



INSTYTUT PROBLEMÓW JĄDROWYCH

im. ANDRZEJA SOŁTANA

ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ИМ. А.СОЛТАНА

SOLTAN INSTITUTE FOR NUCLEAR STUDIES

RAPORT SINS-2085/P-III/E/B

12-BITOWY, SPEKTROMETRYCZNY PRZETWORNIK
ANALOGOWO-CYFROWY TYPU SAA
DO WIELOKANAŁOWEGO ANALIZATORA AMPLITUDY
IMPULSÓW SWAN-1 INSTALOWANEGO W KOMPUTERACH
RODZINY IBM PC/XT/AT

S. BORSUK

Z. KULKA

INSTYTUT PROBLEMÓW JĄDROWYCH
im. ANDRZEJA SOŁTANA

RAPORT SINS 2085/P-III/E/B

12-BITOWY, SPEKTROMETRYCZNY PRZETWORNIK
ANALOGOWO-CYFROWY TYPU SAA
DO WIELOKANAŁOWEGO ANALIZATORA AMPLITUDY
IMPULSÓW SWAN-1 INSTALOWANEGO W KOMPUTERACH
RODZINY IBM PC/XT/AT

STANISŁAW BORSUK, ZBIGNIEW KULKA

Zakład Elektroniki Jądrowej Instytutu Problemów
Jądrowych im. Andrzeja Sołtana, 05-400 Otwock-Świerk

OTWOCK-ŚWIERK, GRUDZIEŃ 1989

Stanisław Borsuk, Zbigniew Kulka: 12-bitowy, spektrometryczny przetwornik analogowo-cyfrowy typu SAA do wielokanałowego analizatora amplitudy impulsów SWAN-1 instalowanego w komputerach rodziny IBM PC/XT/AT. W raporcie opisano 12-bitowy, spektrometryczny przetwornik analogowo-cyfrowy /a/c/ typu SAA /kompensacyjny z uśrednianiem szerokości kanałów/ przeznaczony do wielokanałowego analizatora amplitudy impulsów SWAN-1 instalowanego w komputerach rodziny IBM PC/XT/AT. Podano niektóre rozwiązania techniczno-konstrukcyjne, parametry i wyniki pomiarów przetwornika w wersji podstawowej SAA-2. Omówiono również dwie kolejne wersje przetwornika z dalszymi modyfikacjami.

Stanisław Borsuk, Zbigniew Kulka: A 12-bit spectroscopy analog-to-digital converter type SAA /Successive Approximation type with channel width Averaging/ intended for multichannel pulse height analyzer SWAN-1 based on IBM PC/XT/AT. A 12-bit spectroscopy analog-to-digital converter /ADC/ type SAA /Successive Approximation type with channel width Averaging/ intended for multichannel pulse height analyzer SWAN-1 based on IBM PC/XT/AT has been described. Design principles, specifications and measurements of a fundamental SAA-2 converter version are reported. Finally, two next versions of the converter with introduced modifications are discussed.

Станислав Борсуk, Збигнев Кулька: 12-разрядный спектрометрический аналого-цифровой преобразователь типа SAA предназначенный для многоканального амплитудного анализатора импульсов SWAN-1 построенного на базе микро-ЭВМ типа IBM PC/XT/AT. Описан 12-разрядный спектрометрический аналого-цифровой преобразователь (АЦП) типа SAA (метод поразрядного уравнивания с системой коррекции дифференциальной нелинейности), предназначенный для многоканального амплитудного анализатора импульсов SWAN-1, построенного на базе микро-ЭВМ типа IBM PC/XT/AT. Описаны некоторые технические решения, спецификации и результаты измерений АЦП в его основной версии SAA-2. Описаны также две очередные версии АЦП с введенными модификациями.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	1
2. PRZETWORNIK A/C TYPU SAA-2	3
2.1. Kryteria doboru przetwornika kompensacyjnego	3
2.2. Budowa i działanie przetwornika a/c typu SAA-2	4
2.3. Zasadnicze modyfikacje wprowadzone do przetwornika a/c typu SAA-2	6
2.3.1. Układ wydłużający i detektor szczytu impulsu ..	7
2.3.2. Układ korekcji nieliniowości różniczkowej	7
2.3.3. Układ sterujący	8
2.3.4. Konwerter napięcia stałego +5V/±15V	8
2.4. Podstawowe parametry przetwornika SAA-2	9
2.5. Przykładowe rezultaty pomiarów	9
2.5.1. Pomiar nieliniowości różniczkowej	9
2.5.2. Pomiar widma	10
3. WNIOSKI	11
LITERATURA	12
Rysunki	13

1. WSTĘP

Podstawowy system do pomiaru widm energetycznych promieniowania jądowego (α , β , γ) lub promieniowania X zawiera detektor promieniowania (scyntylacyjny lub półprzewodnikowy), liniowe układy wzmacniające i kształtujące impulsy detektorowe (przedwzmacniacz, wzmacniacz) oraz wielokanałowy analizator do analizy amplitudowej impulsów. Analizator jest zasadniczym urządzeniem pomiarowym takiego systemu.

W konfiguracji podstawowej analizator, wyposażony w spektrometryczny przetwornik analogowo-cyfrowy (a/c) pamięć typu histogramowego i monitor ekranowy, umożliwia gromadzenie i wyświetlanie widm. Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne analizatorów są dwojakiego rodzaju: jako wyspecjalizowane, autonomiczne przyrządy, często zawierające w sobie układy mikroprocesorowe do sterowania pomiarem i obróbki danych lub też jako zestawy aparaturowe zbudowane na bazie mikrokomputera ogólnego zastosowania.

W ostatnich latach szeroko rozpowszechniły się na świecie i w kraju minikomputery IBM PC (lub ich odpowiedniki) wyposażone w różnego rodzaju urządzenia peryferyjne o wysokiej jakości, np. takie jak: monochromatyczne i kolorowe monitory ekranowe o doskonałej rozdzielczości, dyski, szybkie drukarki i pisaki x,y. Konstrukcja mikrokomputera IBM PC, w której przewidziano wolne stanowiska magistralowe, daje możliwość rozbudowy podstawowej konfiguracji przez instalowanie odpowiednich kart (interfejsów) urządzeń peryferyjnych.

