

КОНТРОЛА НА НИВО СО ПОМОШ НА РАДИОАКТИВНО ЗРАЧЕЊЕ

Цветан В. Гавровски, Љупчо С. Арсов

Електротехнички Факултет, Универзитет "Св. Кирил и Методиј"
п. фах 574, МК-91001 Скопје, Република Македонија

Апстракт: Во трудот е опишано едно решение на електронски уред за контрола на ниво, базиран на користењето извор на гама радиоактивно зрачење. Уредот е наменет за енергетски и руднички постројки, во услови каде што не е можна примена на друга метода. Истражувани се можните решенија во поглед на минимизација на интензитетот на радиоактивниот извор, робусноста на модулот за обработка на сигналот и грешките во излезните резултати. Прикажана е една реализација на уредот и резултатите добиени во лабораториски услови.

LEVEL CONTROL USING RADIOACTIVE SOURCE

Cvetan V. Gavrovski, Ljupco S. Arsov

Faculty of Electrical Engineering, The "St. Cyril and Methodius" University,
P.O. box 574, MK-91001 Skopje, Republic of Macedonia

Abstract: In this paper a possible solution of an electronic device for level control based on gamma radiation is described. The system is applicable for power and mining industry, for unfavorable conditions where the use of other methods is not possible. Solutions were made having in mind the minimization of radioactive source intensity, robustness of the electronic part and reduction of output errors during the level detection. Realization of the device is presented, as well as the results of the laboratory testing.

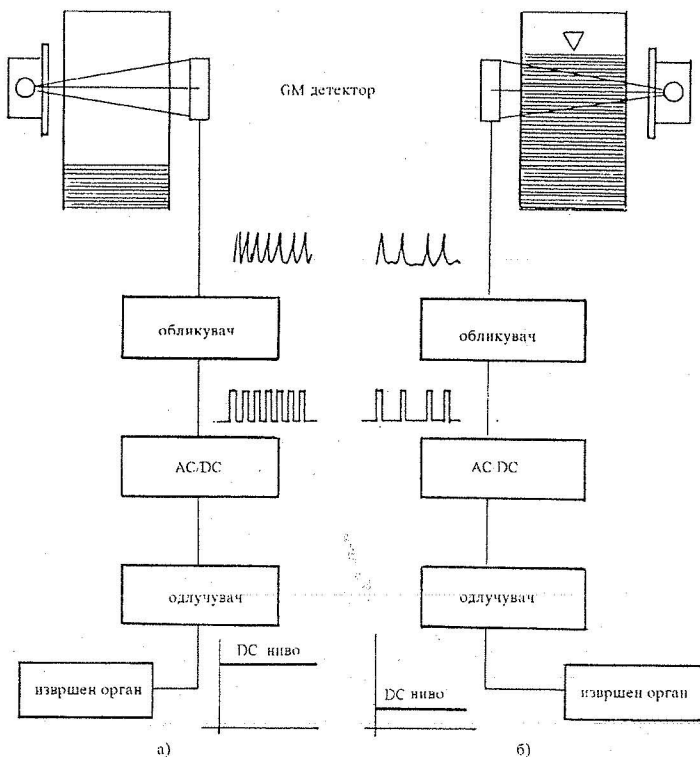
1. ВОВЕД

Во индустриската практика и особено во енергетиката, честопати условите во кои се наоѓа мерниот објект и систем се неповолни, со присуство на високи температури, прав, гасови, механички нарушувања и слично. Во вакви услови примената на методите со употреба на радиоактивни извори има низа предности над класичните постапки. Моќностите за безконтактни мерења на процесните параметри, поставувањето на уредите од надворешната страна на процесната опрема без навлегување во мерната средина, отсуството на подвижни механички делови, како и нечувствителноста на промени на температура, притисок, прозрачност и слично, придонесуваат за се поголема примена на изотопските техники на мерења.

