ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985

Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z. 47 Nr kol. 832

Adam WALANUS
Andrzej BLUSZCZ

Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej
w Gliwicach

REJESTRACJA POMIARU W LABORATORIUM ^{14}C w GLIWICACH

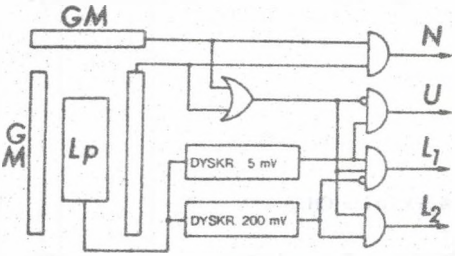
Streszczenie. W artykule opisano automatyczną aparaturę elektroniczną do rejestracji wyników pomiaru aktywności dwutlenku węgla dwoma zestawami licznikowymi. Aparaturę zbudowano w Laboratorium C-14 w Gliwicach z dostępnych na rynku krajowym bloków standardu CAMAC oraz kilku bloków specjalnych wykonanych we własnym zakresie. Aparatura pracuje nieprzerwanie od 1978 roku obsługując zestawy licznikowe L1 i L3. Jest ona kolejną, trzecią już (po lampowej i tranzystorowej) generacją aparatury, zbudowaną na bazie układów scalonych. Praca aparatury sterowana jest małym zestawem komputerowym z procesorem autonomicznym CAMAC typ 131.

1. ZESTAW LICZNIKOWY JAKO ŹRÓDŁO INFORMACJI

Pomiarowy zestaw licznikowy używany w Laboratorium składa się z licznika proporcjonalnego, wypełnionego dwutlenkiem węgla stanowiącym badaną próbkę i z dwóch zespołów liczników Geigera-Müllera, tworzących osłonę antykoincydencyjną. Licznik proporcjonalny jest źródłem impulsów o szerokim widmie amplitud, od kilku miliwoltów do kilku woltów. Stała czasu opadania tych impulsów jest rzędu 100 μs, a średnia częstość wynosi ok 200 min^{-1}. Impulsy z liczników G-M są normalizowane, ich częstość jest rzędu 1000 min^{-1}.

Tor elektroniczny licznika proporcjonalnego przedstawia się następująco: tuż przy liczniku znajduje się wtórnik emiterowy lub źródłowy, dalej wzmacniacz liniowy z filtrami aktywnymi CAMAC typ 1101 o wzmocnieniu ok. 30 i stałej czasu 4 μs. Dyskryminacja impulsów dokonywana jest w analizatorze "1,5-kanałowym" - przerobionym analizatorze CAMAC typ 1201 - na poziomie 120 mV i ok. 7 V. Impulsy z licznika proporcjonalnego o amplitudach wyższych od 5 mV (co odpowiada niższemu poziomowi dyskryminacji) i będące w antykoincydencji z impulsami z osłony G-M są oznaczone przez U; są to impulsy tła detektora i impulsy pochodzące od rozpadów ^{14}C w gazie wypełniającym licznik. Czas rozdzielczy układu antykoincydencji wynosi 2 ms. Impulsy z licznika proporcjonalnego będące w koincydencji z impulsami z osłony G-M oznaczone są przez L_1 lub L_2 zależnie od tego, czy ich am-

plitude mieści się między dwoma progami dyskryminacji, czy jest wyższa od górnego progu. Ze wzrostem wzmocnienia gazowego licznika proporcjonalnego stosunek L_2/L_1 rośnie. Impulsy z obu zespołów liczników osłony G-M, które są w koincydencji, oznacza się przez N, czas rozdzielczy tego układu koincydencji wynosi 100 μs. W torze elektronicznym licznika proporcjonalnego stosowana jest po każdym impulsie blokada. Aby uniknąć efektu czasu martwego, jednocześnie z blokowaniem torów impulsów blokowany jest czas pomiaru. Tak więc każdy z dwóch pracujących zestawów licznikowych generuje w czterech kanałach: U, L_1, L_2, N impulsy z częstościami od 2 min^{-1} do 700 min^{-1}, a ponadto w piątym kanale impulsy blokady czasu pomiaru.



