

**Ա.Ռ. ՍՈՒՔԻԱՍՅԱՆ, Մ.Ք. ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ, Ա.Լ. ՄԱՅԻԼՅԱՆ**  
**ՓՈՔՐ ՀԻԴՐՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ**  
**ԱՌԱՋԱՑՈՂ ՈՐՈՇ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐՈՎ ԳԵՏԻ ՋՐԻ ԱՂՏՈՏՈՒՄԱՆ**  
**ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Լեռնային գետերի կասկադի օգտագործման շնորհիվ էժան և էկոլոգիապես մաքուր էլեկտրական էներգիայի ստացումը այսօր արդիական է Հայաստանի համար: Այդ համատեքստում կիրառվել է ծանր մետաղների քանակական փոփոխությունը որոշող մեթոդ, որն առաջանում է հիդրոէլեկտրակայանի շահագործման ընթացքում: Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս սահմանել տարրերի բաշխման գոտի ափամերձ հողում:

**Առանցքային բառեր.** փոքր հիդրոէլեկտրակայան, ծանր մետաղներ, ջուր, բույս:

**A.R. SUKIASYAN, M.Q. BAGHDASARYAN, A.L. MAILYAN**  
**ASSESSING THE POLLUTION DEGREE OF RIVER WATER BY SOME**  
**HEAVY METALS AT MAINTAINING SMALL HYDROPOWER PLANTS**

At present, issues on using a cascade of mountain rivers is very important to get inexpensive and ecologically clean electric power in Armenia. In this context, the method of quantitative determination of heavy metals in the plants caused by the operation of hydropower plants is applied. The results allow to define the zone of distribution of elements in the riverbank soil.

**Keywords:** small hydropower plant, heavy metals, water, plant.

UDC 621.317

**V.S. MELKONYAN**  
**INVESTIGATING THE METHODS FOR DIGITAL CONTROL OF**  
**TEMPERATURE**

A digital temperature controller with two methods is developed. The encoding algorithm of micro programmable automata in hardware description language Verilog is implemented and synthesized with digital design tools the result of which is a digital circuit temperature controller based on logic elements. The design of digital temperature controller based on a microcontroller is implemented, using the language assembler.

**Keywords:** digital controller of temperature, Moore-automat, controller with microcontroller.

**Introduction.** Temperature stabilization and programmable change implementation for production of semiconductor devices in technological installations are important issues. The problem implementation will be more flexible and accurate by including digital control methods. In this article, a temperature control system is designed, which allows to program and control temperature in the 0-200°C range.

Modern digital equipment includes a large number of logic and memory cells hence the description of the Boolean equations becomes extremely complicated and difficult to implement in practice. This work presents a digital system used for the synthesis of micro-programmed automata in the form of a higher level algorithm description of the system graph scheme.

Micro-programmed automatic algorithm coding schemes for work done in Verilog description language, carries out synthesis, as result a digital temperature controller scheme is built on the basis of logical elements.

The main purpose of this article is the implementation of temperature control system with two methods by using hardware description language Verilog (using logical devices) and by using language assembler (using microcontrollers).

**Principle of temperature control.** The temperature controller is designed for temperature stabilization and programmable change implementation for semiconductor device production technologies. The temperature change diagram in time period is shown in Fig.1.

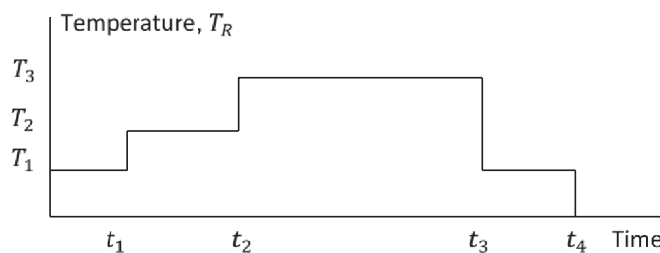


Fig. 1. Temperature change diagram in time period

Fig. 2 presents the block diagram of the temperature control system in the technological installation.

