

АВТОМАТИЧНО УПРАВЛЕНИЕ НА ПОМПИ ЗА ВОДООТЛИВ НА БАЗАТА НА ТАЙМЕР 555

Ангел Зъбчев

Минно-геоложки
университет
"Св.Иван Рилски"
София 1700, България

Румен Исталиянов

Минно-геоложки университет
"Св.Иван Рилски"
София 1700, България

РЕЗЮМЕ

В работата е предложена проста и надеждна схема за управление на две помпи от системата на рудничния водоотлив, на базата на таймер 555. Високата надеждност, простота и ниската цена дават възможност схемата да се използва вместо специализираните микрокомпютърни системи.

УВОД

Схемата на водоотлива в един рудник зависи от дълбочината на шахтата, броя на хоризонтите, притока на вода и др. Най-проста е схемата с една водоотливна уредба.

Главните, спомагателни и прехвърлящи водоотливни уредби, които изпомпват вода от водосборниците се разполагат в специални камери, обикновено над нивото на водата. С цел облекчаване на автоматизацията, осигуряване на постоянно заливане на помпите и повишаване на к.п.д. се използват и камери, които са под нивото на водата.

Системата за автоматизация на рудничния водоотлив според (Мелькумов и др. 1973; Волотковский и др. 1983) трябва да осигурява:

- автоматично управление – пускане на помпите с предварително заливане и спиране в зависимост от нивото на водата във водосборника;
- ръчно управление;
- последователна работа на помпите и дистанционно управление;
- включване на допълнителни помпи при повишаване на нивото на водата;
- автоматично включване на резервна помпа;
- автоматично изключване на помпа при загуба на производителност;
- блокировки, изключващи възможността за пускане при незалята помпа;
- хидравлична защита;
- сигнализация за работата на помпите и аварийните изключения.

Апаратурата, която работи в нашите рудници е главно съветско производство:

- АВ – 5, АВ – 7 – апаратура за участъков водоотлив;

- АВН – 1М - апаратура за автоматично управление на три помпи;
- УАВ - унифицирана апаратура за автоматично управление на 16 помпи;
- ВАВ - апаратура за управление на 9 помпи с високоволтови и нисковолтови двигатели.

В елементната база на изброената апаратура преобладават релета, моторни релета и ръчни превключватели – всички с механични контакти. А, най-новите технически решения са реализирани чрез микропроцесорни командо-контролери и безконтактни изпълнителни механизми.

Тук предлагаме една примерна схема за автоматично управление на две помпи за водоотлив на базата на таймер 555. С нея искаме да покажем възможностите за реализиране на сравнително прости схеми за автоматично управление на помпи посредством този таймер.

СИНТЕЗ НА СХЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

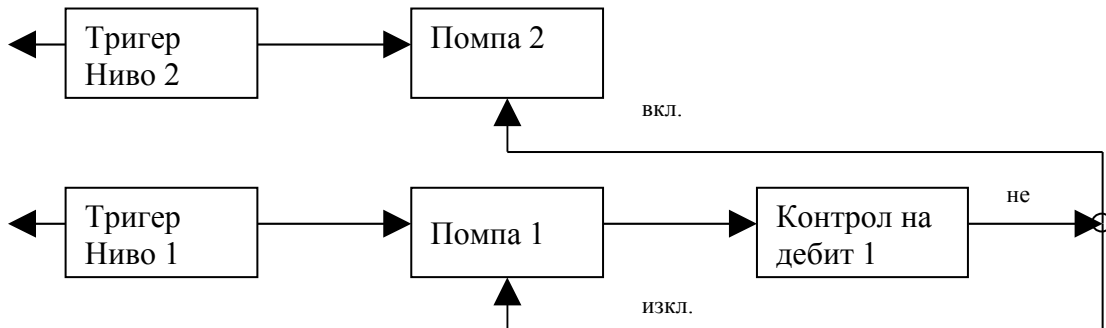
Задачата е да се реализира схема за управление на две помпи, които не се нуждаят от заливане. Такива са потопяемите помпи или помпи монтирани в камери под нивото на водата във водосборника.

