

**Վ.Ս. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ, Պ.Հ. ՇԻՐԻՆՅԱՆ**

**ՋԵՐՄԱԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉԻ ՍԱՌԸ ԿՈՆՏԱԿՏԻ ԱԶԴԱԶԵՐԾՄԱՄԲ  
ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՉԱՓՄԱՆ ՄԻԿՐՈԿՈՆՏՐՈԼԵՐԱՅԻՆ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄ**

Դիտարկվել է մասնագիտացված “MAX31855” անալոգաթվային կերպափոխիչով (ԱԹԿ) ջերմաստիճանի չափման միկրոկոնտրոլերային սարքավորում: Նշված ԱԹԿ-ի օգտագործումը՝ իր գծայնացված “ջերմաստիճան-լարում” բնութագրով և ներկառուցված ջերմակերպափոխիչի ինտերֆեյսով, հնարավորություն է ընձեռում էապես պարզեցնել սարքավորումը: Ներկայացված են սարքավորման կառուցվածքային և էլեկտրական սխեմաները, մշակված է կառավարման ծրագրային ապահովումը (ԾԱ):

**Առանցքային բառեր.** ջերմաստիճան, ջերմակերպափոխիչ, տաք, սառը կոնտակտ, միկրոկոնտրոլեր, ազդագերծում, գծայնացում:

**Ներածություն:** Ջերմակերպափոխիչը (ՋԿ) ջերմաստիճանային տվիչ է, որը կարող է օգտագործվել չափիչ սարքավորումներում և ավտոմոտացման համակարգերում: Դրան հատուկ են որոշակի առավելություններ.

- ցածր արժեք,
  - բարձր ճշտություն,
  - թերմիստորների և թվային տվիչների միկրոսխեմաների համեմատ ջերմաստիճանի չափման լայն միջակայք, պարզություն և հուսալիություն [1]:
- Նշենք նաև ՋԿ-ների հիմնական թերությունները.
- սառը կոնտակտների հսկման անհրաժեշտություն,
  - չափագրման բնութագրի փոփոխություն, երբ փոփոխվում է համաձուլվածքի բաղադրությունը կոռոզիայի և քիմիական այլ պրոցեսների հետևանքով,
  - ջերմաէլջուրի կախվածությունը ջերմաստիճանից էապես ոչ գծային է, որը ստեղծում է դժվարություններ ազդանշանի երկրորդային փոխակերպիչները մշակելիս:

ՋԿ-ի աշխատանքի սկզբունքը հիմնված է Ջեյսթեյկի (ջերմաէլեկտրական) էֆեկտի վրա: Երկու տարբեր հաղորդիչների միացման դեպքում առաջանում է կոնտակտային պոտենցիալների տարբերություն: Եթե օղակաձև միացված հաղորդիչների կոնտակտները միևնույն ջերմաստիճաններում են, ապա այդպիսի պոտենցիալների տարբերությունների գումարը հավասար է զրոյի: Իսկ երբ կոնտակտները գտնվում են տարբեր ջերմաստիճաններում, ապա կոնտակտային պոտենցիալների տարբերությունը կախված է ջերմաստիճանների տարբերու-

թյունից (1): Այդ կախվածության համեմատման գործակիցը (զգայնությունը) կոչվում է ջերմաէլեկտրոնի գործակից:

$$V_{\text{էլք}} = k_{\text{զ}}(T_{\text{տ}} - T_{\text{ս}}), \quad (1)$$

որտեղ  $T_{\text{տ}}$ -ն տաք կոնտակտի (չափման միջավայրի),  $T_{\text{ս}}$ -ն՝ սառը կոնտակտի (շրջապատի) ջերմաստիճաններն են,  $k_{\text{զ}}$ -ն՝ ջերմաէլեկտրոնի գործակիցը:

Գոյություն ունեն ՋԿ-ների մի քանի տեսակներ՝ կախված օգտագործված նյութերի զույգից (K,L,E,T և այլն) [2-4]: Աշխատանքում օգտագործված է K-տեսակի ՋԿ, որի հիմնական պարամետրերը բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

*K-տեսակի ՋԿ-ի հիմնական պարամետրերը*

Տեսակը, ANSI	Տեսակը ըստ միջազգային ստանդարտի	Ջերմաէլեկտրոնների Նյութը		Աշխատանքային ջերմաստիճանի տիրույթը	Չզայնությունը
		Դրական (T+)	Բացասական (T-)		
K	TCHA	Խրոմել Cr - Ni	Ալյումել Ni - Al	-270 .. +1372 °C	41.276 (0 °C to +1000 °C)