Oryginalny pomysł rozbudowy konfiguracji podstawowej komputera przez umieszczenie na jednym z wolnych stanowisk wielokanałowego analizatora amplitudy w postaci zespołu kart zrealizowała praktycznie amerykańska firma NUCLEUS [1]. Zespół kart zwany również "wkładką" zawiera m.in. bufor pamięciowy oraz przetwornik a/c typu Wilkinsona o

rozdzielczości 8k/100 MHz. Wkrótce potem pomysł ten wykorzystana również firma EG & G ORTEC konstruując "wkładki" z przetwornikami a/c typu kompensacyjnego o rozdzielczościach 2k i 4k [2].

W ślad za opracowaniami amerykańskimi, w Zakładzie Elektroniki Jądrowej IPJ skonstruowano w 1988 wielokanałowy analizator amplitudy impulsów typu SWAN-1 [3-5]. Analizator ten jest utworzony przez zainstalowanie zespołu dwóch kart ("wkładki") w mikrokomputerze rodziny IBM PC/XT/AT (lub jego odpowiedniku). Jedna z kart zawiera 12-bitowy, spektrometryczny przetwornik a/c typu SAA (kompensacyjny z uśrednianiem szerokości kanałów) o stałym czasie przetwarzania 24 μ s. Na drugiej karcie, zaopatrzonej w złącze krawędziowe do połączenia z magistralą komputera jest umieszczona pamięć bufora (typu histogramowego) o pojemności 8k słów 24-bitowych oraz układy pomocnicze, np. licznik czasu żywego/rzeczywistego, układy współpracujące z magistralą minikomputera, itd. Wbudowany do komputera zespół kart może pracować w trybie akwizycji autonomicznie, pozwalając na wykorzystanie w tym czasie komputera do innych celów.

Pracą analizatora steruje oprogramowanie składające się z kilku współdziałających ze sobą programów napisanych w różnych językach (Turbo Pascal, Turbo C, assembler). Całość stanowi system o nazwie SWAN obejmujący kontrolę zbierania danych, wizualizację i archiwację widm oraz ich opracowanie statystyczno-matematyczne. System SWAN jest stale rozwijany, przy czym jego zasadniczą zaletą jest to, że każda nowo opracowana funkcja nie narusza struktury całości, a tylko ją użytkowo rozszerza.

Mikrokomputer typu IBM PC/XT/AT, w którym jest instalowany analizator SWAN-1, musi być co najmniej wyposażony w: pamięć 640 kB, kartę HERCULES i monitor monochromatyczny oraz jedną stację miękkich dysków. Parametry użytkowe analizatora ulegają znacznemu

rozszerzeniu, jeśli zastosuje się dodatkowo: koprocesor, dwie stacje miękkich dysków, drukarkę graficzną, kartę EGA i monitor kolorowy (zamiast karty HERCULES i monitora monochromatycznego), dysk twardy (oprócz miękkich) i pisak x,y.

W niniejszym raporcie opisano budowę, działanie i parametry 12-bitowego, spektrometrycznego przetwornika a/c typu SAA-2 montowanego na jednej z kart instalowanych w mikrokomputerze IBM PC/XT/AT. Szczegółowo rozpatrzono różnice konstrukcyjne pomiędzy przetwornikiem SAA-2 a wcześniejszymi opracowaniami przetworników SAA-1 i SAA-1(A), opisanymi w [6] a także późniejszymi wersjami przetworników SAA-3 i SAA-4, zawierającymi dalsze modyfikacje układowe. Właściwości przetwornika SAA-2 zostały zilustrowane wynikami badań, także w postaci graficznej.

2. PRZETWORNIK A/C TYPU SAA-2

2.1. Kryteria doboru przetwornika kompensacyjnego

W analizatorze SWAN-1 został zastosowany 12-bitowy, kompensacyjny przetwornik a/c zawierający układ korekcji nieliniowości różniczkowej metodą uśredniania szerokości kanałów. Jest to zmodyfikowana i przystosowana do standardu mechaniczno-elektrycznego mikrokomputera IBM PC wersja kompensacyjnego przetwornika spektrometrycznego typu SAA [6], którą oznaczono w kolejności jako SAA-2. Użycie w analizatorze tego rodzaju przetwornika zamiast klasycznego przetwornika typu Wilkinsona zostało podyktowane następującymi względami:

- mniejszą wrażliwością przetwornika typu kompensacyjnego w porównaniu z przetwornikiem typu Wilkinsona (równoważnym pod względem rozdzielczości i szybkości działania) na zakłócenia elektroniczne wytwarzane przez układy mikrokomputera,

- mniejszą wymaganą powierzchnią karty, niezbędna do praktycznej realizacji przetwornika kompensacyjnego w porównaniu z przetwornikiem Wilkinsona. Mniejsza powierzchnia karty wynika z faktu, że przetwornik kompensacyjny może być zbudowany przy użyciu mniejszej liczby komponentów - głównie układów scalonych,
- dobrymi rezultatami uzyskanymi przy realizacji opracowanych wcześniej przetworników kompensacyjnych typu SAA-1 i SAA-1(A), przeznaczonych do systemu CAMAC [6].

2.2 Budowa i działanie przetwornika a/c typu SAA-2

Przetwornik a/c typu SAA-2 zawiera dwa zasadnicze układy: wydłużacz impulsowy, który wytwarza napięcie quasi-stałe o wartości równej amplitudzie impulsu wejściowego, oraz przetwornik kompensacyjny z układem korekcji jego własnej nieliniowości różniczkowej metodą statystycznego uśredniania szerokości kanałów, który zamienia napięcie quasi-stałe na 12-bitowy kod cyfrowy.