Во овој труд е разгледувана примената на решение со користење на гама радиоактивно зрачење за контрола на нивото на насипни материјали во енергејски и руднички постројки. Иако вакви решенија се познати во литературата [1, 2, 3] и практиката, со оглед на специфичностите и можностите за оптимизација на поедини склопови од мерниот уред, во трудот е предложено едно модифицирано решение. Основна цел при концепирањето на решението беше да се изврши оптимизација на големината на употребениот радиоактивен извор и да се реализира електронскиот модул така да системот работи со зголемена флексибилност и сигурност.

2. ОПИС НА МЕТОДАТА И МЕРНАТА АПАРАТУРА

Принципската блок шема на разгледуваното решение за детектирање ниво на насипен материјал е прикажана на сл. 1 а и б.

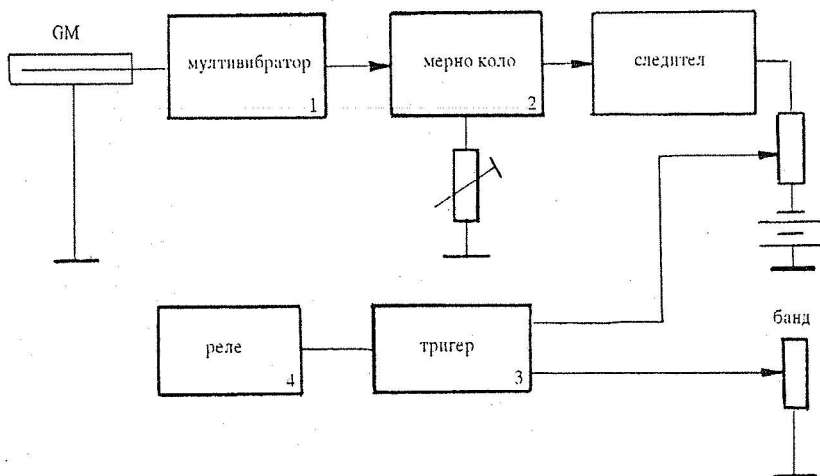


Сл. 1. Принципка шема на уред за детектирање ниво
 а) недостигнато барано ниво б) достигнато барано ниво

Иако на прв поглед принципското решение илустрирано на сл. 1 е едноставно, бројните строги критериуми за индустриските уреди за детектирање ниво, наметнуваат внимателно решавање на секој припаден блок од системот. Типични барања за гама релињата може да се сметаат:

- а) уредот треба да обезбеди сигурна OFF-ON контрола на нивото
- б) осигурување да не дојде до преполнетост, односно испразнетост на контролираниот простор во случај на дефект на напојувањето на уредот
- в) проблемот на недозволено ниво на зрачење во околината, треба да биде решен во согласност со важечките нормативи, со уважување на принципот "колку што е можно помало влијание" (ALARP).

Врз основа на принципската шема на мерната постапка, на сл. 2 дадена е поедноставената блок шема на електронскиот дел од уредот.



Сл. 2. Блок шема на електронскиот дел од уредот

Детекторски елемент во реализираното решение е класичен GM бројач. Импулсите од детекторот се водат во блокот за вообличување (1), а на неговиот излез се добиваат импулси со дефинирани параметри, погодни за обработка на информацијата во мерното коло (2). Следниот степен (3), претставува одлучувач, кој треба зависно од резултатите на мерното коло да одлучи за состојбата на нивото во контролираниот простор. Оваа одлука се проследува до извршниот орган (4).