Според блок-схемата от фиг.1 помпа 1 е основна и тя се включва при достигане на водата до ниво 1, чрез тригера "ниво 1". Блокът "контрол на дебита" проверява след време Т от пускането дебита на помпа 1 чрез датчик за дебит. Ако дебитът ѝ е нормален, помпа 1 продължава да работи. При възникване на дефект в помпа 1, дебитът и намалява, блокът "контрол на дебита" я изключва и включва помпа 2. В случай на повишен приток на вода във водосборника, работата на една помпа е недостатъчна и

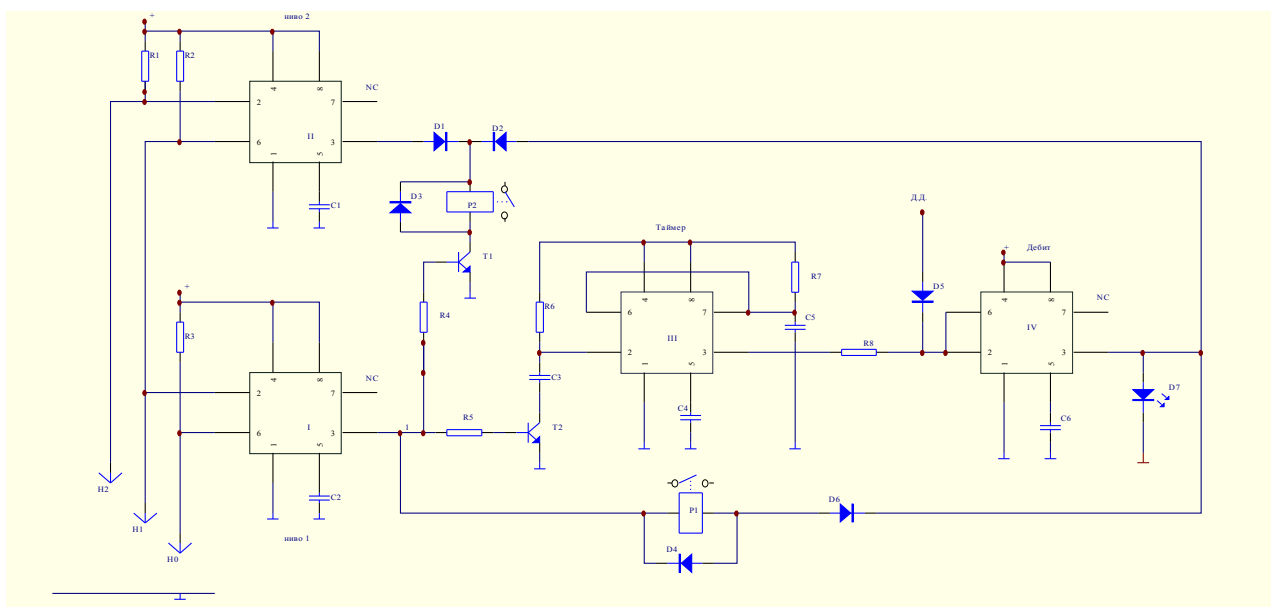
при покачване на водата над ниво 2 се включва помпа 2, която работи едновременно с помпа 1.

На основата на тази блокова схема е синтезирана схемата от фиг. 2. Използвани са 4 таймера LM555. Интегралната схема LM555 се състои от точен входен делител, два

компаратора, RS тригер, изходен усилвател и разряден транзистор. Чрез външна RC група интегралната схема LM555 обикновено работи като таймер на единични импулси или като генератор. ИС може да се използва също и като тригер с две нива на включване и изключване.



Фигура 1



Фигура 2

Във водосборника са спуснати електродни датчици на три нива, които са свързани към съответните входове на тригерите I и II. Когато датчикът е сух неговият потенциал е висок, тъй като е свързан през съпротивление към плюса на захранването. Когато датчикът е потопен, през съпротивлението на водата той се свързва към земя и потенциалът му става нисък.

При достигане на водата във водосборника до ниво H1 се включва тригер I. Изходът му 3 получава висок потенциал, задейства се релето P1, което включва помпа 1. Водата се изпомпва и при достигане на долно ниво H0, датчикът H0 остава сух, тригер I се изключва, изключва се и помпата чрез релето P1.

Ако притокът на вода във водосборника е по-голям от дебита на помпа 1, водата достига до ниво H2 и чрез тригера за ниво II се подава захранване на релето P2.

Транзисторът T1 в този момент е отворен, релето P2 се задейства и пуска помпа 2, която започва да работи едновременно с помпа 1.