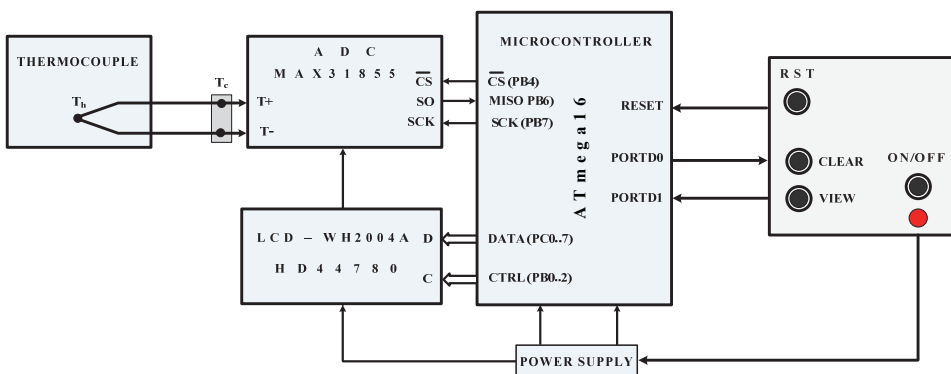
**Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը:** Ինչպես նշվեց վերևում (1), ջերմազույգի ջերմաէլեկտրոնի համեմատական է տաք (աշխատանքային) և սառը (շրջապատի) ջերմաստիճանների տարբերությանը: Դա նշանակում է, որ տաք կոնտակտի փաստացի ջերմաստիճանի որոշման համար սառը կոնտակտի ջերմաստիճանը պետք է հայտնի լինի: Դրա համար անհրաժեշտ է սառը կոնտակտի դետեկտման և ազդագերծման սխեմա, որը ավտոմատ կճշտի չափվող ջերմաստիճանի մեծությունը: Սակայն խնդրի լուծման սովորական եղանակը, այն է՝ ջերմաստիճանի չափման և սառը կոնտակտի ազդագերծման սխեմայի իրականացումը ճշգրիտ ինտեգրալային գործության ուժեղարարներով (ԻԳՈ), կհանգեցնի սխեմայի էական բարդացմանը, աղմկակայունության նվազմանը, ի վերջո՝ չափման սխալանքի մեծացմանը:

Աշխատանքի նպատակն է խնդրի լուծումն իրականացնել ավելի պարզ և համապիտանի եղանակով: Դրա համար աշխատանքում օգտագործվել են Atmega16 միկրոկոնտրոլերը [5] և MAX31855 ԱԹԿ-ն [6]: Ջերմաչափի կառուցվածքային սխեման բերված է նկ. 1-ում:

MAX31855 ԱԹԿ ներկառուցված ջերմաստիճանի տվիչի, ԻԳՈ-ի և սառը կոնտակտի դետեկտման և ազդագերծման սխեմայի շնորհիվ էապես պարզեցվում է ջերմաչափի էլեկտրական սխեման (նկ. 2):

Ստորև բերված են MAX31855 ԱԹԿ-ի հիմնական տեխնիկական պարամետրերը.

- ջերմաստիճանի չափման միջակայքը՝ -270..+1800 °C,
- թողունակությունը՝ 14 բիթ, քայլը՝ 0,25 °C,
- հենակային կոնտակտի ազդագերծման սխեման,
- ԶԿ-ի լարերի սնման աղբյուրի (VCC), ընդհանուր (GND) լարի և չափիչ շղթայի խզման դետեկտման սխեման,
- SPI համատեղելի ինտերֆեյսը (ընթերցման ռեժիմ):



Նկ. 1. Ջերմաչափի կառուցվածքային սխեման

MAX31855 ԱԹԿ ներկառուցված K-տեսակի ԶԿ-ի ջերմաստիճանային սլյալների ձևաչափը զետեղված է աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2