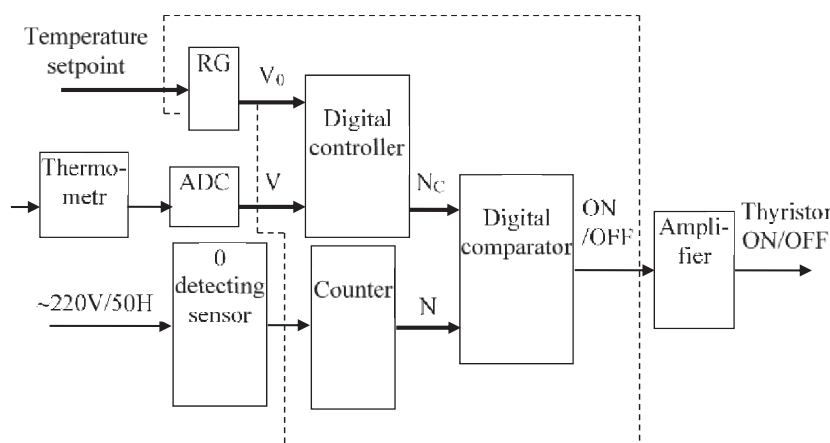


Fig. 2. Temperature control system

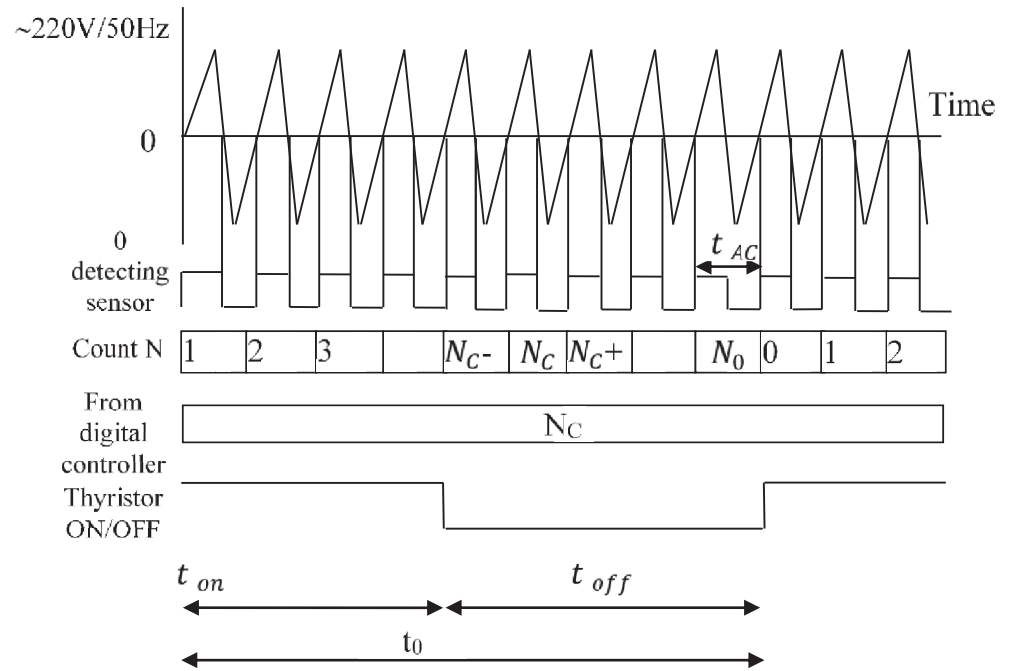


Fig. 3. Timing diagrams of the temperature control system

The object is heated with an electrical heater. The heater supplied current average value is controlled by the thyristor transmission state duration. When the thyristor is opened, the object temperature increases and when the thyristor is closed, the temperature decreases. The dissipated heat average value in the object compared to the  $t_{on}/(t_{on} + t_{off}) = t_{on}/t_0$  relationship, where  $t_{on}$  is the duration of the thyristor open period,  $t_{off}$  – the duration of the thyristor closed period,  $t_0$  is the duration of control of one cycle. System timing diagrams are presented in Fig.3. The digital code of the thyristor's transmission state duration ( $N_C$ ) comes from the digital controller. At the same time, the counter counts the number of AC voltage periods ( $t_{AC}$ ). When, in the inputs of the digital comparator  $N = N_C$ , the thyristor is turned off. It is turned on again, when the counter counts the maximum  $N_0$ , and goes to the 0 state. The temperature setpoint code ( $N_C$ ) is developed by the temperature controller.