Јасно дека блокот на мерното коло е суштествен во ваквите видови уреди. Од причина на доверливост (безотказност), во практиката најчесто се користат едноставни решенија со малку компоненти [1]. Воглавно се употребува познатото диодно пумпно коло, кое со право претставува и неизбежна класична тема во стручната литература која поодблиску ја третира оваа проблематика. За разлика од ова проверено решение, во нашата реализација е употребено „мерно“ коло (на електричната шема на сл. 3, порабено со испрекинатата линија) со управуван струен генератор (Т1, Т2, R11', R11, ZD1, POT3). На овој начин напонските импулси се претворени во струјни и како такви се усреднуваат со помош на кондензаторот C6 и отпорникот R12. Временската константа што ја определуваат наведените RC елементи е избрана да биде поголема од траењето на импулсите, а напонот на наполнетост на кондензаторот зависи од брзината на доаѓање на струјните импулси. При помала средна зачестеност на влезните импулси или пак кога тие не постојат, кондензаторот се празни преку отпорникот со погодно определена временска константа. Кога напонот на C6 е помал од напонот на праг на проведување на диодата редно врзана со R12, напонот на кондензаторот расте практично линеарно со бројот на влезните импулси. Кога пак напонот на кондензаторот ќе ја надмине праговата вредност, истиот е практично шантиран со сериската комбинација R12-D, која врши логаритамска компресија на сигналот, ако бројот на импулси е многу голем. На овој начин во случај на мал број импулси на влезот, практички се зголемува времето на усреднување што е во согласност со основните критериуми за усреднување на импулси со случаен временски распоред. Во ова коло се врши компресија на излезниот сигнал за напони поголеми од 0,5 V. Нагодување на промените на овој напон, кој всушност е носител на информацијата од интерес, е овозможено со POT2. Со избор на вредностите на R15 и C4, промената на напонот - носител на информацијата може да се успорува зависно од конкретниот радиоактивен извор и насипен материјал кој се контролира, со што се добива во флексибилност на комплетниот уред. Колото за одлучување, е класичен тригер чија широчина на одлучување поради претходно наведените причини, може да се менува со POT1.

Изборот на параметрите по опишаниот уред е направен така да се добие оптимален коефициент на префрлање [3, 5]:

$$\lambda_{opt} = \frac{U_{off}}{U_{on}} = \frac{n_{off}}{n_{on}} = \frac{2,5 + k}{1 + 2,5k} \quad (1)$$

каде:

U_{on} , U_{off} – напон на вклучување односно исклучување,

n_{on} , n_{off} – средна фреквенција на импулси при вклучување, односно исклучување,

k – коефициент на апсорпција

Временската константа на мерното коло се пресметува од изразот:

$$\tau = \frac{t_{pr}}{\ln \frac{(k-1)(1+\lambda_{opt})}{k\lambda_{opt}-1}} \quad (2)$$

при што времето на премин t_{pr} е избрано да биде 3 s.

Со оглед на статистичката природа на зрачењето, надежноста во поглед на реагирањето на уредот на флукуациите на зрачењето е избрана да биде 98%, при што е можно да се определи минималната фреквенција на импулси [3, 5]:

$$n_1 = 2 \frac{(\sqrt{k} + \lambda_{opt})^2 k}{\tau(k - \lambda_{opt})^2} \quad (3)$$

односно, потребната активност на изворот:

$$A = n_1 \frac{4\pi R^2}{S \eta \eta_g} \quad (4)$$

каде:

R – растојание извор детектор

S – површина на детекторот

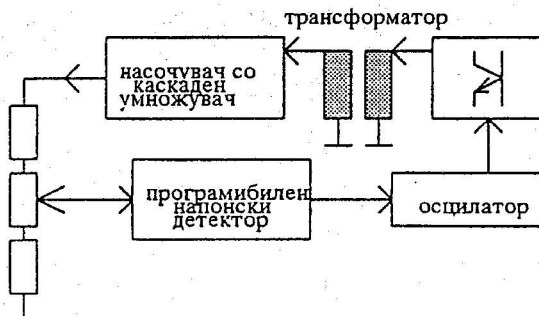
η – ефикасност на детекторот

η_g – број на γ кванти по распад

Електричната шема на уредот е прикажана на сл. 3.

Степенот за автономно напојување, е реализиран според блок шемата дадена на сл. 4, е оригинално решение подетално опишано во [4]. Исто така овде не се дискутирани ниту склоповите со класични решенија обработувани во литературата за оваа проблематика [1, 3].

