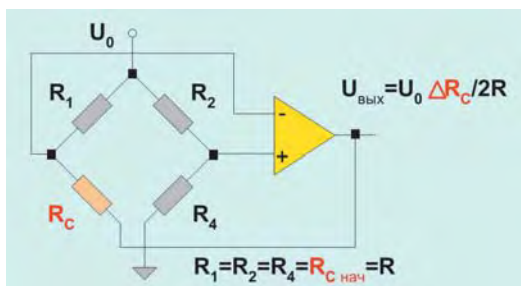
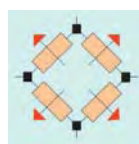


ИП, включенных так, что:

$$\Delta R_1 = -\Delta R_3 = \Delta R \text{ и}$$

$\Delta R_2 = -\Delta R_4 = \Delta R$  - а это уже полный мост -  $U_d = e_0 \cdot \Delta R / R$ .

Для линейаризации характеристик мостовых схем применяются решения на основе операционных усилителей:



Мостовые схемы, как и потенциометрические, применяются для подключения не только резистивных датчиков, но и емкостных (конденсаторных), и индуктивных.

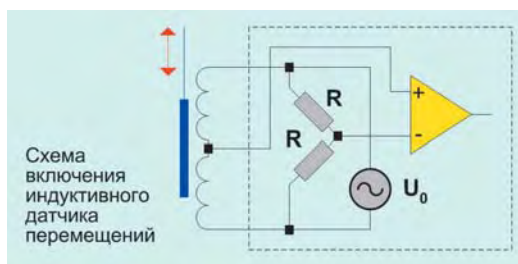
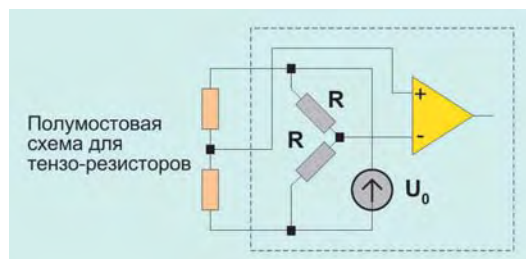
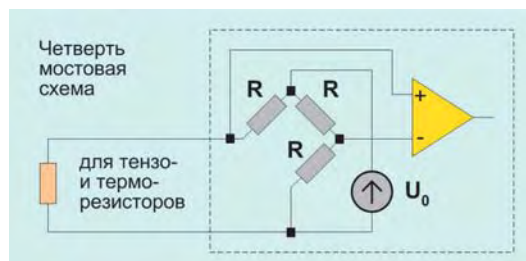


Схема включения индуктивного датчика перемещений

## Питание мостовых схем

Питание мостовых схем может осуществляться как от источника напряжения, так и от источника тока. Если питание емкостных или индуктивных датчиков выполняется от источника переменного напряжения, то мосты с резистивными датчиками можно запитать как от источника постоянного, так и переменного напряжения. Питание от источников переменного сигнала позволяет существенно повысить помехозащищенность, особенно при удаленном расположении датчиков. При этом используется гармонический или импульсный сигнал.

Существенное влияние на результат преобразований оказывают паразитные емкостные и индуктивные

последующей низкочастотной фильтрацией позволяет эффективно выделить информативную составляющую сигнала.

Если представить, что опорное напряжение - гармонический сигнал

$$U_0 = U_m \cdot \sin \omega t,$$

то уравнение преобразования без учета фазового сдвига в измерительной цепи можно записать следующим образом:

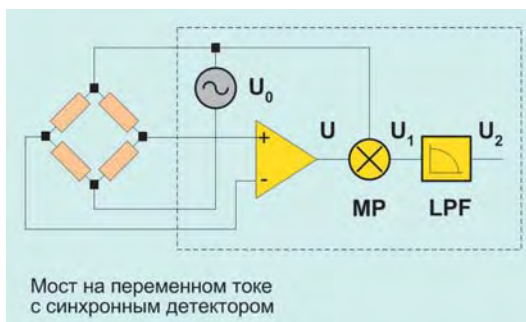
$$U_1 = U_0^2 \Delta R / R = (U_m \cdot \sin \omega t)^2 \cdot \Delta R / R,$$

$$U_1 = U_m^2 (1 - \cos 2\omega t) \cdot \Delta R / 2R,$$

Если частота среза ФНЧ намного меньше  $2\omega t$ , то выходное напряжение  $U_2$  будет определяться соотношением:

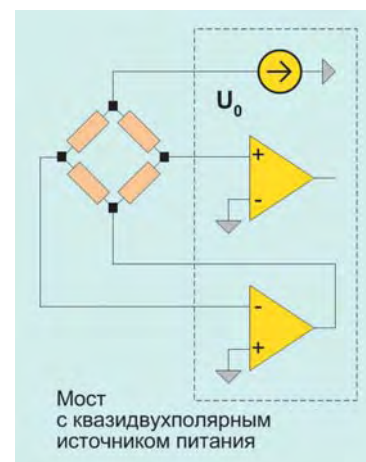
$$U_1 = U_m^2 \cdot \Delta R / 2R$$

Таким образом осуществляется подавление всех возможных неинформативных высокочастотных составляющих в спектре измерительного сигнала.



Мост на переменном токе с синхронным детектором

Правильной организацией питания мостовых схем можно существенно улучшить такую важную характеристику мостов, как коэффициент ослабления синфазной составляющей сигнала



Мост с квазидвухполярным источником питания

составляющие компонентов схемы, в частности - соединительных проводников. Использование мостовых схем на переменном токе позволяет практически исключить влияние термо-э.д.с. в измерительных цепях и значительно уменьшить такую составляющую погрешности как смещение (дрейф) нуля измерительного канала.

Питание от источников переменного сигнала часто сочетают с таким методом обработки как синхронное детектирование. Кроме инструментального усилителя в состав таких схем входит аналоговый умножитель MP и фильтр нижних частот LPF. Перемножение сигналов с

(КОСС). Приведенные схемные решения для мостовых схем включения ИП с квазидвухполярным и с симметричным изолированным источником



## Модули нормализации сигналов датчиков с гальванической развязкой

Продукция с высокими эксплуатационными характеристиками для использования  
в жестких условиях эксплуатации



**SCM5B / SCM7B** - модули  
с выходом по напряжению или  
току для монтажа на плату

**SCMD** - модули  
развязки дискретных сигналов с  
установкой на монтажные панели

**DSCT** - одноканальные модули  
с токовым интерфейсом для  
монтажа на DIN-рельс

**DSCA** - одноканальные модули  
с выходом ток / напряжение для  
монтажа на DIN-рельс

**SCTP / DSCP** - конфигурируемые  
нормализаторы сигналов

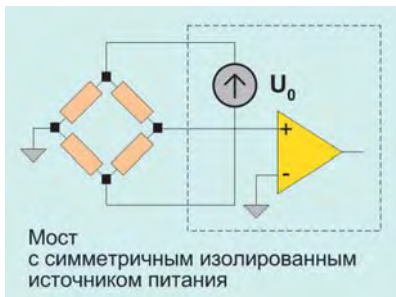
**DSCL** - преобразователи сигналов  
с токовым выходом для печатного  
монтажа и для установки  
на DIN-рельс

### Isolated Signal Conditioning Products

#### Product Catalog

**5B** Data Acquisition Modules  
**7B** Process Control Modules  
**9B** Intelligent Modules  
**DIN** Rail Modules  
**Two-Wire** Transmitters  
**Digital** I/O Modules  
**4-20mA** Loop Isolator Modules



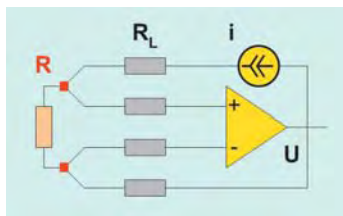


питания позволяют обеспечить КОСС до уровня 160 дБ.

### Уменьшение влияния соединительных проводников

Если при больших значениях сопротивления ИП основное влияние на погрешность оказывает конечное значение сопротивления нагрузки, то при малых - сопротивление соединительных проводников и его нестабильность. Особенно это сказывается при расположении ИП на значительном расстоянии от схем подключения. Для уменьшения влияния соединительных проводников используют, казалось бы, нелогичное техническое решение, которое сводится к увеличению числа соединительных проводников. В результате получают многопроводные схем подключения. К наиболее распространенным из них можно отнести трехпроводные и четырехпроводные схемы включения резистивных преобразователей. Многопроводные подключения применимы как для потенциометрических, так и для мостовых схем.