Rys. 1. Uproszczony schemat układu koincydencji i antykoincydencji zestawu pomiarowego składającego się z licznika proporcjonalnego i dwóch liczników Geigera-Müllera

Bloki CAMAC typ 1101 (3 szt.) i CAMAC typ 1201 (2 szt.) wraz z wykonanymi w Laboratorium blokami analizy czasowej (antykoincydencji i koincydencji) umieszczone są w jednej, tzw. analogowej kasecie CAMAC. Wygenerowane impulsy U, L_1, L_2, N i blokady czasu przekazywane są do drugiej "cyfrowej", kasety CAMAC zawierającej bloki tworzące zestaw rejestracji wyników pomiarów.

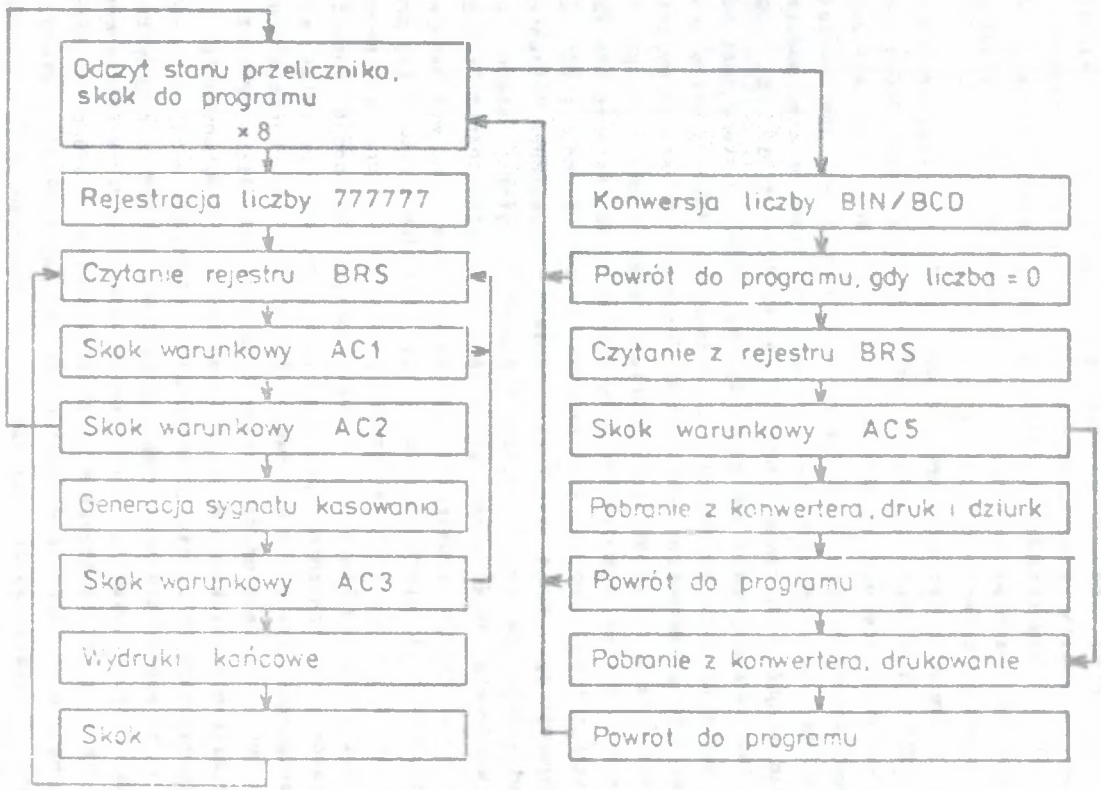
2. POMIARY CZĄSTKOWE

Ze względu na konieczność kontroli stabilności pomiaru nie może się on sprowadzać tylko do zliczenia impulsów przez wymagany czas. W celu umożliwienia weryfikacji hipotezy o poprawności pomiaru potrzebna jest znajomość ilości impulsów zliczanych w krótkich okresach, na które podzielony jest całkowity czas pomiaru. Dwudobowy pomiar podzielony jest na przeszło dwadzieścia stuminutowych pomiarów cząstkowych, których wyniki muszą być zapamiętane. Tak więc co 100 min trzeba zarejestrować liczby zliczeń impulsów z dwóch zestawów licznikowych zliczanych łącznie w 8 kanałach. Czas 100 min to "żywy" czas pomiaru, równy czasowi rzeczywistemu pomniejszonemu o wszystkie przerwania wywołane blokadami pomiaru. Przerwania stanowią około 5% czasu dla jednego zestawu i ponieważ są niezależne dają łącznie dla dwóch zestawów 10% całego czasu. Rejestracja dokonywana jest więc co ok. 110 min czasu rzeczywistego.

3. REJESTRACJA

Rejestracja wyników dokonywana jest przez aparaturę elektroniczną zbudowaną w standardzie CAMAC i umieszczoną w jednej kasecie, tzw. "cyfrowej". Pracą zestawu steruje procesor autonomiczny CAMAC typ 131. Krótki program zawarty jest w pamięci stałej CAMAC typ 222 i w pamięci przełącznikowej CAMAC typ 230-1. Wszystkie bloki CAMAC i kaseta z zasilaczem są produkcji ZZUJ "Polon". Urządzeniami wyjściowymi są dziurkarka taśmy "Cellatron" i drukarka Messwertdrucker-S-3198.010 produkcji NRD.