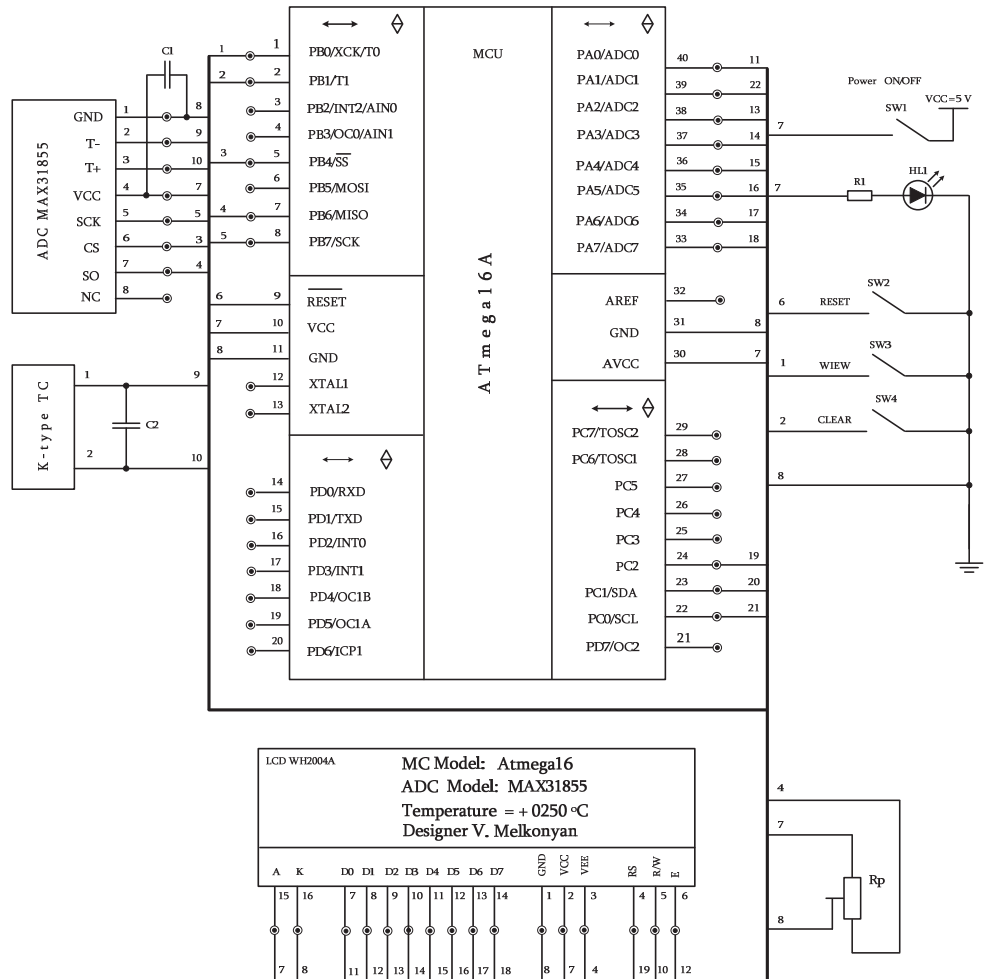
K-տեսակի ԶԿ-ի ջերմաստիճանային սլյալների ձևաչափը

Ջերմաստիճանը (°C), T	Թվային ելքը (D[31:18]), N
+1600.00	0110 0100 0000 00
+1000.00	0011 1110 1000 00
+100.75	0000 0110 0100 11
+25.00	0000 0001 1001 00
0.00	0000 0000 0000 00
-0.25	1111 1111 1111 11
-1.00	1111 1111 1111 00
-250.00	1111 0000 0110 00

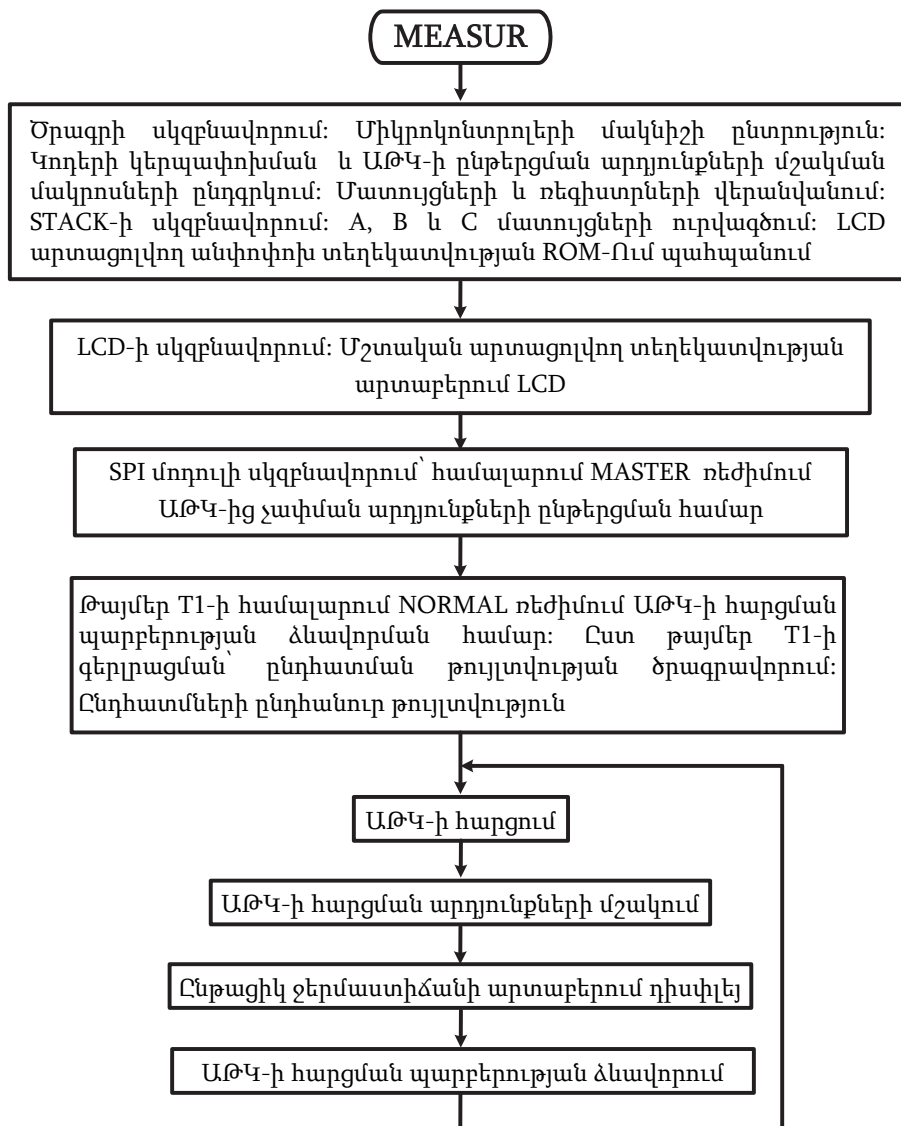
Ջերմաչափում MAX31855 ԱԹԿ-ի ճիշտ օգտագործման պայմաններն են.