Schemat blokowy przetwornika SAA-2 jest przedstawiony na rys.1. Analogowy sygnał wejściowy o amplitudzie zmniejszanej o połowę (dzielnik $R1.R2$) jest jednocześnie podawany do wejść wzmacniacza separującego (główny tor analogowy) i dyskryminatora progu zerowego (DPZ), który pełni funkcję wskaźnika stanu wejściowego. Na wyjściu DPZ uzyskuje się impuls prostokątny o szerokości równej czasowi trwania impulsu wejściowego (mierzonego u podstawy). Pod wpływem przedniego zbocza impulsu z DPZ układ sterujący (US) otwiera bramkę liniową i wyłącza prąd rozładowujący kondensator pamięciowy C. Rozpoczyna się faza ładowania kondensatora pamięciowego C przez diodę D w układzie wydłużacza impulsowego.

Po wykryciu przez detektor piku wartości szczytowej impulsu wejściowego (do wykrywania szczytu wykorzystuje się te same elementy C i D), kończy się faza ładowania :

rozpoczyna iada pamiętania wart 311 (odczyt wej) na czas potrzebny do jej przetworzenia na wartość cyfrową. Układ sterujący zamyka bramkę liniową (sygnały pojawiające się na wyjściu wzmacniacza separującego są zwierane do masy) oraz z pewnym opóźnieniem inicjuje proces przetwarzania analogowo-cyfrowego, jeśli tylko napięcie na kondensatorze pamięciowym wydłużacza mieści się w granicach wyznaczonych przez ustawione wcześniej progi dyskryminatorów DDP i DGP. W przypadku, gdy amplituda sygnału wejściowego jest mniejsza od dolnego progu przetwarzania lub większa od progu górnego, układ sterujący włącza prąd rozładowania. Sygnał taki jest odrzucany.

W przetworniku SAA-2 konwersję analogowo-cyfrową wykonuje się za pomocą 12-bitowego kompensacyjnego przetwornika a/c napięcia stałego zbudowanego z przetwornika c/a typu K 594 PA1 (odpowiednik AD 562), rejestru aproksymacyjnego typu MHB 1504 oraz komparatora napięcia typu 311. Własna nielinowość różniczkowa takiego przetwornika jest na poziomie $\pm 1/2$ LSB.

W spektroskopii jądrowej jest to nielinowość równa $\pm 1/2$ kanału, czyli $\pm 50\%$. Konieczne więc było zastosowanie specjalnego układu korekcyjnego zmniejszającego nielinowość różniczkową do wartości mniejszej od $\pm 1\%$, czyli typowej dla większości spektrometrycznych przetworników a/c.

Na rys.2 przedstawiono schemat blokowy ilustrujący zasadę korekcji nielinowości różniczkowej przetwornika kompensacyjnego metodą statystycznego uśredniania szerokości kanałów.

Po zakończeniu przetwarzania jest generowany sygnał Data Ready (DR) informujący o gotowości danych. Bufor pamięciowy w odpowiedzi przekazuje do przetwornika sygnał Data Accepted (DA) informujący o przepisaniu danych. Układ sterujący wysyła również sygnał czasu konwersji - Conversion Time (CT). Przetwornik a/c może także przyjmować sygnał Conversion Run/Stop (CR/S) umożliwiający lub zatrzymujący

proces konwersji analogowo-cyfrowej.

Opisany powyżej cykl pracy przetwornika SAA-2 jest realizowany, gdy przełącznik C/A-C jest ustawiony w położeniu A-C (antykoincydencja), a na wejście kontrolne GATE nie jest podawany impuls antykoincydencyjny (nie dopuszczający do przetwarzania a/c), bądź też jest w położeniu C (koincydencja, przy czym musi być wtedy podawany do wejścia kontrolnego impuls koincydencyjny (jego brak wyklucza przetwarzanie).

2.3 Zasadnicze modyfikacje wprowadzone do przetwornika a/c typu SAA-2

Ze względu na konieczność przystosowania przetwornika SAA-2 do wymagań standardu mikrokomputera IBM PC wprowadzone w nim szereg zmian konstrukcyjnych w porównaniu do przetwornikami typu SAA-1 i SAA-1(A) [6]. Zmiany te podyktowane zostały przede wszystkim: określonymi (mniejszymi) wymiarami płyty z obwodami drukowanymi i płyty czołowej, koniecznością użycia tylko jednego (cyfrowego) napięcia zasilającego +5 V, potrzebą ograniczenia wpływu zakłóceń elektrycznych pochodzących z układów komputera oraz możliwością rezygnacji z ręcznego ustawiania takich parametrów jak wzmocnienie konwersji (format cyfrowego słowa wyjściowego danych), cyfrowego przesuwania kanału zerowego i przekroczenia rejestru adresowego - z uwagi na istniejącą możliwość ustawiania programowego. Inne wprowadzone zmiany wyniknęły z chęci zoptymalizowania układów przetwornika zarówno pod względem dokładności jak i stabilności termicznej, a także z chęci wykorzystania istniejącej możliwości obniżenia kosztu przez wprowadzenie elementów tańszych i łatwiej dostępnych.

2.3.1 Układ wydłużający i detektor szczytu impulsu

Uproszczony schemat układu wydłużającego i detektora szczytu impulsu przedstawiono na rys.3.

Istotne modyfikacje w układzie wydłużającym przetwornika SAA-2 w porównaniu z układem wydłużającym przetworników SAA-1 i SAA-1(A) polegają na wprowadzeniu aktywnego obciążenia w kolektorze tranzystora T3 w postaci źródła prądowego T6 z obwodem emiter-baza włączonym do pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego A3. Jednocześnie ograniczono wzmocnienie wzmacniacza różnicowego T3 i T4 przez włączenie do obwodów emiterowych tych tranzystorów diod D3 i D4. Diody te utworzono przez odpowiednie połączenie dwóch pozostałych tranzystorów 5-cio tranzystorowej kostki UL 1111 N. Ponadto, dodane zostały dwa wzmacniacze operacyjne A4 i A5 w celu polepszenia właściwości termicznych źródeł prądowych T5 i T16. Dzielnik rezystorowy zmniejszający o połowę amplitudę impulsu wejściowego (wydłużającego) został przeniesiony z wyjścia na wejście wzmacniacza separującego A1, co pozwoliło na usunięcie elementów przeciwdziałających przesterowaniu dyskryminatora progu zerowego (DPZ). Usprawniono również układ formujący sygnał czasowy informujący o wykryciu szczytu impulsu wejściowego, zmieniając sposób jego sterowania przez włączenie rezystora R8 szeregowo z diodą D5.