Impulsy z zestawów licznikowych zliczane są w dwóch poczwórnych przelicznikach CAMAC typ 401 o pojemności $4x2^{16}$ impulsów każdy. (Jeden z przeliczników po przeróbce ma pojemność 2^{17}). Zliczanie impulsów zegarowych blokowanych przerwaniami odbywa się w bloku ręcznego sterowania (BRS), który wykonano w Laboratorium. Blok ten odmierza czas pomiaru cząstkowego, którego długość można wybrać przyciskiem na 0,5, 1, 10, 20, 100 lub 1000 min. BRS posiada wewnętrzny pięciobitowy rejestr, który jest odczytywany co około 50 μs przez procesor 131. Zawartość tego rejestru ma wpływ na realizację programu wykonywanego przez procesor. W stanie wyjściowym procesor wykonuje pętlę odczytując zawartość rejestru BRS. Gdy przelicznik zliczający impulsy zegarowe odmierzy wybrany czas, rejestr BRS zmienia swój stan i odpowiednio do tego procesor przechodzi do części programu zawierającej rejestrację stanu przeliczników. Procedura rejestracji stanu przelicznika zawiera następujące rozkazy: odczytanie stanu przelicznika, konwersję z kodu binarnego na kod BCD (w bloku CAMAC typ 610), zapis w bloku interfejsu drukarki i dziurkarki (blok CAMAC wykonany w Laboratorium), wydruk i wyperforowanie liczby. Ponadto w ramach tej procedury sprawdza się, czy stan przelicznika jest różny od zera, bowiem zerowe zawartości przeliczników nie są rejestrowane. W ten sposób jeżeli jeden z zestawów licznikowych nie pracuje, to rejestrowane są tylko wyniki pomiarów drugiego zestawu. Po wyprowadzeniu na taśmy dziurkarki i drukarki stanu wszystkich ośmiu przeliczników drukowana jest liczba 777777, następnie przeliczniki są kasowane i procesor wraca do wykonywania pętli sprawdzania rejestru BRS. Opisana procedura rejestracji może być zrealizowana w dowolnie wybranym momencie po wciśnięciu odpowiedniego przycisku w BRS. W takim przypadku jednak wyniki nie są rejestrowane na taśmie perforowanej i nie są kasowane przeliczniki. Rejestracja stanu przeliczników w dowolnym momencie umożliwia wstępną kontrolę poprawności pomiaru, a nieperforowanie takiego wyniku pozwala uniknąć dezorganizacji programu analizy wyników pomiarów wykonywanej przez EMC. Na płycie czołowej BRS znajduje się też przycisk pozwalający na skasowanie stanu przeliczników w dowolnym momencie. Jest on zabezpieczony przed skutkami przypadkowego naciśnięcia i w celu wygenerowania sygnału kasowania trzeba go nacisnąć na co najmniej 1.5 s. Ten sam przycisk wciśnięty na dowolnie krótki czas powoduje odblokowanie pomiaru. Pomiar jest blokowany samoczynnie po jego



