



УДК 612.817.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЛОКА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА МОНИТОРИНГА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ВОДОВОДА

А.С. Иванищева, aivanishcheva04@gmail.com

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

Глобальной целью научной работы является проектирование «Микропроцессорного устройства мониторинга рабочих параметров участка магистрального водовода». Стоит отметить, что система магистрального водопровода состоит из 3-х основных элементов: блок контроля расхода воды, блок контроля и управления давлением, блок контроля и управления температурой (для горячего водопровода с централизованным нагревом воды). В данной же статье основной акцент был сделан на разработку и проектирование блока контроля и управления температурой горячего водопровода с централизованным нагревом воды.

Ключевые слова: мониторинг, магистральный водопровод, измерения, контроль, управление, структурная схема.

DESIGN OF A TEMPERATURE CONTROL UNIT FOR A MICROPROCESSOR DEVICE FOR MONITORING OPERATING PARAMETERS OF A PART OF A MAIN TUBE

A.S. Ivanishcheva

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

The global goal of scientific work is the design of a “Microprocessor-based device for monitoring the operating parameters of the main water supply section. It should be noted that the main water supply system consists of 3 main elements: a water flow control unit, a pressure control and control unit, a temperature control and control unit (for a hot water supply system with centralized water heating). In this article, the main emphasis was placed on the development and design of a unit for monitoring and controlling the temperature of a hot water supply with centralized heating of water

Keywords: monitoring, main water supply, measurements, control, management, block diagram

Рассмотрим структурную схему блока контроля и управления температурой магистрального участка горячего водопровода с централизованным нагревом воды приведена на рисунке 1 [1].

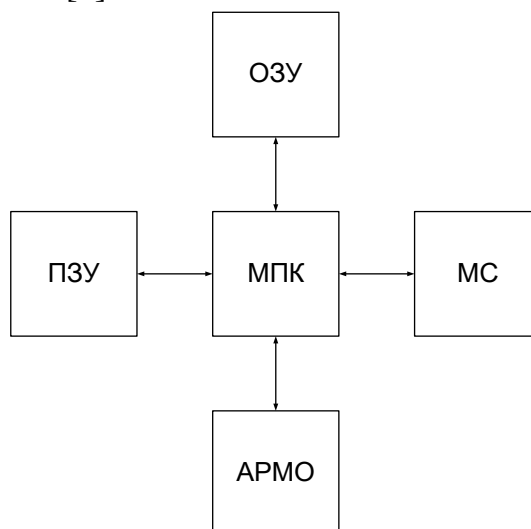


Рис. 1 – Структурная схема разрабатываемого устройства



МПК – микроконтроллер.

МС – мостовая схема измерения сопротивления на постоянном токе.

АРМО – автоматизированное рабочее место оператора.

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство.

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство.

Мостовая схема (мостовой блок) МС включает в себя мост на резисторах (включая терморезистор): дифференциальный усилитель и сравнивающее устройство. Сигнал с мостовой схемы поступает на МПК, который производит регистрацию и запоминание данных, а также управляет порогом контроля. Устройство так же имеет компьютерный интерфейс, посредством которого МПК передает данные на АРМО. Схема устройства так же содержит ОЗУ и ПЗУ для хранения и обработки данных. На АРМО оператор может задавать пороги контроля и наблюдать за процессом, видя информацию на индикаторах.

Проведем расчет моста (первичного преобразователя). Назначение первичного преобразователя - преобразование выходного параметра датчика (сопротивления, тока и т.д.) в электрический сигнал напряжения.

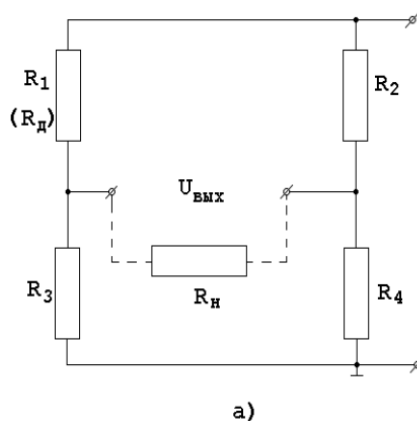


Рис. 2 – Измерительный мост

Выбираем: $R_д = R_2 = 150 \text{ Ом}$ $R_3 = R_4 = 1500 \text{ Ом}$.