2.3.2 Układ korekcji nieliniowości różniczkowej

Zastosowany w przetworniku SAA-2 układ korekcji nieliniowości różniczkowej metoda uśredniania szerokości kanałów jest przedstawiony na rys.2. W odróżnieniu od układów korekcyjnych zastosowanych w przetwornikach SAA-1 i SAA-1(A) w układzie na rys.2 w pętli korekcyjnej zamiast 12-bitowego przetwornika c/a K 594 PA 1 (odp. AD 562) użyto

tańszy, 10-bitowy przetwornik c/a typu K 572 PA 1. (odp. AD 7520). Do generowania sygnału uśredniającego V_{dac} sumowanego z sygnałem wejściowym V_{in} wykorzystuje się tylko 7 starszych bitów przetwornika K 572 PA 1. Dwa wzmacniacze operacyjne A1 i A2 spełniają funkcje konwertera prądowo-napięciowego oraz inwertera napięcia. Aby uniknąć niepożądanych zakłóceń operacji odejmowania cyfrowego, na wyjściu przetwornika a/c umieszczono 12-bitowy rejestr zatrząskowy.

2.3.3 Układ sterujący

W układzie sterującym przetwornika SAA-2 wprowadzono szereg zmian upraszczających jego strukturę układową. Jak wspomniano na wstępie, zrezygnowano z ręcznego ustawiania formatu słowa danych wyjściowych, przesuwania kanału zerowego i ustawiania przekroczenia rejestru adresowego. Wszystkie wymienione parametry mogą być ustawiane w sposób programowy. Współpracę z buforem pamięciowym realizuje się za pomocą czterech sygnałów logicznych: DR, DA, CT i C R/S. Pozostawiono również możliwość sterowania przetwornikiem SAA-2 za pomocą podawanych z zewnątrz na wejście kontrolne GATE sygnałów koincydencyjnych i antykoincydencyjnych (przełącznik C/A-C).

2.3.4 Konwerter napięcia stałego +5V/±15V

Przetwornik SAA-2 wymaga trzech napięć zasilających: ±15 V dla układów analogowych i +5 V dla układów cyfrowych. Ze względu na brak napięć o wartościach ±15 V w zasilaczu komputera IBM PC, na karcie przetwornika umieszczono konwerter napięcia stałego +5V/±15V.

Uproszczony schemat konwertera +5/±15V jest pokazany na rys.4. Konwerter zawiera wolnobieżny generator impulsów prostokątnych o częstotliwości ok. 25 kHz, tranzystory kluczujące T1 i T2, transformator impulsowy TR1, prostownik

mostkowy D1-D4, filtry wygładzające C2, C3) oraz stabilizatory napięć +15V i -15V. Konwerter może być obciążany prądem do 100 mA (każde z napięć), a tętnienia nie przekraczają 20 mV p-p.

Napięcie zasilające +5V jest podawane do przetwornika za pośrednictwem karty bufora.

Wszystkie napięcia zasilające są skutecznie filtrowane, a masy analogowa i cyfrowa rozdzielone i połączone tylko w jednym punkcie.

2.4. Podstawowe parametry przetwornika SAA-2

- metoda przetwarzania: kompensacji wagowej z uśrednianiem
- maksymalna liczba kanałów: 3968 (4096-128 ze względu na przyjęty zakres uśredniania)
- zakres amplitud wejściowych: od 20 mV do +10V
- czas przetwarzania : 24 μ s (stały) + czas narastania impulsu wejściowego
- nieliniowość różniczkowa: < $\pm 1\%$ (w 99% zakresu)
- nieliniowość całkowita: < $\pm 0,1\%$ (w 99% zakresu)
- niestabilność termiczna w zakresie od 0 do +44°C:
poziomu podstawowego < 100 μ V/°C
wzmocnienia konwersji < 50ppm/°C
- napięcie zasilające +5V/1.5A

2.5 Przykładowe rezultaty pomiarów

2.5.1 Pomiar nieliniowości różniczkowej

Pomiar nieliniowości różniczkowej (DNL) przetwornika wykonano w zestawie złożonym z:

- precyzyjnego generatora napięcia piłokształtnego typu LG-1, firmy BNC, stanowiącego źródło odniesienia dla generatora impulsów,
- precyzyjnego generatora impulsów typu PB-4, firmy BNC

- przetwornika SAA-2,
- programów testujących ANAL 8 i D 8.

Parametry źródła sygnału:

- okres napięcia piłokształtnego - 5 s
- częstotliwość generatora impulsów - ok. 20 kHz,
- czas narastania impulsu - 0,1 μ s
- czas opadania impulsu - 0,5 μ s
- szerokość impulsu - ok. 2 μ s
- amplituda impulsów - od 0 do +10V

Rys.5 przedstawia charakterystykę nieliniowości różniczkowej przetwornika zdjętą za pomocą programu graficznego ANAL 8 wraz z wynikami pomiarów DNL obliczonymi przez program D8. Załączone wyniki obejmują obszar amplitudowy od 30 do 3800 kanału przetwornika ze średnią liczbą zliczeń w kanale ok. 92000.

Wydruk przedstawia 8 pomiarów DNL z zaznaczeniem numeru kanału zawierającego max. i min. liczbę zliczeń. Kolejne wartości obliczone są przez program D8 po odrzuceniu pary kanałów z max. i min. zawartością z poprzedniego pomiaru.

2.5.2. Pomiar widma

Przykładowy wynik pomiaru widma energetycznego promieniowania γ izotopu Am 241 wraz z widmem korelacyjnym przedstawia rys.6.

Pomiar i wydruk został wykonany za pomocą programu analizatorowego SWAN-1 w zestawie pomiarowym składającym się z:

- detektora G8
- zasilacza ± 6 V, ± 24 V, typu 1900 (dla toru spektrometrycznego)
- zasilacza wysokiego napięcia typu 1904
- wzmacniacza typu 1113

- przetwornika SAA-2 wraz z buforem, zainstalowanym w komputerze.