Възможни са три режима на работа:

1. Работи само една помпа;
2. Работят едновременно двете помпи при покачване на нивото на водата;
3. Работи само помпа 2 при авария в помпа 1.

Аварийният режим на помпа 1 се установява чрез устройството за контрол на дебита, реализирано чрез таймер (ИСIII) и тригер (ИСIV). Таймерът поддържа релето P1 включено 10 сек, в който интервал датчикът за дебит Д.Д. трябва да подаде сигнал за нормален дебит. Ако дебитът не е нормален на входа на ИСIV се подава нисък потенциал, а изходът и (т. 2) получава висок потенциал. Тъй като релето P1 е включено между т. 1 и т. 2. и те са с

висок потенциал при аварийен режим, релето се изключва. В същото време изходът на ИСIV захранва през диода D2 релето P2. На базата на транзистора T1 има висок потенциал и той включва релето P2, което пуска помпа 2 като резервна. Така релето P2 се включва ако е изпълнено поне едно от следните условия:

- нивото на водата е над H1 и помпа 1 няма нормален дебит;
- нивото на водата е над H2.

В първия случай втората помпа се включва като резервна, а във втория като спомагателна при повишен приток на вода във водосборника.

ИЗЧИСЛЯВАНЕ И НАСТРОЙКА

Тригери за ниво

Трябва да се изберат такива стойности на съпротивленията R_1 , R_2 и R_3 , че когато електродните датчици H_1 , H_2 и H_0 са потопени във водата, техният потенциал да бъде по-нисък от $\frac{1}{3}U_c$. Това е реалното опорно ниво на задействане на входния компаратор (краче 2 на ИС), под което тригерът се включва.

Тъй като съпротивлението на водата между потопения датчик и земя не надхвърля $20\text{ k}\Omega$, съпротивленията R_1 , R_2 и R_3 трябва да са по-големи от $60\text{ k}\Omega$. Ние сме избрали стойност $100\text{ k}\Omega$. Кондензаторите C_1 и C_2 са по 10 nF . Когато нивото на водата се покачи над H_1 се включва тригер I (висок потенциал т. 1), а когато спадне под H_0 тригерът се изключва. Респективно когато нивото на водата е над H_2 се включва тригер II, а когато е под H_1 тригерът се изключва.

Таймер

Таймерът III се пуска едновременно с тригер I през групата R5, R6, C3, T2. Стойностите на елементите са $R5 = 10\text{ k}\Omega$, $R6 = 27\text{ k}\Omega$, $C3 = 100\text{ nF}$. Продължителността на положителния импулс се определя от израза $T = 1,1 \cdot R7 \cdot C5$. При $R7 = 100\text{ k}\Omega$, $C5 = 100\text{ }\mu\text{F}$ продължителността на импулса е 10 сек. - време достатъчно за развъртане на помпа 1 и достигане на нормалният и дебит.

Тригер за дебит

На входа на тригера IV постъпват два сигнала - от таймера и от датчика за дебит Д.Д. При нормална работа на изхода (т. 2) трябва да има нисък потенциал, а на входа

висок. През първите 10 сек. високият потенциал на входа на тригера се подава от таймера, а след това от Д.Д. Ако след 10 сек. датчикът не подаде висок потенциал тригерът се превключва (висок потенциал т. 2), релето P_1 се изключва, релето P_2 се включва и светва светодиода D7, което е индикация за авария в помпа 1. Стойността на съпротивлението R8 е $10\text{ k}\Omega$. То ограничава токът от Д.Д. към изхода на таймера, когато той е изключен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложената схема за автоматично управление е реализирана в лабораторни условия с две интегрални схеми LM556 (два таймера 555 в един корпус). Захранването е $+12\text{V}$. Съпротивлението на водата и сигнала от датчика от дебит се имитират, така че да бъдат проверени всички състояния и функционирането на схемата. Основните предимства на схемата са:

- Ниска цена - Цената на всички елементи заедно с захранването не надвишава 20 лв. ;
- Висока надеждност и ремонтпригодност - Броят на електронните компоненти е малък. Интегралните схеми са монтирани на цокли и при дефект се подменят бързо и лесно;
- Възможност за разширяване - Схемата е построена на блоков принцип и може лесно да бъде разширена за управление на по-голям брой помпи. Също така на тази база може да се синтезират и схеми за управление и контрол на заливането на помпите. Могат да се контролират и други работни параметри чрез датчици за налягане, температура и други;
- Искробезопасност - При използване на искробезопасен захранващ източник и релета с херметизирани контакти схемата е искробезопасна.