Найдём ток, протекающий через датчик для этого, задаём напряжение: $U = 15 \text{ В}$;

$$I_{R_1} = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{15}{150 + 1500} = 9 \text{ мА};$$

Выходное напряжение рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{вых}} = U \frac{R_д R_4 - R_2 R_3}{(R_д + R_3)(R_2 + R_4)};$$

при $R_д = 150 \text{ Ом}$

$$U_{\text{вых}} = U \frac{R_д R_4 - R_2 R_3}{(R_д + R_3)(R_2 + R_4)} = 0 \text{ В}$$

$U_{\text{вых}} = 0$; - мост сбалансирован;

Определяем выходное напряжение срабатывания и отпускания:



$$U_{вых_{ср}}^{nn} = 3,63 \text{ мВ};$$

$$U_{вых_{омн}}^{nn} = 2,47 \text{ мВ}$$

Затем определяется выходное сопротивление моста:

$$R_{вых} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{150 \cdot 1500}{150 + 1500} + \frac{150 \cdot 1500}{150 + 1500} = 272,727 \text{ Ом}$$

Проведем расчет предварительного усилителя. На первом этапе расчета ПУ нужно определить необходимость его применения. Для этого следует сделать предварительный расчет, ориентируясь на уровень сигнала, достаточный для надежного срабатывания сравнивающего устройства.

СУ выполняется на базе операционного усилителя, то входной сигнал, достаточный для его срабатывания, $U_{сраб}^{СУ} = 0,1 \div 0,2$ В. Тогда минимальный коэффициент усиления составит:

$$K_u^{треб} = \frac{U_{сраб}^{СУ} - U_{омн}^{СУ}}{U_{сраб}^{ПП} - U_{омн}^{ПП}} = \frac{0,2 - 0,1}{0,00363 - 0,00247} = 86,2.$$

Примем коэффициент усиления равным 450.

Если $K_u^{треб} \geq 10$ или если выходной сигнал ПП – дифференциальный (ни один из выходов ПП не соединен с общим проводом), то ПУ следует строить на основе операционного усилителя, причем и СУ также необходимо выполнить на операционном усилителе;

Выбираем дифференциальный усилитель – К140УД7

$$\begin{array}{llll} U_{п} = \pm 15 \text{ В} & K_U \geq 5 \cdot 10^4 & I_{п} \leq 2,8 \text{ мА} & U_{вых} \leq \pm 10,5 \text{ В} \\ R_{н} \geq 2 \text{ кОм} & R_{вх} \geq 0,4 \text{ МОм} & R_{вых} = 130 \text{ Ом} & U_{дф} \leq \pm 30 \text{ В} \\ U_{сф} \leq \pm 12 \text{ мВ} & I_{вх} \leq 0,2 \text{ мкА} & f_1 \geq 0,8 \text{ МГц} & \end{array}$$

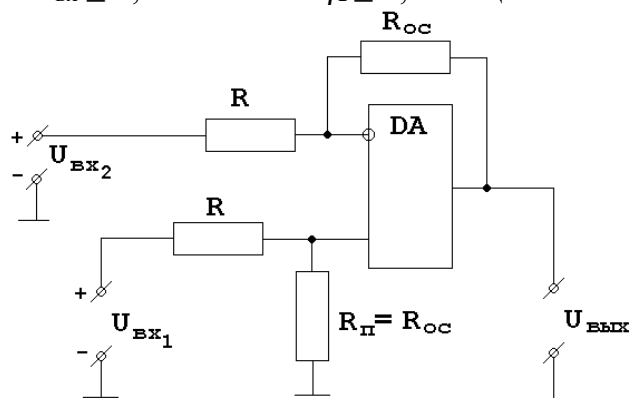


Рис. 3 – Схема дифференциального усилителя

Коэффициенты усиления и выходные сопротивления усилителей определяются выражениями:

$$K_u = \frac{R_{ос}}{R}; \quad R_{вх} = R; \quad R_{ос} = R_{вх} \cdot K_u;$$

Согласуем сопротивления: $R_{вх} > R_{вых}$ в $5 \div 10$ раз из этого следует

$$R_{вх} = R_{вых_{пп}} \cdot 10 = 2727,27 \text{ (Ом)}$$



Получаем сопротивление обратной связи:

$$R_{oc} = R \cdot K_u = 2727,27 \cdot 450 = 1227271,5 \text{ Ом.}$$

Из формулы найдем выходное сопротивление:

$$R_{вых} = \frac{R_{выхОУ}}{1 + \frac{K_{ОУ}}{K_u}} = \frac{130}{1 + \frac{50000}{450}} = 1,15 \text{ Ом.}$$

где $K_{ОУ}$ – коэффициент усиления ОУ;

$R_{выхОУ}$ – соответственно выходное сопротивление ОУ.

Найдем выходное напряжение ПУ отпущения и срабатывания:

$$U_{вых отп}^{ПУ} = K_u \cdot U_{ex отп}^{ПУ} = 450 \cdot 0,00247 = 1,11 \text{ В;}$$

$$U_{вых ср}^{ПУ} = K_u \cdot U_{ex ср}^{ПУ} = 450 \cdot 0,00363 = 1,6 \text{ В.}$$

С помощью системы схемотехнического моделирования *Micro-Cap 9* выполняется графический ввод проектируемой схемы, анализ характеристик аналоговых, цифровых и смешанных аналого-цифровых устройств [2, 3].

Была промоделирована схема моста для измерения сопротивлений и дифференциального усилителя, включенного последовательно. Данная схема отражает процесс измерения температуры водогрейного котла с помощью терморезистора. Схема моста и дифференциального усилителя разработанной информационно-измерительной системы для контроля состояния водогрейного котла, была проанализирована с помощью интегрированной программной системы *Micro-Cap* (рис. 4). Результаты моделирования показаны на рисунке 5.

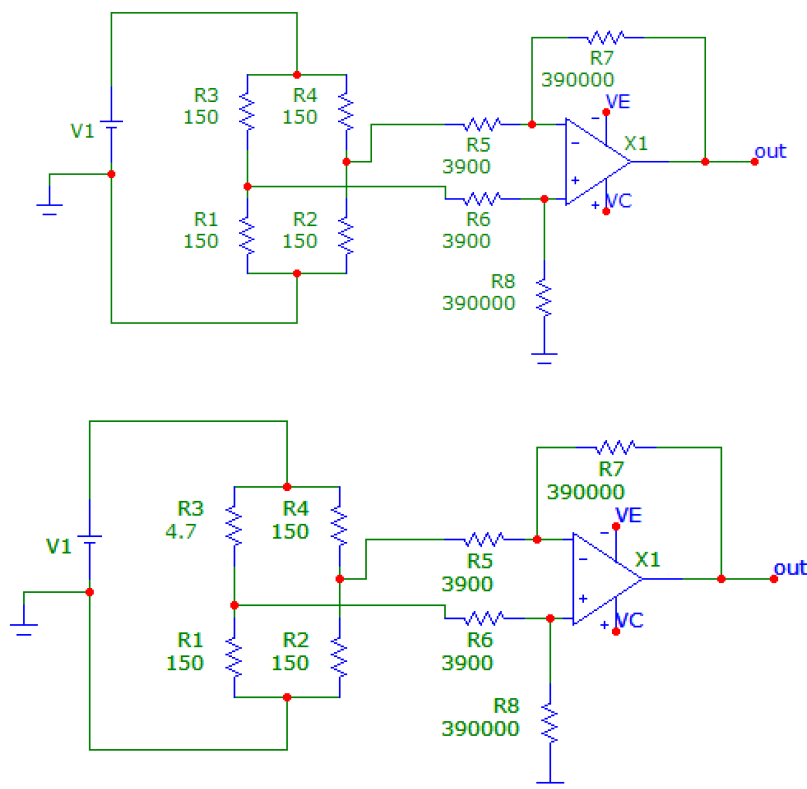
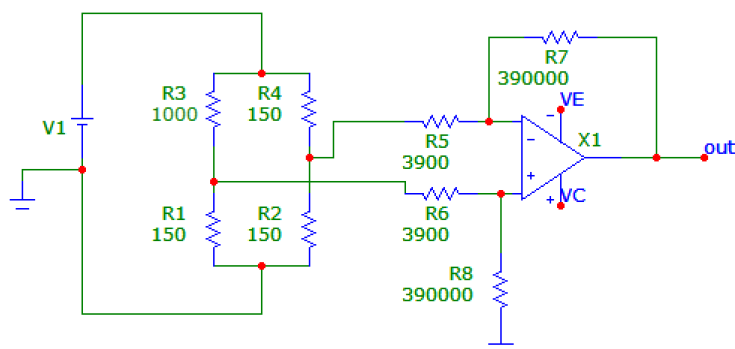