3. WNIOSKI

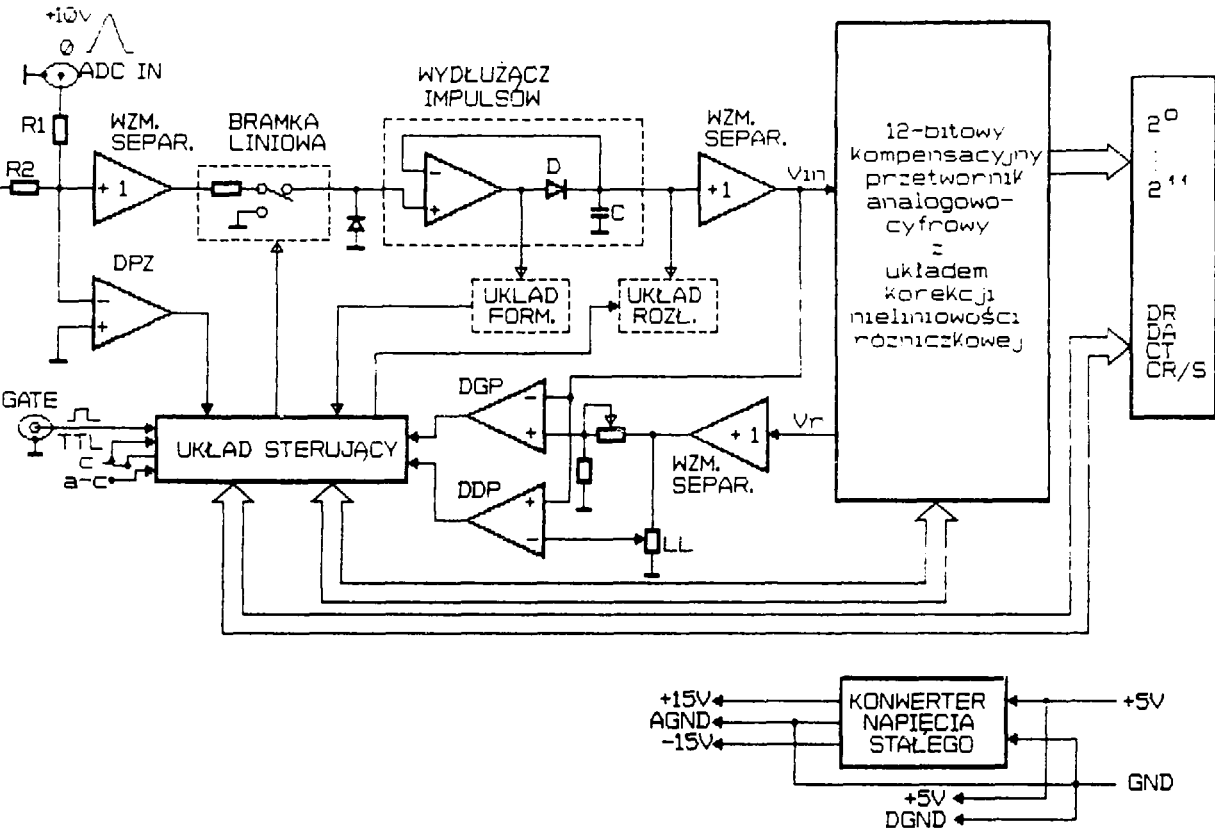
Z przeprowadzonych pomiarów 12-bitowego, kompensacyjnego przetwornika a/c typu SAA-2, w który jest wyposażona wkładka wielokanałowego analizatora amplitudy typu SWAN-1 instalowana w mikrokomputerach rodziny IBM PC XT/AT wynika, że jego parametry są w pełni porównywalne z parametrami 12-bitowego, kompensacyjnego przetwornika a/c montowanego do wkładki typu ACE-4k MCAs analizatora wielokanałowego amerykańskiej firmy EG &G ORTEC. Co więcej, biorąc po uwagę możliwości jakie zapewnia oryginalne oprogramowanie systemu SWAN-1 w zakresie wyświetlania, sterowania i obróbki statystyczno-matematycznej widm należy stwierdzić, że system ten nie ustępuje opracowaniom amerykańskim i jest pierwszym tego rodzaju opracowaniem w krajach socjalistycznych. Dotychczas wykonano w Zakładzie Elektroniki Jądrowej P-III IPJ i przekazano użytkownikom 5 systemów analizatorowych SWAN-1. W przygotowaniu jest kilka dalszych systemów tego rodzaju, które będą przekazywane użytkownikom w roku 1989.

Jednocześnie w Zakładzie P-III IPJ trwają prace nad udoskonaleniem systemu SWAN-1 zarówno pod względem sprzętowym jak i programowym. W zakresie przetworników a/c, opracowano i przekazano kolejną wersję przetwornika a/c typu SAA-3. Wprowadzono do niego nowy układ wydłużający (rys.7), w którym znacznie ograniczono użycie elementów dyskretnych, stosując w ich miejsce monolityczne analogowe układy scalone. W końcowej fazie przygotowawczej jest również wersja przetwornika a/c typu SAA-4, w którym 12-bitowy przetwornik kompensacyjny napięcia stałego, zbudowany z 3 elementów (przetwornik c/a, rejestr aproksymacyjny,