**Temperature controller synthesis.** In Fig.4 the diagram of a digital controller is introduced.

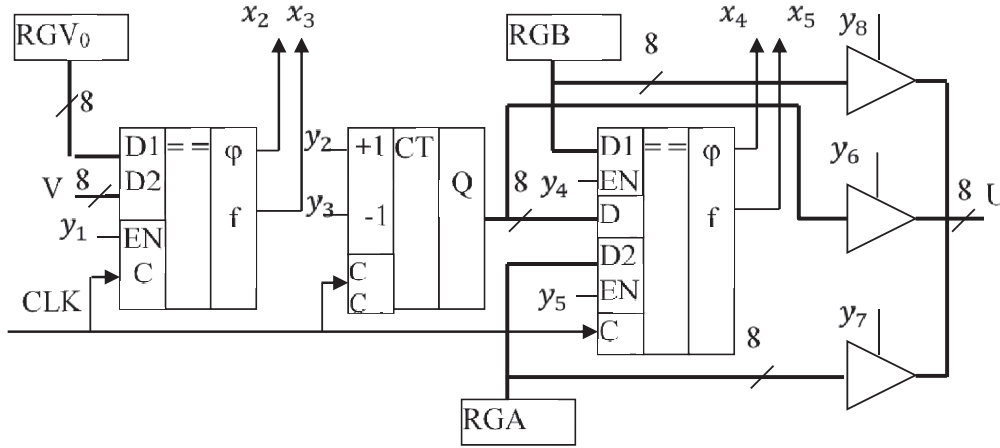


Fig. 4. Digital controller diagram

The controlled output restricted from two sides:

$$U(k) := \begin{cases} A, & \text{if } U(k) \leq A \\ U(k), & \text{if } A \leq U(k) \leq B \\ B, & \text{if } U(k) \geq B \end{cases} \quad (1)$$

The control carried out by using an Up-down algorithm:

$$U(k) := \begin{cases} U(k-1) - 1, & \text{if } V(k) > V_0 \\ U(k-1), & \text{if } V(k) = V_0 \\ U(k-1) + 1, & \text{if } V(k) < V_0 \end{cases} \quad (2)$$

In the temperature controller design a digital comparator, counter and registers are used.

Below are presented the list of micro actions and the logical conditions.

$$\begin{aligned} x_2 &= \begin{cases} 1, & \text{if } V = V_0 \\ 0, & \text{if } V \neq V_0 \end{cases}; x_3 = \begin{cases} 1, & \text{if } V > V_0 \\ 0, & \text{if } V < V_0 \end{cases} \\ x_4 &= \begin{cases} 1, & \text{if } (CT) > B \\ 0, & \text{if } (CT) \leq B \end{cases}; x_5 = \begin{cases} 1, & \text{if } (CT) < A \\ 0, & \text{if } (CT) \geq A \end{cases} \\ y_1 - V \sim V_0, y_2 - (CT) &:= (CT) + 1, \\ y_3 - (CT) &:= (CT) - 1, y_4 - (CT) \sim A, \\ y_5 - (CT) \sim B, y_6 - U &:= (CT), \\ y_7 - U &:= A, y_8 - U &:= B, \end{aligned}$$

Using this equations the algorithm graph-diagram (Fig. 5) of temperature controller for Moore-Automat is introduced [1-3].