Рис. 4 – Схема моста и дифференциального усилителя для 3 экспериментов



Продолжение рис. 4

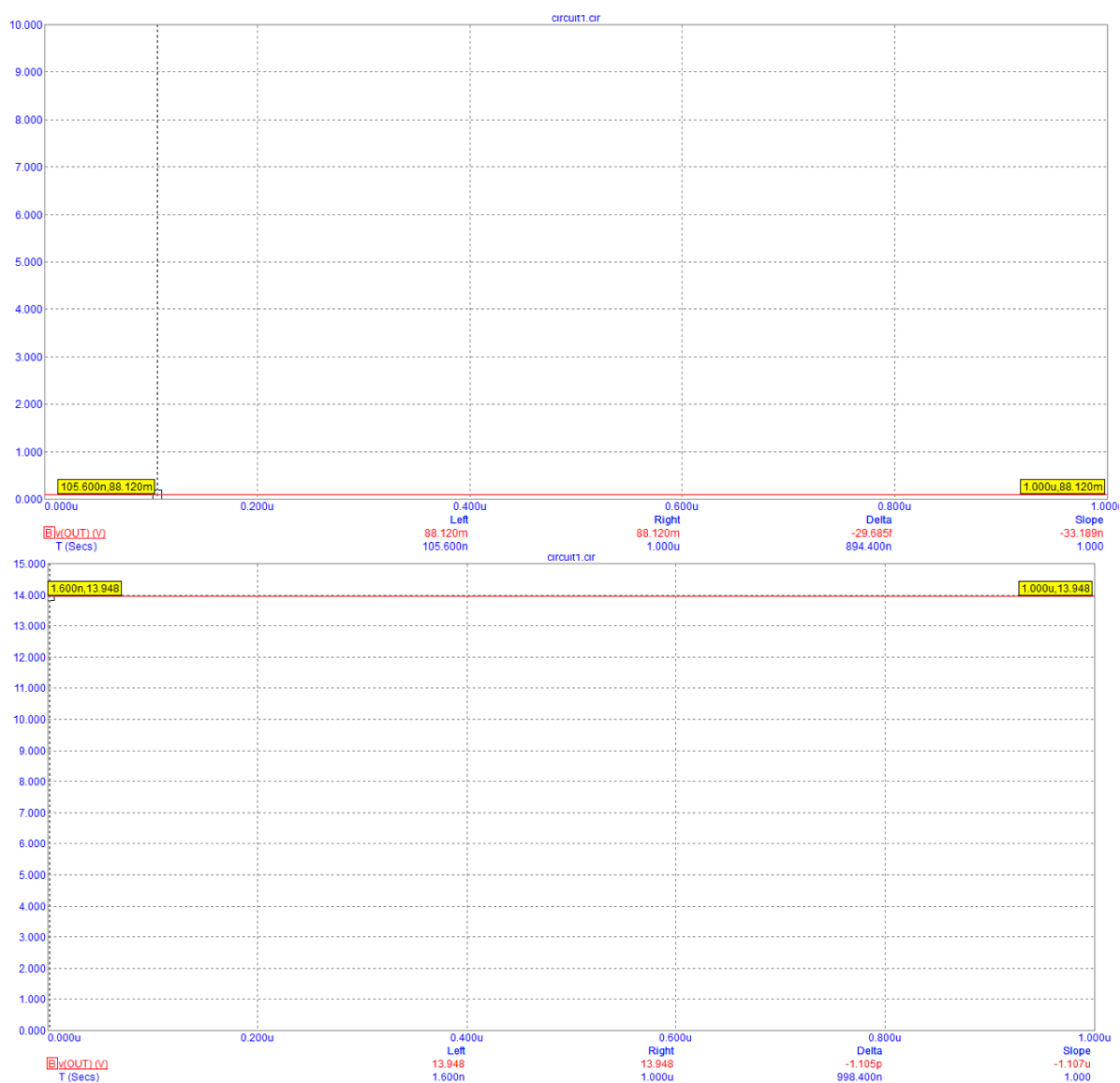
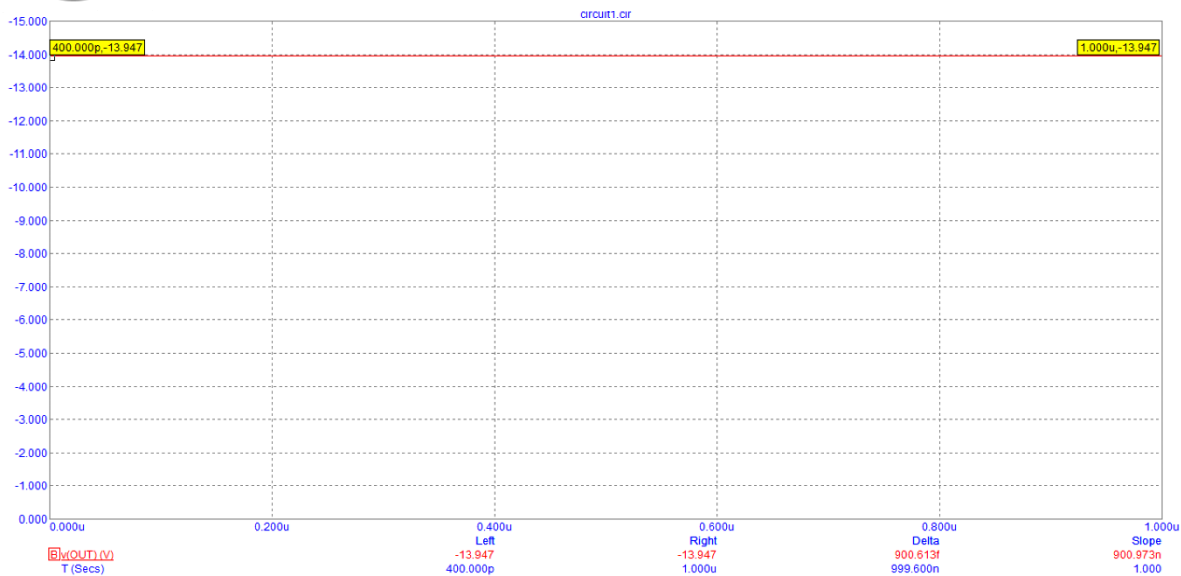


Рис. 5 – Результат моделирования для 3 экспериментов



Продолжение рис. 5

Полученные результаты на рисунке 3.2. показывают, как изменяется сигнал при минимальном и максимальном значении температуры. Из графиков видно, что мостовая схема достаточно чувствительна. Более того, разница сопротивления с номинальным более 100 Ом приводит к уходу усилителя в насыщение.

Список цитируемой литературы

1. Угловский А.Н., Гульматова Е.С., Лях В.А. Информационная система измерения температуры // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №1, 2019. С. 42. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_6c53749b126c4c9c892c73972c6b4278.pdf (Дата обращения 25.05.20)
2. В.И. Леухин, С.Г. Январёв Разработка в среде labview цифровых двойников элементов измерительных устройств // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №2, 2019. С. 47. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_a0924c3a2acd40fa89c636dc36b91f37.pdf (Дата обращения 25.05.20);
3. Бушуев О.Ю., Салов Д.Д., Тугова Е.С., Бобков Е.А. Проверка состояния датчика давления ультразвуковым импульсом // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №2, 2019. С. 37. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_41ef080656644a3a9bf0d7e7b79fdb00.pdf (Дата обращения 25.05.20).