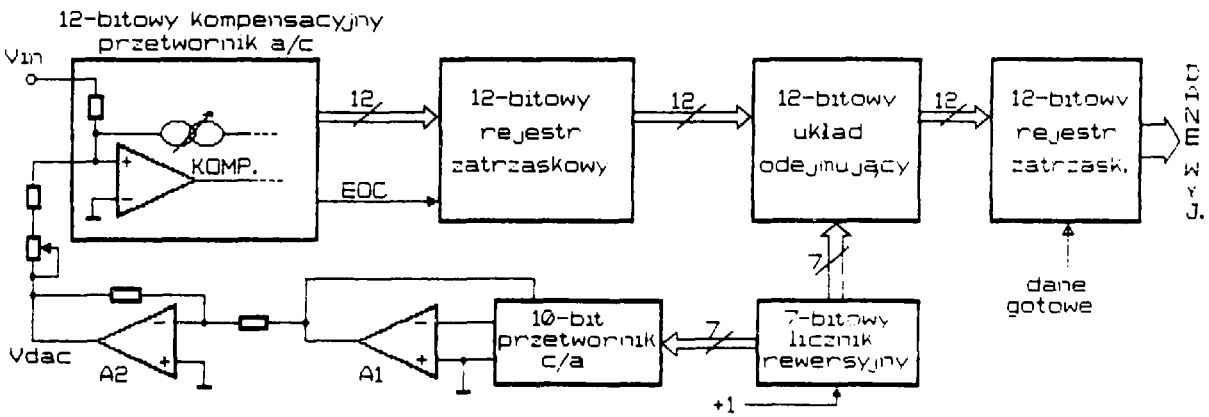
komparator napięcia) zastąpiono 12-bitowym, hybrydowym przetwornikiem kompensacyjnym typu AD 574 AKD firmy Analog Devices. Zakończono również projekty spektrometrycznego przetwornika a/c typu Wilkinsona o rozdzielczości 12-bitów przeznaczonego do systemu wielokanałowego analizy amplitudy impulsów SWAN.

LITERATURA

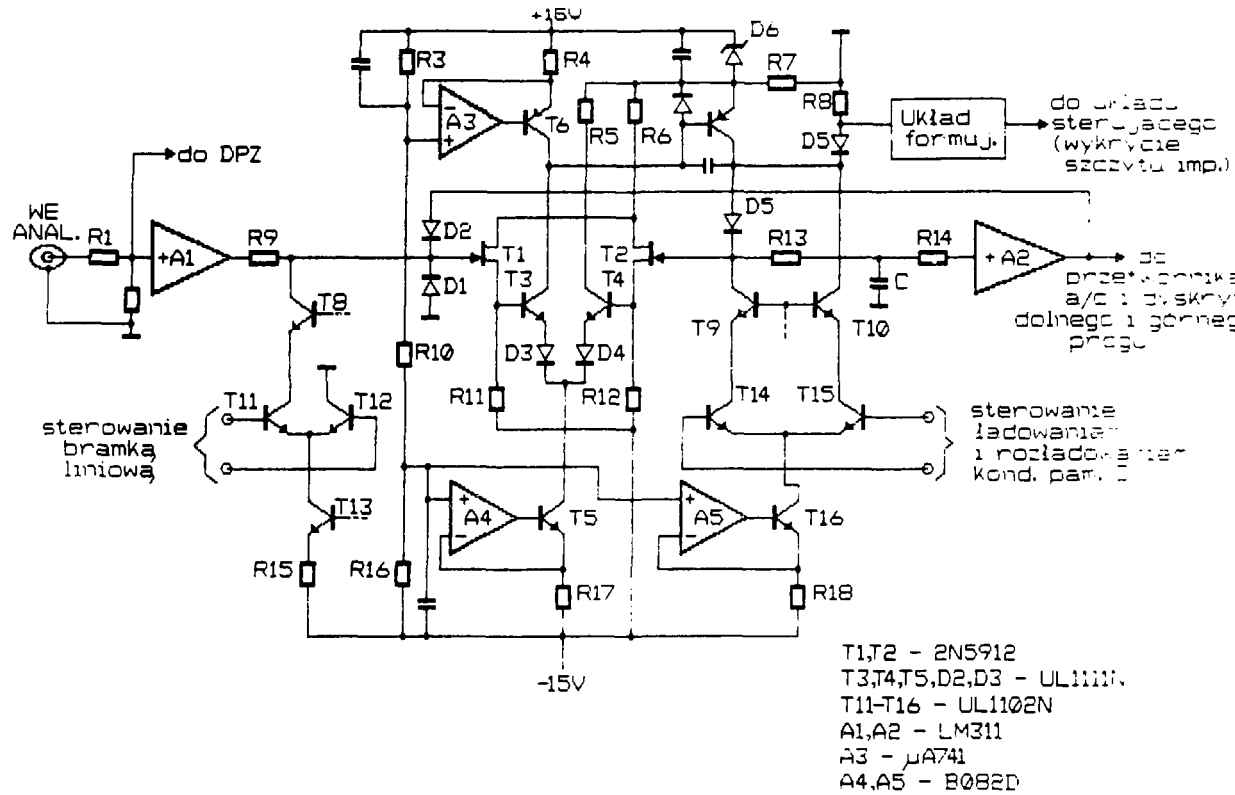
- [1] NUCLEUS, PCA (IBM-PC Personal Computer Analyzer)
- [2] EG & G ORTEC, ACETM (Multichannel Analyzer Plug-In Card and Software for the IBM PC)
- [3] S.Borsuk, A.Chłopik, A.Gecow, Z.Komor, Z.Kulka, M.Moszyński, I.Obstój, K.Traczyk - An IBM/PC- based multichannel analyzer for nuclear spectroscopy, XIII Int.Symp. on Nuclear Electronics, Varna, Sept. 12-18, 1988
- [4] S.Borsuk i inni - Wielokanałowy analizator amplitudy impulsów instalowany w komputerach rodziny IBM PC/XT/AT VI konf. "Fizyka dla przemysłu", Materiały, Gliwice, 14-16 września, 1988
- [5] S.Borsuk i inni - Wielomagistralowe zestawy mikroprocesorowe do automatyzacji eksperymentów. Opis techniczny modelu analizatora wielokanałowego opartego na mikrokomputerze IBM PC/XT/AT - Sprzęt (tom 1) i oprogramowanie (tom 2), Opracowanie wewnętrzne w ramach CPBR 5.8 cel 1.34, Swierk, 1988
- [6] S.Borsuk, Z.Kulka - Nowy, 12-bitowy spektrometryczny przetwornik analogowo-cyfrowy typu SAA do zestawów pomiarowych systemu CAMAC. Raport IPJ, SINS Nr 2084/P-III/E/B (1989).