Rys. 2. Program rejestracji stanu przeliczników wykonywany przez kasetę CAMAC sterowaną procesorem 131

zakończeniu i wyprowadzeniu na taśmę dziurkarki i drukarki bieżącej daty i symboli końca danych. Dodatkowo dziurkarka wyrzuca około 60 cm niezadziurkowanej taśmy. Bieżąca data odczytywana jest z wykonanego w Laboratorium bloku datownika o pojemności jednego roku. Czynności związane z zakończeniem pomiaru wykonuje procesor po naciśnięciu przycisku końca pomiaru w BRS. Zablokowanie pomiaru w dowolnym momencie, niezależnie od zakończenia, umożliwia przycisk blokady w BRS. Istnieje również możliwość wyłączenia dziurkarki lub kasowania przeliczników podczas rejestracji na czas wciśnięcia odpowiednich przełączników w BRS.

4. DANE WYJŚCIOWE

Rejestracja wyników pomiaru cząstkowego polega na wyprowadzeniu dziewięciu (pięciu) liczb, tj. ilości zliczeń impulsów U, L_1, L_2, N dla dwóch (jednego) zestawów licznikowych oraz liczby 777777. Liczba ta jest drukowana na czerwono i wraz z następującym po niej dodatkowym odstępem rozdziela w wyraźny sposób wyniki pomiarów cząstkowych na taśmę drukarki. W kodzie ASC II cyfrze 7 odpowiada maksymalna ilość dziurek, zatem liczba zawierająca sześć siódemek jest łatwa do odszukania na taśmie perforowanej. Ma to duże znaczenie przy poszukiwaniu przekłamań dziurkarki lub innych błędów na taśmie perforowanej.
Taśma dziurkowana mieszcząca wynik całego dwudobowego pomiaru zawiera ok. 23 dziewiątek (lub piątek) liczb, dodatkową liczbę 777777, datę zakończenia pomiaru oraz symbol końca danych TC4.

LITERATURA

Bluszcz A., Walanus A., 1980, Zestaw do amplitudowej i czasowej analizy impulsów z zespołów licznikowych służących do pomiaru naturalnych aktywności izotopu węgla ^{14}C; Materiały Konferencji: Informatyczne systemy pomiarowe o skupionej i rozłożonej inteligencji w systemie CAMAC Warszawa 17-18.03, 53-54.

Ostrowicz A., 1976, CAMAC: Modułowy system aparatury elektronicznej; Postępy Techniki Jądrowej, seria: Aparatura i technika pomiarowa, nr 78 (592).

Pomykała W., Mościcki W., 1974, Aparatura elektroniczna Laboratorium C-14 w Gliwicach; Zesz. Nauk. Pol. Śl., seria Mat.-Fiz., Z. 23, 25-39.

РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ В РАДИОУГЛЕРОДНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ГЛИВИЦЕ

Р е з ю м е

В работе описано автоматическую электронную аппаратуру применяемую при регистрации результатов измерений радиоактивности двуокиси углерода из двух счётных установок. Аппаратуру составили в Радиоуглеродной Лаборатории в Гливице из типичных блоков отечественной продукции стандарда CAMAC. Несколько специальных блоков сделали в лаборатории. Аппаратура работает непрерывно с 1978 года со счётными установками L1 и L3, и является третьей по порядке (после ламповой и транзисторной) системой регистрации, управляемой при помощи автономического процессора CAMAC тип 131.

THE RECORDING OF THE MEASUREMENT IN GLIWICE ^{14}C LABORATORY

S u m m a r y

The paper describes the automatically operated CAMAC system for recording the results of carbon dioxide activity measurements. The system has been designed and built in ^{14}C Laboratory in Gliwice. It has been working without breaks from 1978 with two detektors sets L1 and L3. The system is running under the control of the small computer set with CAMAC autonomous processor type 131.