

ситуации: путь движения к выходу параллельно стенам наиболее длинный, ширина пути эвакуации минимальная (один метр). Все люди в помещении равномерно распределены на пути эвакуации. Это позволяет определить плотность потока D , интенсивность q и скорость движения v . Время выхода последнего человека определяется по формуле 10 прил. 2 [1]. Время выхода первого человека равно нулю. Для случая нахождения в помещении одного человека это будет означать возможность его нахождения как в начале, так и в конце пути эвакуации. При графическом отображении следует учитывать, что длина пути определяется по центру пути эвакуации. Поэтому движение из помещения отображается стрелкой, которая оканчивается у дверного проема, а следующий участок отображается стрелкой, начинающейся в середине коридора. Путь движения к середине коридора не отображается и не рассчитывается.

Следует отметить, что существующие ТНПА никак не определяют допустимость задержки эвакуации. Анализ и натурные наблюдения показывают, что задержка эвакуации допустима лишь в помещениях, откуда люди начинают движение при эвакуации. Задержка эвакуации на последующих общих путях эвакуации недопустима и может приводить к трагическим последствиям: падению людей (эффект «домино»), затаптыванию, раздавливанию. Печальный пример этому – трагедия в подземном переходе станции метро «Немига» в Минске в 1999 году.

В помещениях с массовым пребыванием людей на путях эвакуации, как правило, возникает превышение максимально возможной плотности потока: коэффициент плотности при расчете получается 0,9 и более. Возникает задержка эвакуации при движении по общим проходам или/и в дверях. Однако, приложение 2 [1] не содержит формулы для расчета параметров эвакуации в такой ситуации. Учитывая, что движение возможно при коэффициенте плотности не выше 0,9, время

задержки эвакуации t_3 можно определить, используя значение интенсивности движения при максимальной возможной плотности по формуле

$$t_3 = \frac{N_3 f}{0,9 q_i \delta_i} \quad (4)$$

где N_3 – количество людей, не успевающих пройти без задержки, чел; q_i – интенсивность движения на участке, м/мин; δ_i – ширина участка пути эвакуации, м.

Для помещений с массовым пребыванием людей общее время эвакуации будет состоять из суммарного времени движения и времени задержки движения. Целесообразно сразу определить наиболее критичное место задержки эвакуации. Это будут проходы между рядами или эвакуационные выходы. Поэтому начав расчет от наиболее удаленного местоположения и получив превышение плотности потока на общих проходах в помещении, следующим участком следует рассмотреть движение потока на докритической плотности от ближайшего к выходу места до выхода. Если в эвакуационном выходе расчет покажет задержку эвакуации, то следует уменьшить количество людей в потоке, движущихся по общему проходу и добиться возможности их расчетного движения через эвакуационный выход без задержки. Время задержки движения определяется в дверном проеме исходя из оставшегося количества людей. Если в эвакуационном выходе задержки движения потока не происходит, то время задержки эвакуации определяется в проходе, исходя из количества людей, которые не могут двигаться без задержки эвакуации.

Литература

1. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования : ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.1992. – Минск: Госстандарт, 2008. – 65 с.

УДК 681.2.08

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ НОРМИРУЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СИГНАЛОВ ТЕРМОПАР

Мороз А.С., Тявловский А.К.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В данном докладе рассмотрены схмотехнические возможности повышения точности и надежности нормирующего преобразователя сигналов термодатчиков. Повышение точности достигается за счет: применения специального АЦП, дополнительных датчиков температуры «холодных спаев», аналогового коммутатора входных сигналов что позволяет увеличить количество измерительных входов и включение датчиков в дифференциальном режиме. Повышение надежности обуславливается: добавлением гальванической изоляции в измерительный блок, разделением земель на аналоговую и цифровую, установкой суперсеров по измерительным входам.

Ключевые слова: термодатчик, АЦП, преобразователь, датчик.

IMPROVING THE ACCURACY AND RELIABILITY OF THE NORMALIZING THERMOCOUPLE SIGNAL CONVERTER

Moroz A., Tyavlovsky A.

Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus

Abstract. In this report, the circuit engineering possibilities of improving the accuracy and reliability of the normalizing converter of thermocouple signals are considered. The increase in accuracy is achieved due to: the use of a special ADC, additional "cold junction" temperature sensors, an analog input signal switch that allows you to increase the number of measuring inputs and the inclusion of sensors in differential mode. The increase in reliability is due to: the addition of galvanic isolation to the measuring unit, the division of the earth into analog and digital, the installation of tvs diode at the measuring inputs..

Key words: thermocouple, ADC, converter, sensor.

Адрес для переписки: Мороз А.С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: artur.moroz.97@mail.ru

Термопары являются простым и надежным датчиком температуры, предназначенного для осуществления точных измерений в довольно широких температурных диапазонах, при этом обладая низкой инерциальностью, высокой коррозионной стойкостью, отсутствие саморазогрева измерительного спаев. Номинальные статические характеристики преобразования термопар приведены в ГОСТ Р 8.585-2001.

Повышение точности нормирующего преобразователя сигналов термопар:

– применен высоко разрядный аналогово цифровой преобразователь (АЦП) (MAX31856) с интегрированными функциями диагностики входных сигналов и входным операционным усилителем, внутренним датчиком температуры «холодных спаев», а также автоматическая линеаризация значений измерения величины ЭДС термопарного датчика [1];

– добавлением нескольких внешних полупроводниковых датчиков температуры TMP112A [2] расположенных вблизи клемм подключения термопарных датчиков для более точной оценки температуры «холодных спаев», с погрешностью измерения температуры $\pm 0,5$ °C. В случае установки более 2-х датчиков возможно введение специальных алгоритмов усреднения показаний датчиков для достижения меньшей погрешности измерения температуры а также введения статистики измерений позволит опираться на доверенное значение погрешности;

– использование аналогового коммутатора для увеличения количества измерительных каналов. Позволяет реализовать: дублирование измерений или дифференциальное измерение температуры. Также при использовании одного тракта измерения (один входной операционный усилитель и АЦП) и мультиплексировании этого канала погрешность измерительной части устройства является константой что увеличивает дифференциальную точность измерения между двумя и более термопарами (погрешность возможно только от их непосредственных характеристик; чистоты

спла-вов/металлов проводов термопары, отсутствию примеси других веществ в измерительном сплаве, длины и емкости проводов). При одинаковой температуре измерительных спаев возможна их калибровка в 0 относительно друг друга, программным методом;

– питание измерительного блока реализовано через линейные стабилизаторы с высокой характеристикой ослабления входного шума по питанию и низким выходным шумом;

– одним из источников погрешностей аналоговой части является помеха, создаваемая цифровой частью системы. Для исключения прохождения помех через цепи заземления цифровой и аналоговой земли соединенных вместе только в одной общей точке [3].

Повышение надежности нормирующего преобразователя сигналов термопар, достигается за счет дополнительных элементов защиты:

– гальваническая развязка измерительного блока (схематехника представлена на рис. 1), позволяет решить следующие проблемы:

а) исключает появление паразитных токов по земле, уравнивающих потенциалы, и снижает индуктивные наводки, вызванные этими токами;

б) уменьшает практически до нуля напряжение синфазной помехи на входе дифференциального приемника аналогового сигнала. пример на рис. 2 за счет емкости между проводами линии питания и термопары в каждом из проводов термопары создается сигнал переменного тока примерно равной амплитуды. у измерительного блока без гальванической изоляции имеется некоторая емкость между его «минусовым» входом землей. токи, протекающие через эту емкость и через выводы термопары, создают сигнал синфазной помехи, который проявляется в виде погрешности измерения.) [4];

в) защищает от пробоя . например, синфазное напряжение на термопаре относительно земли может быть каким угодно большим, если оно не превышает напряжение пробоя изоляции гальванической изоляции;

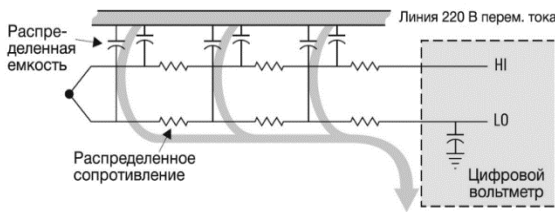


Рисунок 2 – Протекание синфазной помехи

– супрессоры с высоким значением пикового напряжения, защищают чувствительные к статике измерительные входы. Выбрана однокристалльная сборка чтобы исключить неравномерно нагретые переходы «спаи» в термодатных цепях;
– использование аналогового коммутатора позволяет применять нескольких датчиков в одной точке измерения температуры для дополнительного резервирования системы;