Поради тези предимства предложената схема и други базирани на таймер 555 могат да намерят приложение при управление на една или две помпи там където използването на специализирани контролери е твърде скъпо.

ЛИТЕРАТУРА

- Мелькумов Л.Г. и др. 1973. Автоматизация технологических процессов угольных шахт. Москва, Недра.
- Волотковский С. А. и др. 1983. Типовой электропривод промышленных установок. Киев, Висша школа.
- Соклоф Сидни. 1990. Приложения на аналогови интегрални схеми. София, Техника.

AUTOMATIC CONTROL OF PUMPS FOR WATER PUMPING DRAINAGE ON THE BASIS OF TIMER 555

Angel Zabchev

University of Mining and Geology
"St. Ivan Rilski"
Sofia 1700, Bulgaria

Rumen Istalianov

University of Mining and Geology
"St. Ivan Rilski"
Sofia 1700, Bulgaria

ABSTRACT

A simple and reliable control scheme of two pumps for water pumping drainage on the basis of timer 555 has been suggested in the paper. High reliability, simple construction and low price make the scheme applicable instead of specialized computer system.

INTRODUCTION

The scheme of water pumping drainage in a mine depends on the shaft depth, the number of levels, water inflow etc. The simplest scheme is that with one water pumping drainage equipment.

Main, additional and transferring water pumping drainage equipment which pump out water from the water - collectors are localized in special chambers usually above water level. Chamber under water level are also being used in order to make automatization easier, to supply constant flow over pumps and to increase the efficiency.

Automatic mine water pumping drainage system according to (Melkumov, 1973; Volotkovski, 1983) should supply the following:

1. automatic control - starting the pumps with preliminarily overflowing and stopping depending on water level in the water-collector;
2. manual control;
3. serial pump operation and distant control;
4. switching on additional pumps at increase of water level;
5. automatic surtching on reserve pump;
6. automatic switching out of pump at productivity lost;
7. Blockages at switching on at unoverflounpump;
8. hidrolic defence;
9. signalling pumps operation and alarm switching out.

The equipment in our mines is mainly Russian:

1. AB - 5, AB - 7 - equipment for sectional water pumping drainage;
2. ABH - 1M - equipment for automatic control of three pumps;
3. UAB - universal equipment for automatic control of 16 pumps;
4. VAV - equipment for control of 9 pumps with high and low voltage motors.

The element basis of the mentioned equipment comprises relays, motor relays, and manual switches with mechanical contacts. Modern technical solutions are realized by microprocessor command-controllers and noncontact operational mechanisms.

We suggest an example of a scheme for automatic control of two pumps for water pumping drainage on the basis of Timer 555. It can demonstrate the realizing possibilities of comparatively simple schemes for automatic pump control by the same Timer.

CONTROL SCHEME SYNTHESIS

The aim is to realize a control scheme for two pumps which do not need overflowing. Such are the submerged pumps and pumps set in chambers under water level in the water-collector.

As block scheme in Fig.1 shows pump 1 is the basic one and it is switched on at water level 1 by trigger "level 1". The block "debit control" checks up in time T from switching on pump 1 by a debit transducer. If its debit is normal pump 1 continues operating. At some defect in pump 1 its debit decreases, the block "debit control" switches it out and switches on pump 2. In case of increased water flow in the water-collector the operation of one pump is insufficient and at water increase above level 2, pump 2 is being switched on operating together with pump 1.

Scheme in Fig 2 has been synthesized on the basis of this block scheme. Four Timers LM555 have been used. Integral scheme LM555 consists of precise input divider, two comparators, RS trigger, output amplifier and charged transistor. Through outer RC group integral scheme LM555 usually operates as a timer of single impulses or as a generator. IC can be applied also as a trigger with two level switch on and switch off.

Electrode transducers at three levels have been put into the water-collector connected respectively to the inputs of triggers I and II. When the transducer is wet its potential is high as it is connected by a resistance to the supply pole. When the transducer is in water, through water resistance it is connected to earth and its potential is low.

Trigger I is switched on at water level reaching water-collector to level H1. Its output 3 reaches high potential and brings to operation relay P1 the last switching on pump 1. Water is being pumped out and at down level H0 the transducer H0 remains wet, trigger I is switched out and the pump is also switched out by relay P1.

