

Параметры качества преобразователей

Элементы, преобразующие неэлектрическую входную величину в электрическую выходную величину (напряжение, ток, электрический заряд, сопротивление), называются **преобразователями**.

Различная природа измеряемых величин (которые могут быть тепловыми, механическими, радиационными и т.д.) привела к необходимости унифицировать сигналы, несущие информацию, и выбрать для этой цели электрические величины, поскольку электроника и вычислительная техника предлагают наибольшие возможности для использования информации, полученной в электрической форме (точность, чувствительность, низкое энергопотребление, высокая скорость реакции, оперативная обработка нескольких сигналов, хранение и т. д.).

Существует множество типов преобразователей, которые можно классифицировать по следующим критериям:

В зависимости от формы получаемого электрического сигнала преобразователи можно разделить на следующие группы:

- **аналоговые преобразователи**, в которых вырабатываемый сигнал постоянно зависит от величины входного сигнала;
- **цифровые преобразователи**, в которых выходной сигнал изменяется скачкообразно в соответствии с заданным кодом (операция кодирования).

В зависимости от способа выполняемых преобразований и способа взаимосвязи преобразователи делятся на:

- **прямые преобразователи**, выполняющие одно преобразование;
- **комплексные преобразователи**, которые включают в себя несколько типов прямых преобразователей, а иногда даже отдельные элементы.

В зависимости от области применения, преобразователи с обозначением измеряемой величины могут быть: давления, расхода, температуры, влажности, перемещения и т. д.

В зависимости от характера выходной переменной, прямые электрические преобразователи делятся на:

- **пассивные преобразователи**, выходной величиной которых является сопротивление, индуктивность или емкость, для них требуется вспомогательный источник энергии;
- **активные преобразователи**, выходной величиной которых является напряжение или ток, для них не требуется вспомогательного источника питания.

Параметры качества преобразователей:

Диапазон измерения, он расположен на статической характеристике, в области, где она является линейной. Диапазон измерения выражается интервалом $[x_{\min} \dots x_{\max}]$, в пределах которого преобразователь позволяет выполнить правильное измерение.

Чувствительность S преобразователя определяется по отношению к входной величине, пренебрегая при этом оставшимися чувствительностями, связанными с возмущающими величинами.

Разрешение. Преобразователи не являются идеально гладкими, они обладают статическими характеристиками. Как следствие, когда входная переменная x изменяется непрерывно в диапазоне измерений, выходной сигнал y изменяется скачками, с четко определенными значениями (поскольку имеет дискретные значения).

Максимальный диапазон изменения входного параметра, который необходим для определения возникновения скачка в выходном сигнале, называется разрешением.

Разрешение также является показателем производительности в случае некоторых датчиков, считающихся аналоговыми, таких как датчики линейного или углового перемещения, где изменения сопротивления (или напряжения - в случае потенциометрических сборок) представляют скачок при перемещении курсора с одного витка на другой.

Порог чувствительности – это наименьшее изменение величины входного сигнала, которое может привести к ощутимому (измеримому) изменению выходного сигнала. Порог чувствительности очень важен, так как он определяет минимальные изменения на входе, которые могут быть измерены с помощью выходного сигнала.

Терморезистивные датчики. Термопара.

Термоэлектричество – это взаимосвязь между температурой вещества и электрической энергией. При определенных условиях электричество и тепло могут быть преобразованы друг в друга. Если можно измерить изменения электрической энергии, вызванные преобразованием тепловой энергии, то их можно соотнести с температурой вещества. Когда пара из двух разнородных металлов сваривается вместе, образуя замкнутый контур, и оба перехода имеют разную температуру (**Приложение 1**), через контур будет протекать электрический ток, сила которого зависит от разницы между температурами переходов. Это – **эффект Зеебека**, который используется для измерения температуры.

Эффект Зеебека заключается в возникновении электродвижущей силы в цепи с двумя переходами между разными металлами при разных температурах. Для одинаковых двух разных металлов и одинаковой разницы температур между переходами, чистая электродвижущая сила (алгебраическая сумма двух ЭДС) одинакова. Ее можно измерять и калибровать в единицах измерения температуры.