Уредот е реализиран во лабораторијата за електрични мерења при Електротехничкиот факултет во Скопје, со комерцијални компоненти, при што е постигната ниска цена на реализацијата.

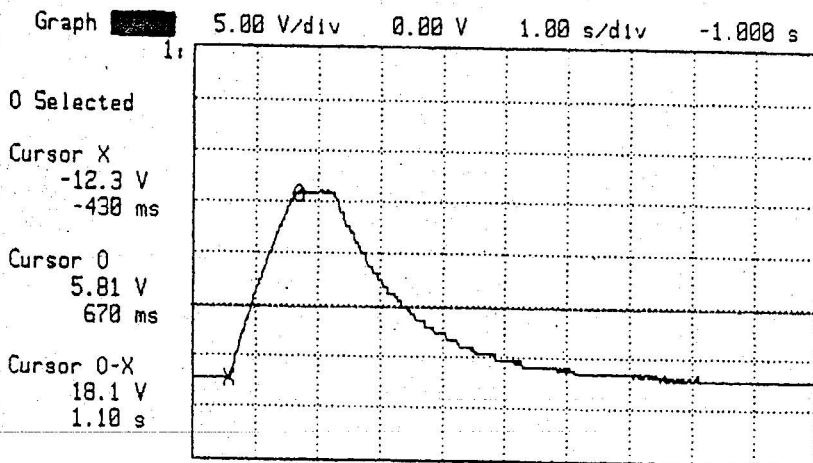


Сл. 4. Блок шема на степенот за автономно напојување

3. РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА КАРАКТЕРИСТИКИТЕ

Уредот за контрола на ниво е испитуван во лабораториски услови, при што се испитувани карактеристиките на поедини склопови, како и флексибилноста и надежноста на целокупниот уред. При тестирањето е користен капсулиран радиоактивен извор ^{60}Co , односно ^{137}Cs (250 mCi-тип 5192), а наместо насипен материјал, апсорберски плочи.

На сл. 5 прикажани се напонските облици на излезот од мерното коло, со јасно издвоени состојби кога има односно кога нема сигнал на влезот.



Сл. 5 Напонски облици на излезот на мерното коло

Испитувањата на комплетниот уред се вршени со промена на растојанието помеѓу изворот и детекторот, односно со промена на бројот на апсорберски плочи меѓу нив. При овие испитувања уредот покажа добра флексибилност и надежност.

4. ЗАКЛУЧОК

Во трудот е прикажано едно употребливо, ефтино решение за уред за детектирање ниво со помош на радиоактивно зрачење, наменет за индустријата и енергетиката. Резултатите од лабораториските испитувања покажуваат дека предложените решенија за мерното коло и единицата за напојување придонесуваат кон вкупната флексибилност и надежност на уредот.

За конечна примена на уредот во индустриски и енергетски постројки потребно е негово испитување во реални експлоатациони услови, кое треба да се изврши во наредниот период.

Напомена: Овој труд е изработен во рамките на проектот „Развој на мерни методи, инструментација и мерно управувачки системи“, финансиран од Министерството за наука на Р. Македонија. При испитувањата на уредот, користена е опрема на Центарот за примена на радиоизотопи во Скопје, за што авторите особено се заблагодаруваат.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] PNA Series Point Level Gauge, Texas Nuclear Division, Texas, 1978.
- [2] А. Ф. Белов, Е. В. Курков, *Проектирование и технологија производства электронных устройств ядерного приборостроения*, Атомиздат, Москва, 1980.
- [3] И. Д. Ванков, В. К. Златаров, *Ядерна електроника*, Софија, 1980.
- [4] Ц. В. Гавровски, М. А. Макрадули, *Контролиран конверторски склоп за GM детекторска единица*, III-ти тематски симпозиум ЕТАИ, книга I, стр. 202-209, Охрид, 1989.
- [5] А. Г. Васильев, К. С. Клемпнер, *Радиоизотопные реле*, Машиностроение, Москва 1971.