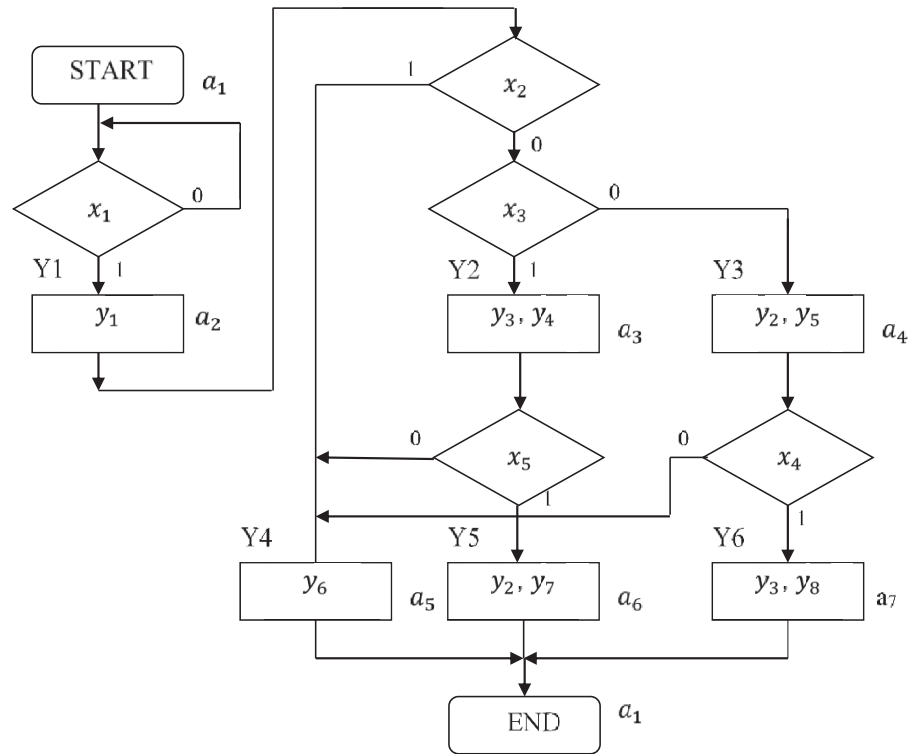


Fig. 5. Moore-Automat algorithm graph-diagram

In Fig. 6 the synthesis design result of hardware description Verilog language is presented.

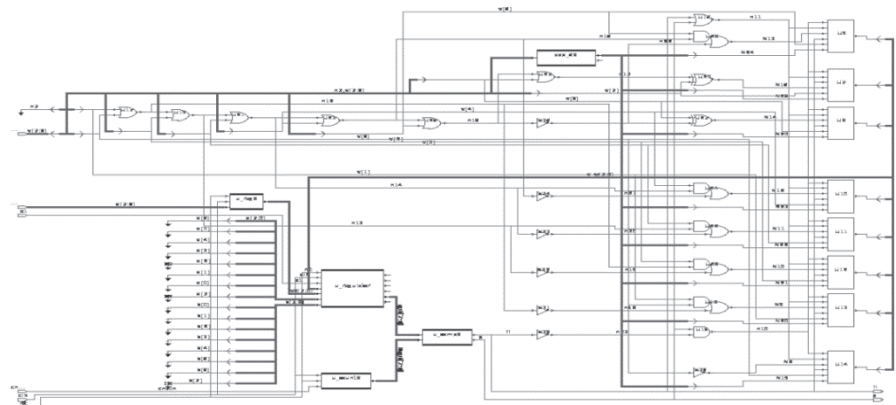


Fig. 6. Digital controller synthesized scheme

**Temperature controller implementation by using microcontroller.** The designed temperature controller, using the MCS-51 microcontroller [4, 5], in Fig. 7 presents the algorithm.

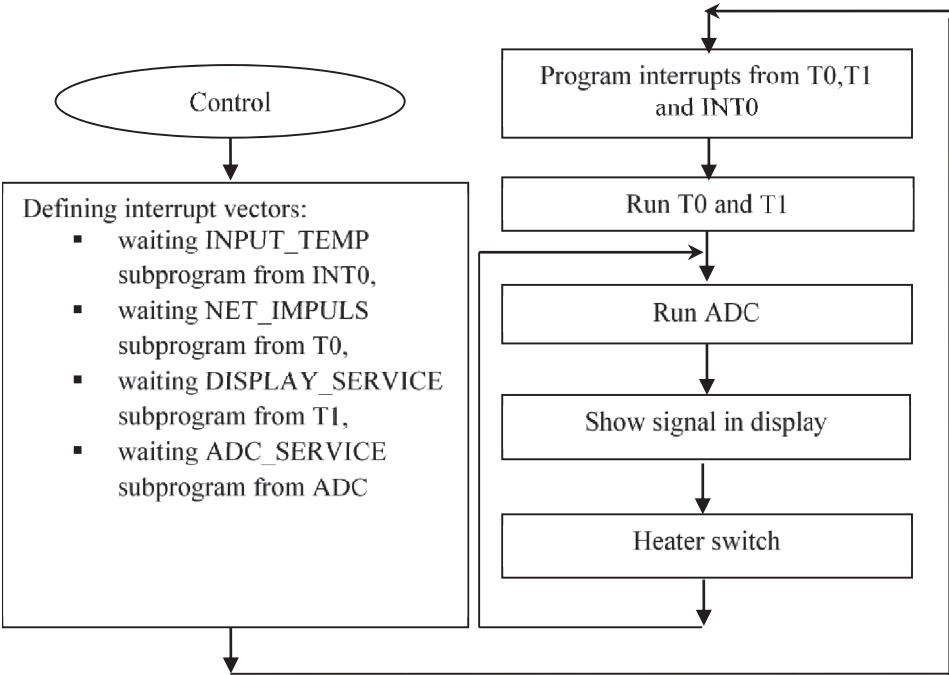


Fig. 7. The algorithm block-diagram of the temperature controller with a microcontroller

The designed temperature controller code result in Fig. 8 is presented.