Результирующая ЭДС не зависит от размеров проводников, площади поверхности переходов или способа сварки металлов. Типичными металлами, используемыми для изготовления термопар, являются родий, никель-хромовые сплавы, алюминиево-никелевые сплавы или никель-медные сплавы. Металлы, которые используются в паре с ними, – это платина, медь и железо. Защитная поверхность, в которую вмонтирован измерительный переход, должна быть устойчива к механическим воздействиям и коррозионной среде. **См. Приложение 2.**

Тепловое сопротивление

Для измерения температуры выше 1000 °С можно использовать **вольфрам**. Выражение $(R_{100} - R_0) / 100R_0$ представляет собой дополнительный параметр для характеристики металлических термометров сопротивления, известное как средний температурный коэффициент от 0 до 100 °С. Существуют различные геометрические конфигурации, в которых встроены датчики металлических термометров сопротивления, в зависимости от конкретного применения, для которого они предназначены. В **Приложении 3**, схематически показан один из них. Металлическая проволока наматывается на керамическую трубку и закрепляется внутри защитного кожуха, образуя *датчик температуры*. Он подключен к измерительной стороне моста Уитстона постоянного тока. После того, как мост будет уравновешен до эталонной температуры, его дисбаланс будет функцией температуры. Это покажет вольтметр на измерительной стороне моста, откалибранный в единицах температуры.

Ток, протекающий через резистивный датчик, должен быть достаточно мал, чтобы не вызвать повышения его температуры за счет эффекта Джоуля. На практике допустимо увеличение температуры датчика не более чем на 0,5 °С из-за тока возбуждения. Другой эффект, который может внести погрешность в процесс измерения, – это падение напряжения на соединительных проводах между датчиком и измерительной системой, особенно если они длинные и их сопротивление сравнимо с сопротивлением датчика. Этот эффект может быть компенсирован добавлением компенсационных проводников на стороне моста, прилегающей к зонду, (**Приложение. 4**), или с помощью *метод 4 проводов (разъемы Кельвина)*.

Термисторы

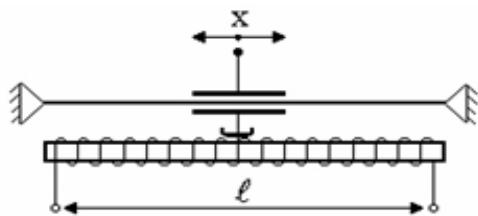
Термометры с металлическими проволочными резисторами, имеют недостаток, заключающийся в малом изменении сопротивления с температурой. Термисторы (сокращение от *thermal resistor*, англ.) используют тот же принцип измерения температуры, но температурные колебания их резистора намного больше (более чем в 100 раз), чем у металлических резисторных датчиков. Это связано с тем, что они изготовлены из полупроводниковых материалов, которые гораздо более чувствительны к колебаниям температуры, по сравнению с металлами.

Термисторы представляют собой смеси оксидов редкоземельных металлов – Mn, Cr, Ni, Co, смешанных с мелким медным порошком. Не используются оксиды германия или кремния, которые обычно используются при изготовлении полупроводниковых приборов – диодов, транзисторов, интегральных схем и т.д.

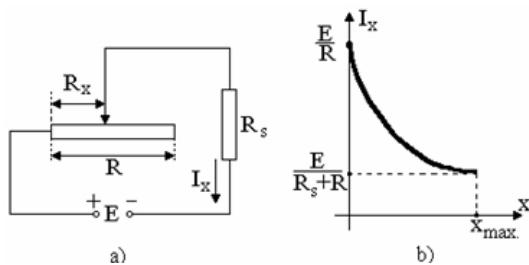
Для измерения температур в диапазоне -75...+75 °С, используются термисторы с сопротивлением ниже 1 кОм. В диапазоне -75...+150 °С используются термисторы с сопротивлением до 100 кОм, а в диапазоне 150...300 °С – термисторы с сопротивлением, превышающим 100 кОм.

Обычно сопротивление термистора уменьшается с повышением температуры. Поэтому их называют термисторами с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (*NTC - negative temperature coefficient*) (см. **Приложение 5**).

Резистивные преобразователи перемещения состоят из потенциометрического датчика, сопротивление которого изменяется под действием ползунка, который перемещается под действием измеряемой величины, перемещение может быть линейным или круговым.