- միկրոսխեմայի տեղակայումը ԶԿ-ի միացման միակցիչի մոտ,
- միկրոսխեմայի մեկուսացումը արտաքին տաքացումից:

Ջերմաստիճանի չափման պրոցեսի կառավարումը կատարվում է Atmega16 միկրոկոնտրոլերով: Այն պարունակում է ներկառուցված SPI մոդուլով ՋԿ-ԱԹԿ հանգույց և զուգահեռ ինտերֆեյսով չափման արդյունքի արտացոլման հանգույց, որն իրականացվում է HD44780 կոնտրոլերով չորս տող LCD դիսփլեյով: Կառավարման ալգորիթմը բերված է նկ. 3-ում:



Նկ. 2. Ջերմաչափի էլեկտրական սխեման



Նկ. 3. Կառավարման ծրագրի ալգորիթմը

**Հետազոտության արդյունքները և եզրակացություններ.**

1. Կատարվել է ԶԿ-ների առավելությունների և թերությունների վերլուծություն:
2. Կատարվել է ԶԿ-ներով ջերմաստիճանի չափման խնդիրների և դրանց լուծման ուղիների վերլուծություն:
3. Որպես արդյունք մշակվել է պարզեցված սխեմայով ջերմաստիճանի չափման միկրոկոնտրոլերային սարքավորում:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Фрайден Дж.** Современные датчики: Справочник /Пер. с англ. Ю.А. Заболотной; Под ред. Е.Л. Свинцова.–М.: Техносфера, 2005.– 592с.
2. Типы термопар из неблагородных металлов и их особенности  
[http://www.metotech.ru/art\\_termopary\\_1.htm](http://www.metotech.ru/art_termopary_1.htm)
3. **Гарсия В.** Измерение температуры: теория и практика:  
<http://www.zimbeton.ru/info/3.pdf>
4. **Денисенко В.** Термопары: принципы применения, разновидности, погрешности измерений. <http://www.cta.ru/cms/f/447068.pdf>
5. Atmega16 datasheet: <http://www.atmel.com/Images/2466S.pdf>
6. MAX31855 datasheet: <http://www.datasheetpdf.com/PDF/MAX31855/713219/1>

**Վ.Տ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ, Ս.Ա. ՇԻՐԻՆՅԱՆ**

### **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ХОЛОДНОГО СПАЯ ТЕРМОПАРЫ**

Рассматривается микроконтроллерное устройство для измерения температуры со специализированным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) “MAX31855”. Использование указанного АЦП с его линеаризированной характеристикой “температура-напряжение” и встроенным интерфейсом (SPI) термопары позволяет значительно упростить устройство. Приведены структурные и электрические схемы, разработано программное обеспечение устройства.

**Ключевые слова:** температура, термопара, горячий и холодный спай, микроконтроллер, компенсация, линеаризация.

**V.S. MELKONYAN, P.H. SHIRINYAN**

### **A MICROCONTROLLER DEVICE FOR MEASURING THE TEMPERATURE OF THE THERMOCOUPLE WITH COLD-JUNCTION COMPENSATION**

A microcontroller temperature measuring device with specialized analog-to-digital converter (ADC) "MAX31855" is considered. The use of this ADC with its linearized "temperature-voltage" feature and a built-in thermocouple interface significantly simplifies the device. The structural and electric schemes are presented, the product software is developed.

**Keywords:** temperature, thermocouple, hot and cold junction, microcontroller, compensation, linearization.