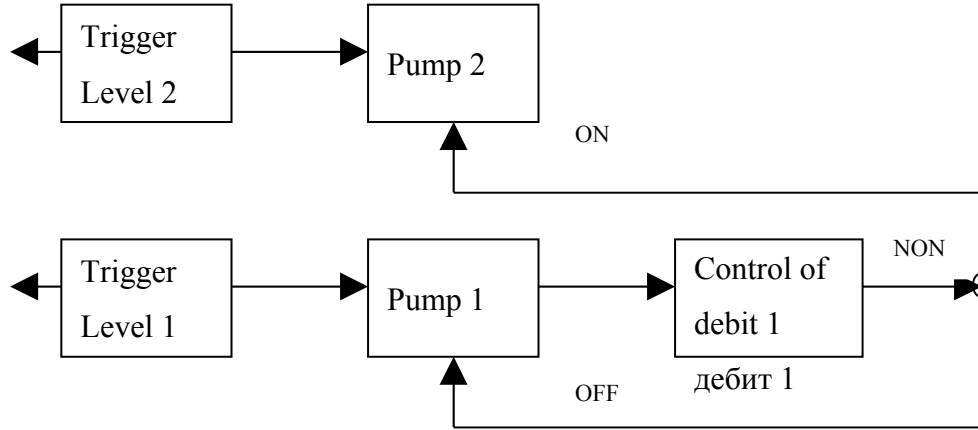


Figure 1.

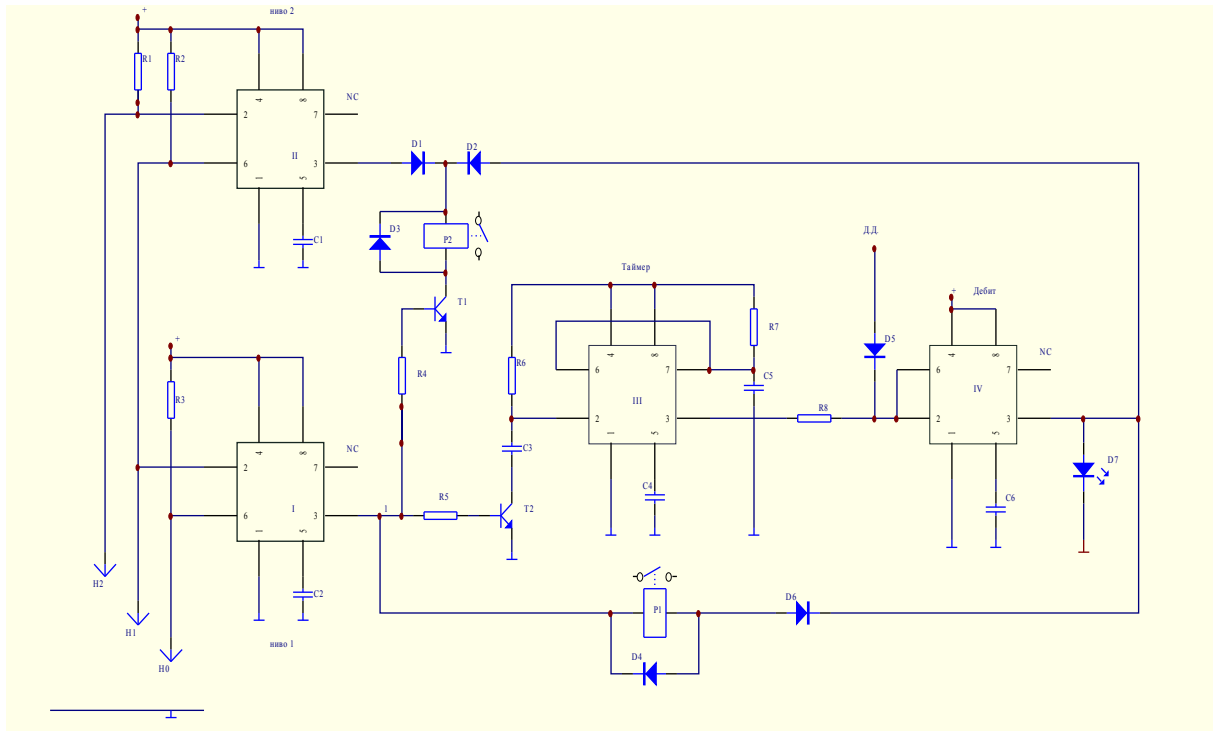


Figure 2.