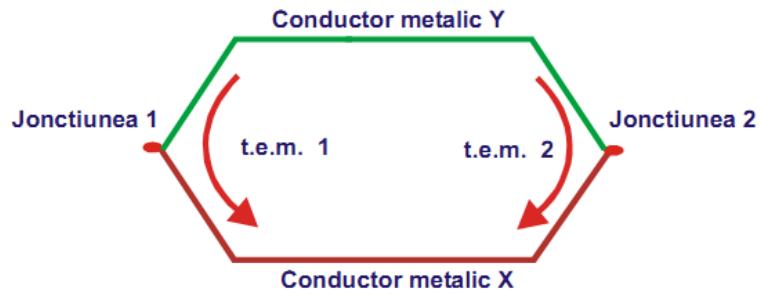


$$I_X = \frac{E}{R_S + R_X}$$

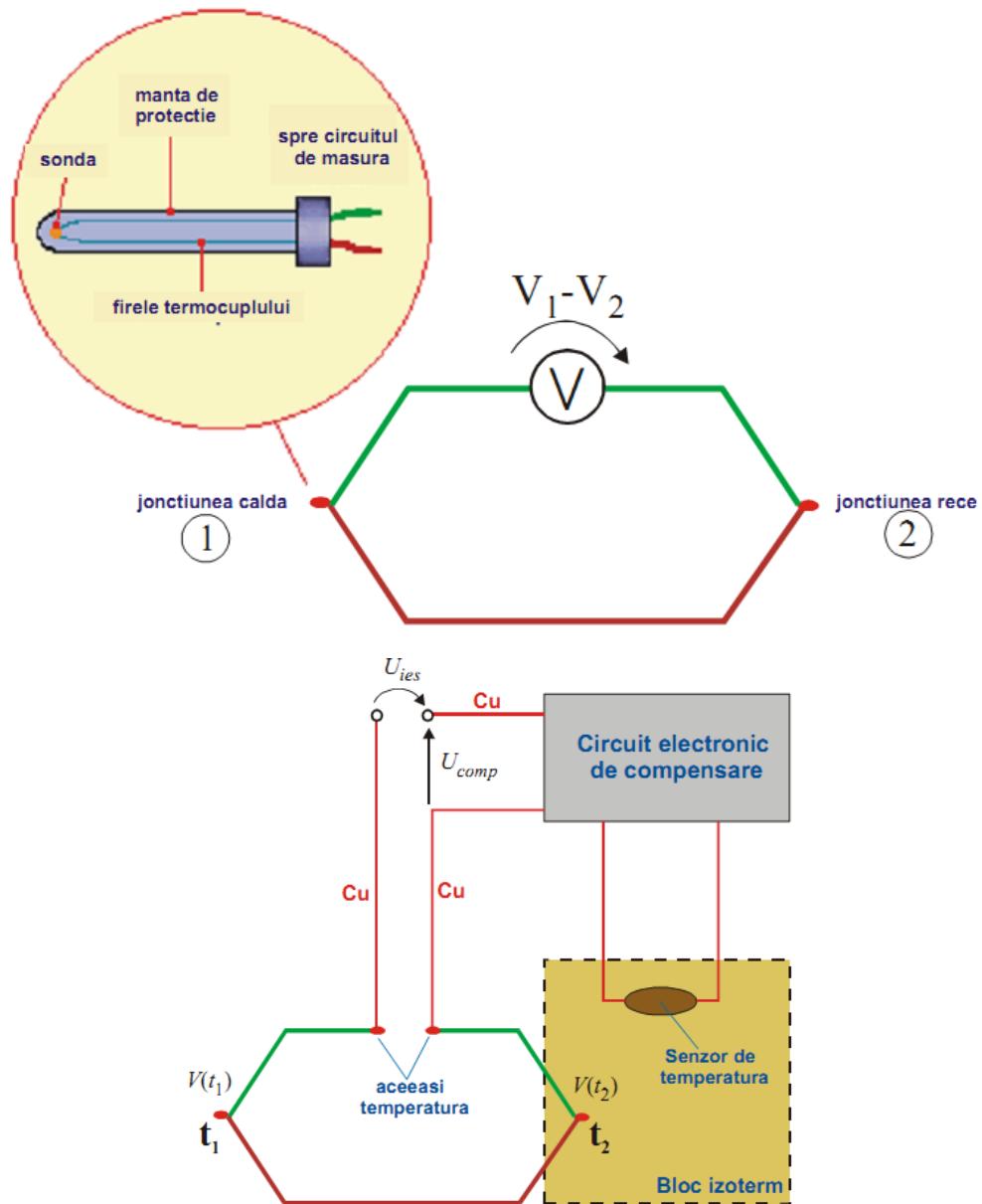


$$U_X = \frac{E}{m \cdot x^*(1-x^*) + 1}; \quad x^* = \frac{R_X}{R}; \quad m = \frac{R}{R_S}$$