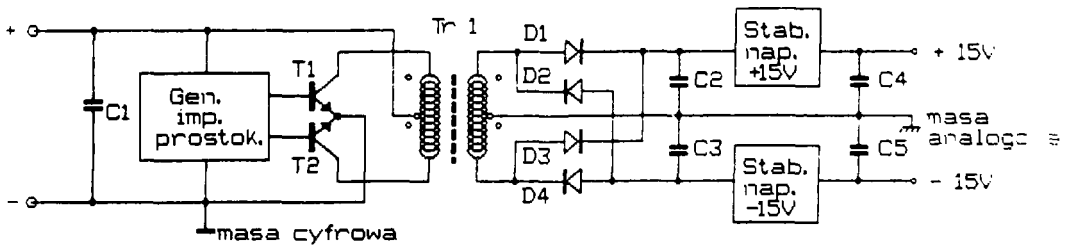
Rys.1 SCHEMAT BLOKOWY 12-BITOWEGO
SPEKTROMETRYCZNEGO PRZETWORNIKA A/C typu SAA-2.



Rys.2 SCHEMAT BLOKOWY ILUSTRUJĄCY ZASADĘ KOREKЦИИ NIELINIOWOŚCI
RÓŻNICZKOWEJ 12-BITOWEGO KOMPENSACYJNEGO PRZETWORNIKA A/C typu SAA-2.



Rys.3 UPROSZCZONY SCHEMAT UKŁADU WYDŁUŻAJĄCEGO I DETEKTORA SZCZYTU IMPULSU PRZETWORNIKA A/C typu SAA-2 .



Rys.4 UPROSZCZONY SCHEMAT KONWERTERA NAPIĘCIA + 5V / \pm 15V .