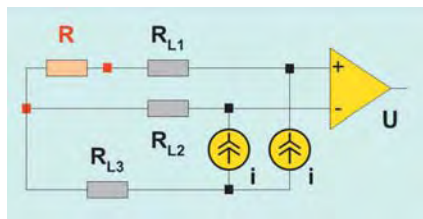
Практически полностью исключить влияние соединительных проводников позволяет четырехпроводная потенциометрическая схема. Очевидно, что при выходном сопротивлении источника опорного тока и



входном сопротивлении инструментального усилителя, значительно превосходящем сопротивление ИП и сопротивление линий связи, влиянием последних можно пренебречь даже при их существенном различии.

Трехпроводные схемы подключения накладывают определенные ограничения на требования к иден-

тичности и расположению проводников. В "трехпроводке" используют



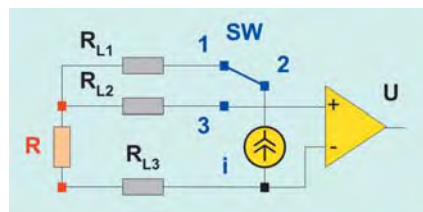
обычно три расположенных рядом проводника с равными сопротивлениями. При  $R_{L1}=R_{L2}$  и идеальных характеристиках источников опорных токов и инструментального усилителя влияние всех сопротивлений проводников исключается.

В схеме с одним источником опорного тока преобразование выполняется за два такта. В первом такте  $SW_{1-2}$  фиксируется напряжение  $U_1$ , а во втором  $SW_{3-2}$  - напряжение  $U_2$ .

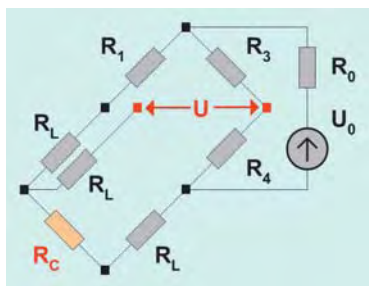
Результат преобразования определяется из соотношения:

$$(2U_1 - U_2) = 2i \cdot (R + R_{L3}) - i \cdot (R + R_{L2} + R_{L3})$$

При условии  $R_{L2}=R_{L3}$ :  $(2U_1 - U_2) = iR$ , и результат не зависит от сопротивления соединительных проводников.

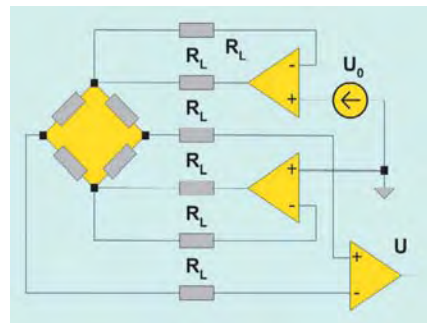


В структуре трехпроводного включения резистивного ИП  $R_C$  в чет-



вертьмостовую схему условие равновесия моста также не зависит от сопротивлений линий связи  $R_L$ , если они одинаковы.

Для исключения влияния соединительных проводников при подключении мостовых датчиков широко применяются шестипроводные схемы. В такой схеме используется два дополнительных операционных усилителя, включенных в режиме повторителей, которые и обеспечива-



ют поддержание заданного напряжения питания на диагонали моста независимо от сопротивлений соединительных проводников.

Рассмотренные потенциометрические и мостовые схемы включения применяются не только для преобразования величины входного сигнала в уровень электрического напряжения или тока, но и для преобразования в частоту, период или интервал времени. Сигналы с информативными частотновременными параметрами являются помехоустойчивыми и широко используются, прежде всего, при передаче информации на значительные расстояния.



#### КОНТАКТЫ:

т. (044) 245-3100  
e-mail: tesva@yandex.ru

#### НАМ ПИШУТ

"Появление первого отечественного журнала о современных технологиях промышленной автоматизации очень своевременно и безусловно полезно как для разработчиков ПТК, датчиков, исполнительных механизмов, связанных устройств и АСУ в целом, так и для заказчиков этих приборов и систем. Судя по первым номерам (а последующие должны быть не хуже) журнал хорошо оформлен, интересен по подбору материала, в меру насыщен рекламой. Понравилась, в частности, статья Патрашина В.А. "Средства программирования РС-совместимых контроллеров". Желаю редакции успехов в этом трудном, но благородном деле!"

Кривоносов А.И.,

советник Президента корпорации МАСТ-ИПРА по системам автоматизации, Главный научный сотрудник ООО ХАРТЭП, д.т.н., профессор, Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР.

НАМ ПИШУТ