In case water flow in water-collector is bigger than pump 1 debit, water reaches level H2 and by the trigger for level II voltage supply is provided for relay P2. Transistor T1 is opened at this moment, relay P2 goes into operation and switches on pump 2 starting to work together with pump 1.

Three operational regimes are possible:

- Only one working pump;
- Two pump working together at water level increase;

- Only pump 2 working at pump 1 alarm regime.
- Alarm regime of pump 1 is established by debit control device realized by timer (IC III) and trigger (IC IV). Timer keeps relay P1 switched on 10sek. In this interval the debit transducer D.T. should signalize for normal debit. If the debit is not normal low potential is supplied to the input of IC IV while the output (p.2) gets high potential. As relay P1 is between p.1 and p.2 they also have a high potential at alarm regime and the relay is switched off. At the same

time IC IV output supplies relay P2 through diode D2. There is high potential on transistor T1 base and it switches on relay P2 which gets into operation pump 2 as a reserve one.

In this way relay P2 is switched on in case at least one condition is being full filled:

4. water level is above H1 and pump 1 has no normal debit
5. water level is above H2

In the first case the second pump is switched on as a reserved and in the second case as an additional one at increased water flow in the water-collector.

CALCULATION AND REGULATION

Level triggers

Such volumes for resistances R1, R2 and R3 should be chosen that when electrode transducers H1, H2 and H0 are put into water their potential will be lower than $\frac{1}{3} U_c$. This is the real supporting level for input comparator to start working (leg 2 of IC) under which the trigger is switched on.

The resistances R1, R2 and R3 should be higher than 60k as water resistance between the submerged transducer and earth does not exceed $20k\Omega$. We have chosen the value $100k\Omega$. Each condenser C1 and C2 is 10nF. When water level exceeds H1, trigger I is switched on (high potential p.1) and when it falls under H0 the trigger is switched off. Respectively, when the water level is above H2 trigger II is switched on and when it is under H1 the trigger is switched off.

Timer

Timer III is being put into water together with trigger I through the group R5, R6, C3, T2. The volumes of the elements are: $R5=10k\Omega$, $R6=27k\Omega$, $C3=100nF$. The length of positive impulse is defined by the expression: $T=1,1.R7.C5$. At $R7=100k\Omega$, $C5=100\mu F$ the impulse length is 10sek. It is enough to get into operation pump 1 and to reach its normal debit.

Debit trigger

At trigger IV input two signals reach - from the timer and from the debit transducer D.T. At normal work there should be low potential at the output (p.2) and high potential at the input in the first 10sek. The high input trigger potential is received from the timer and later from D.T. If the transducer does not give a high potential in the first 10sek., the trigger is switched over (high potential p.2) relay P1 is switched off, relay P2 is switched on and light diode D7 lights up. That is an indication for alarm in pump 1. Resistance R8 volume is

$10k\Omega$. It limits the current from D.T. to timer output when it is switched off.

CONCLUSION

The suggested scheme for automatic regulation has been realized under laboratory conditions with two integral schemes LM556 (two timers 555 in one corp.) Voltage supply is +12V/-12V. Water resistance and transducer debit signal are simulated so that all states and scheme function could be checked up.

The main scheme advantages are:

- Low price - The price of all elements with the supply does not exceed 20lv.
- High reliability and maintenance ability- the number of electronic components is small. Integral schemes are assembled on sockets and can be changed rapidly and easily at any defect.
- Possibility of widening - The scheme is constructed on a block principle and can be easily widened for regulation of a greater number of pumps. On these basis control and regulation schemes can be synthesized. Some other operational parameters can be also controlled by pressure, temperature etc. transducers.
- Intrinsically safety - The scheme is intrinsically safe at using intrinsically safe supplying source and relays with hermetized contacts.

Due to these advantages the suggested scheme and other based on timer 555 can find an application for regulation of one or two pumps in cases where the use of specialized controllers is too expensive.

REFERANCES

- Melkumov L.G. 1973. Automation of technological processes in coal mines M. "Nedra".
- Volotkovski S.A. 1983. Standart electric drive of industrial instalations Kiev "Vishta shkola".
- Soklof S. 1990. Aplications of analog IC Sofia, "Tehnika".