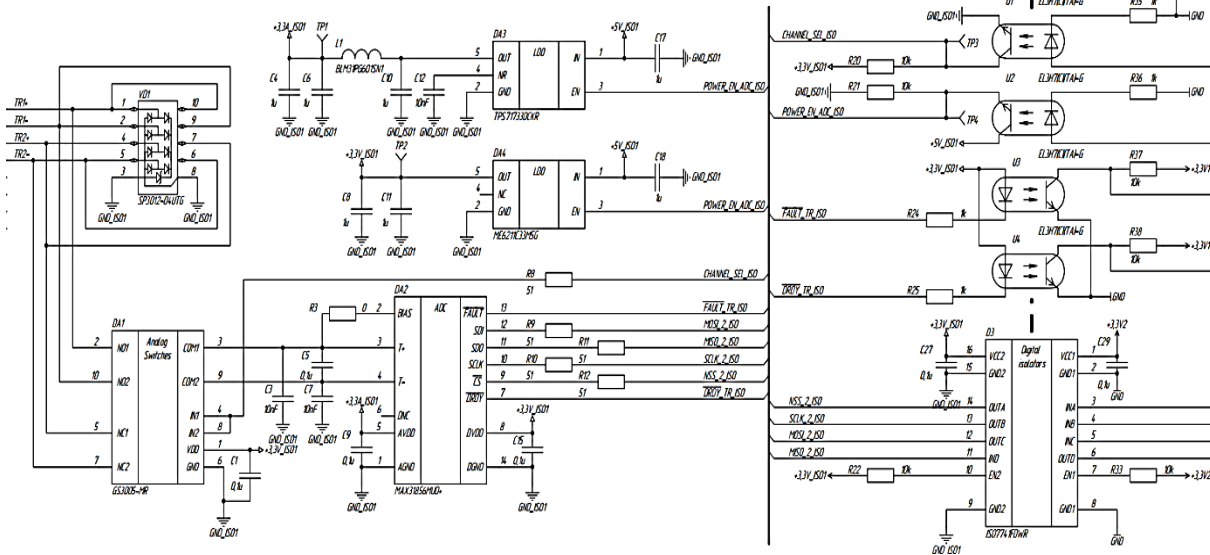


Рисунок 1 – Гальванически изолированный измерительный блок

– программная реализация алгоритмов фильтрации полученных данных для выявления деградирования термопар и отслеживания изменения их температурных кривых.

Нормирующий преобразователь сигналов термопар позволяет без применения внешних дорогостоящих приборов получить возможность измерять дифференциальные значения температуры с минимальными возможными значениями погрешности, инерциальностью измерения, задержками измерения и высокой разрядностью для данных датчиков и измерительного блока системы. Дополнительно принятые меры защиты измерительного блока позволяют увеличить устойчивость к внешним воздействиям и расширить сферу применения нормирующего преобразователя.

Литература

1. MAX31856: Datasheet. – Электронные данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX31856.pdf>. – Дата доступа: 05.10.2021.
2. TMP112AIDRLR: Datasheet. – Электронные данные [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmp112.pdf>. – Дата доступа: 05.10.2021.
3. Пат Барнс, Д. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами / Д. Пат Барнс. – М. : Мир, 1990. – 239с.
4. Keysight Technologies Практические советы по измерению температуры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://etk-komplekt.ru>. – Дата доступа: 05.10.2021.

УДК 628.74

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЖАРА В ОГРАЖДЕНИЯХ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ

Невдах В.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. С помощью программы FDS выполнено моделирование пожаров в ограждениях с естественной вентиляцией. Получено, что параметры реакций горения материалов, из которых сделаны предметы мебели, находящиеся в ограждениях, определяют динамику их выгорания.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование, динамика пожара, пожар в ограждениях, естественная вентиляция.