Salnes: od 1an 70 do 1an 8000

max = 91720 w kanale 1071

min = 91679 w kanale 114

sred = 91691.2147 115 delta = 1691 DNL = ± 1.100110967116079 %

max = 91717 w kanale 2047

min = 91695 w kanale 486

sred = 91709.41015499116 delta = 1582 DNL = ± 1.8057161311141891 %

max = 91767 w kanale 1497

min = 91721 w kanale 610

sred = 92455.88067001716 delta = 1546 DNL = ± 1.9760744921020743 %

max = 92209 w kanale 2073

min = 91776 w kanale 1790

sred = 92431.32351360942 delta = 1433 DNL = ± 1.7751701184606867 %

max = 92165 w kanale 167

min = 91782 w kanale 684

sred = 92406.75391558269 delta = 1404 DNL = ± 1.7596847310980163 %

max = 92173 w kanale 767

min = 91784 w kanale 1486

sred = 92382.17578332448 delta = 1389 DNL = ± 1.7517683948350579 %

max = 92169 w kanale 2346

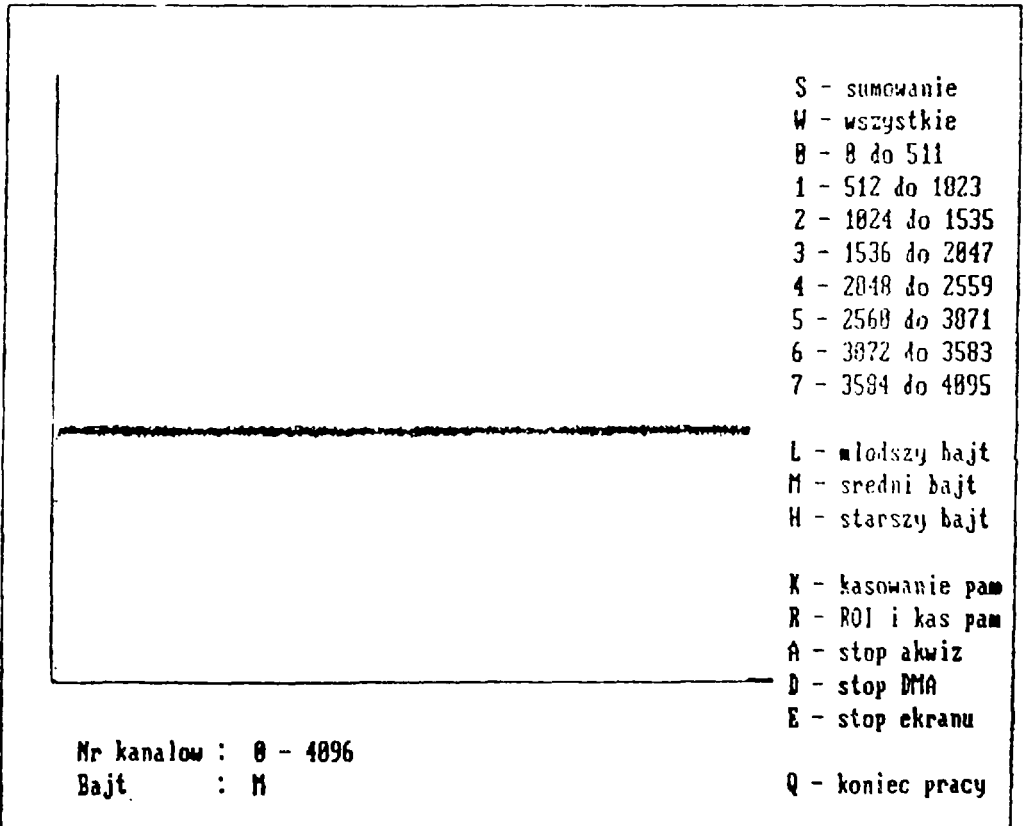
min = 91840 w kanale 2038

sred = 92357.56751660027 delta = 1329 DNL = ± 1.7194860951522401 %

max = 92160 w kanale 272

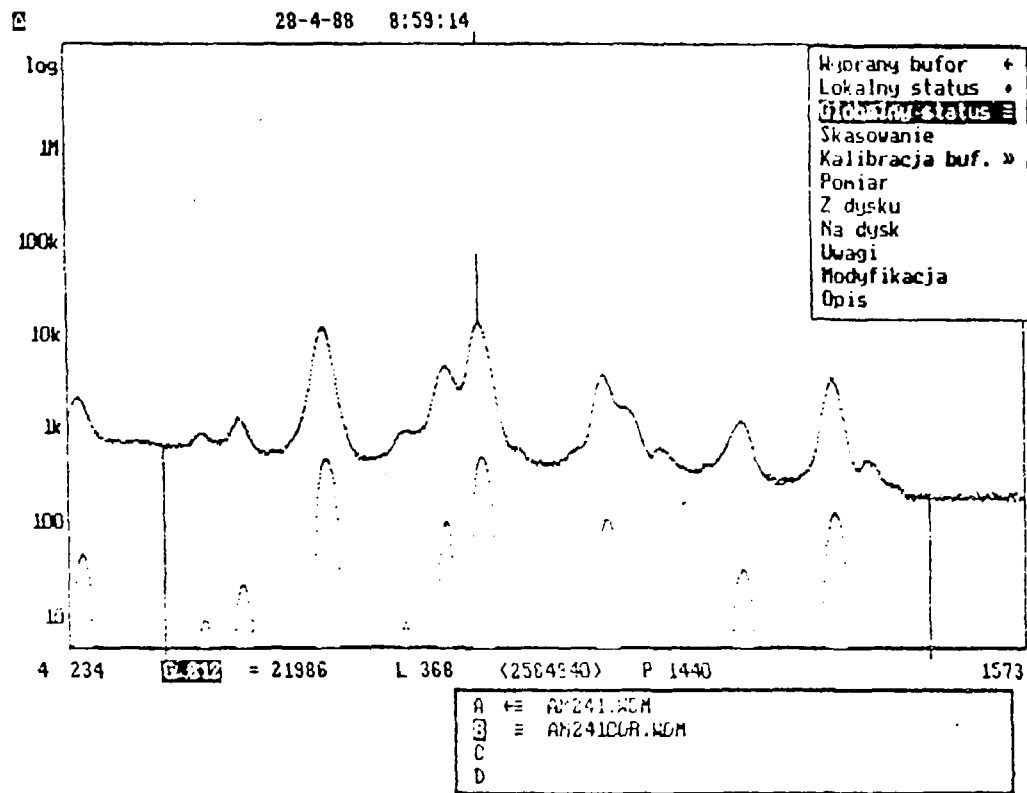
min = 91859 w kanale 3355

sred = 92332.97236921934 delta = 1301 DNL = ± 1.7045153895778052 %



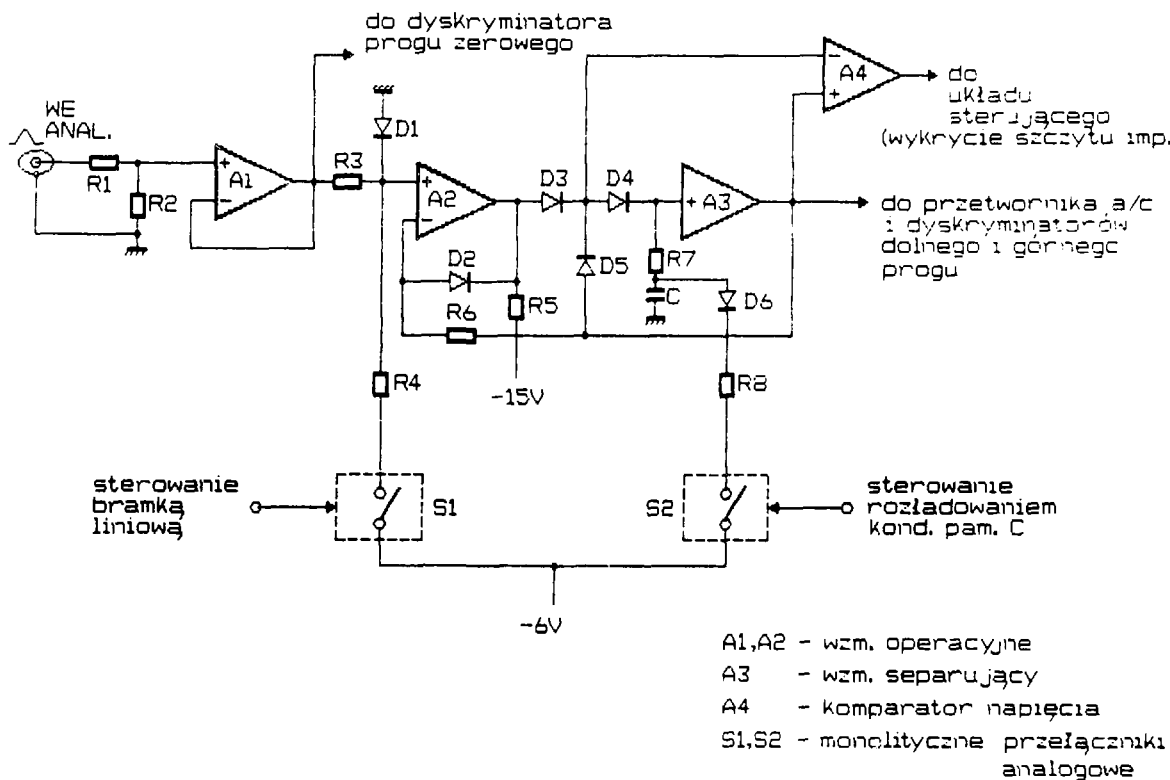
Nr kanalow : 0 - 4096

Bajt : M



B Bufory **P** Poniar **S** StartA **M** Matematyka **D** Menu

Rys. 6. WYNIK POMIARU WIDMA ENERGETYCZNEGO PROMIENIOWANIA GAMMA
 IZOTOPU Am 241.



Rys.7 UPROSZCZONY SCHEMAT UKŁADU WYDŁUŻAJĄCEGO I DETEKTORA SZCZYTU IMPULSU (przetwornik a/c typu SAA-3).

Wydaje Instytut Energii Atomowej - OINTEA
Nakład 35+80 egz. Objętość: ark.wyd.0,8; ark.druk. 2,7;
Data złożenia maszynopisu: 1989.12.19. Oddano do druku
w grudniu 1989. GP.II/441/967/83 z dnia 1983.07.19.