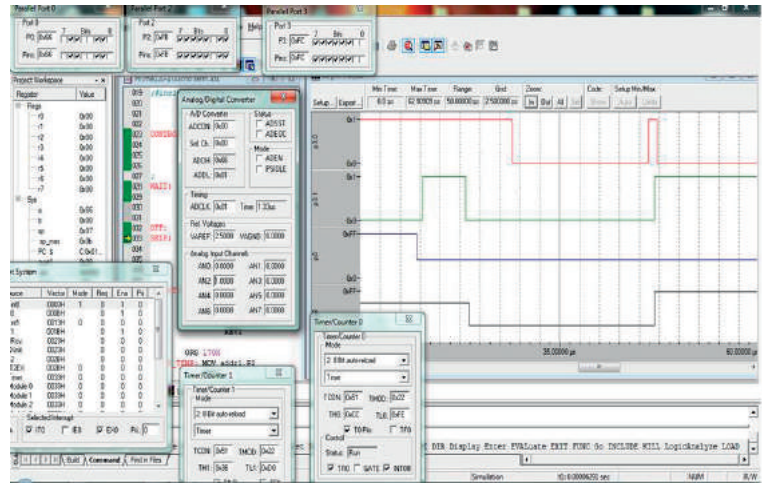


Fig. 8. Temperature controller code result

**Conclusion.** In this article, two methods of temperature controller design are investigated. The first one - by using the hardware design of Verilog language, and the second - by using a microcontroller. Both of these methods have huge amount of practical usability, depending on the requirements. If the temperature controller is part of a huge digital device it is convenient to use the Verilog implementation method, if it is an individual device, it is convenient to use microcontroller implementation method.

## REFERENCES

1. **Moris Mano M.** Digital Desgn. 4<sup>th</sup> edition. - Prentice Hall, 2006. - 624p.
2. **Brown S., Vranesic Z.** Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design. 2<sup>nd</sup> edition. - McGraw-Hill Higher Education, 2008. - 935p.
3. **Մովսիսյան Վ.Մ.** Թվային համակարգերի տրամաբանական նախագծում երկրորդ հրատարակություն.- Երևան: ՀՊՃՀ հրատ. 2014. – 467 էջ:
4. **Huang H.** PIC Microcontroller: An Introduction to Software & Hardware Interfacing. 1st edition. - Thomson Delmar Learning, 2004. - 816p.
5. **MacKenzie, Phan R.C.** 8051 Microcontroller. 4th edition. - Prentice Hall, 2006. - 560p.

## Վ.Ս. ՄԵԼԲՈՆՅԱՆ

### ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԹՎԱՅԻՆ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Նախագծվել է ջերմաստիճանի թվային կարգավորիչ երկու եղանակով: Իրականացվել է միկրոճրագրային ավտոմատի աշխատանքի ալգորիթմի կոդավորում՝ սխեմաների նկարագրության Վերիլոգ լեզվով, կատարվել է կարգավորիչի ավտոմատացված սինթեզ թվային նախագծման գործիքներով, որի արդյունքում ստացվել է ջերմաստիճանի թվային կարգավորիչի սխեման՝ կառուցված տրամաբանական տարրերի հիման վրա: Իրականացվել է նաև ջերմաստիճանի թվային կարգավորիչի նախագծում միկրոկոնտրոլերի հիման վրա, օգտագործելով ասեմբլեր լեզուն:

**Առանցքային բառեր.** ջերմաստիճանի թվային կարգավորիչ, Մուրի ավտոմատ, կարգավորիչ միկրոկոնտրոլերով:

## В.С. МЕЛКОНЯН

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ

Разработан цифровой контроллер температуры с использованием двух методов. Реализована кодировка алгоритма работы микропрограммного автомата на языке представления схем Верилог. Проведен автоматический синтез цифровыми инструментами проектирования, в результате которого получена схема цифрового контроллера температуры на базе логических элементов. Реализовано проектирование цифрового контроллера температуры на базе микроконтроллера с помощью языка Ассемблер.

**Ключевые слова:** цифровой контроллер температуры, автомат Мура, контроллер на микроконтроллере.