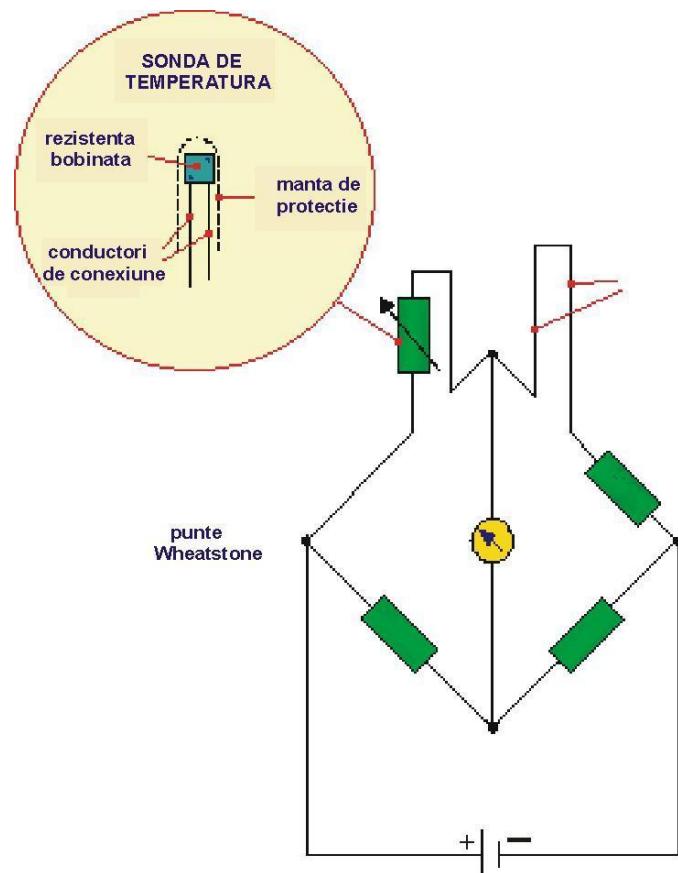
Приложение 1



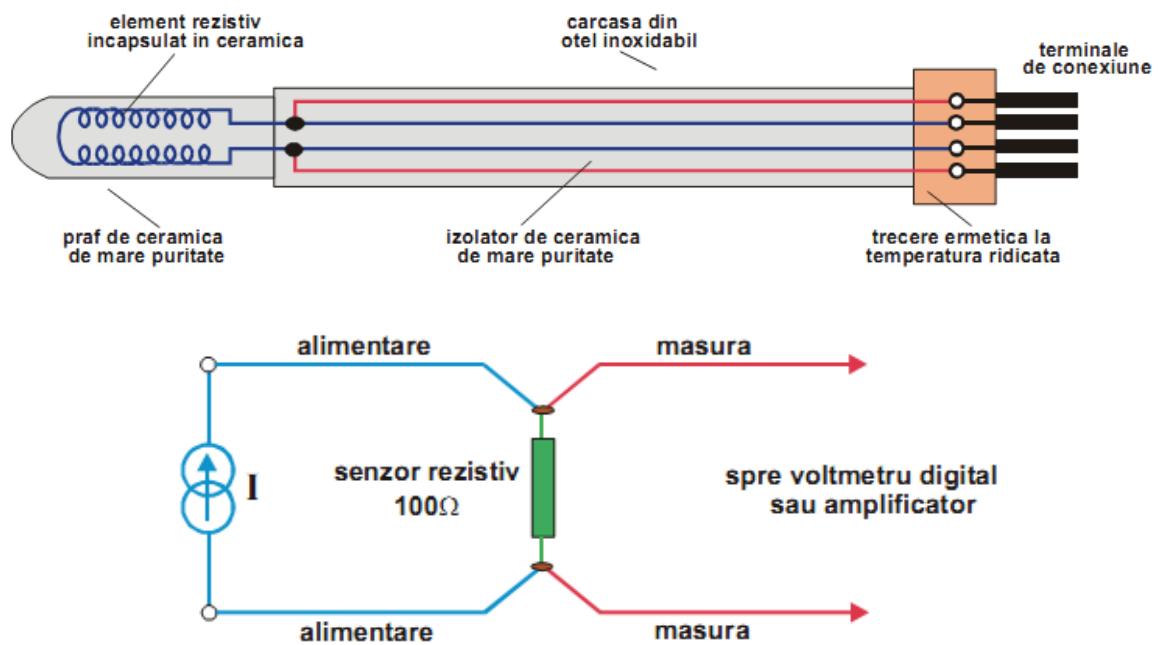
Приложение 2



Приложение 3



Приложение 4



Приложение 5

