ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: AUTOMATYKA z. 83 Nr kol. 888

Manfred SEIFART, Bernd HERTWIG
Hendrik HANISCH

Technische Hochschule "Otto von Guericke" Magdeburg

INTELIGENTNA KARTA WEJŚĆ ANALOGOWYCH DO SYSTEMU MIKROKOMPUTEROWEGO K 1520

Streszczenie. Zastosowanie mikrokomputera do wyboru kanału, korekcji błędów i przetwarzania A/C pozwala na zwiększenie dokładności i uniwersalnosci systemów pomiarowych, a także umożliwia rezygnację z kosztownej kalibracji. Jeżeli mikrokomputer w konfiguracji minimalnej umieszczony jest na karcie wejść analogowych, odciążony zostaje system nadrzędny i uzyskuje się oszczędności sprzętowe. W artykule przedstawiono rozwiązanie takiego systemu.

1. Wstęp

Od szeregu lat na całym świecie używane są układy wejść analogowych do systemów mikrokomputerowych, które na jednej karcie zawierają 8-, 16-wejściowy multiplekser analogowy, wzmacniacz pomiarowy i przetwornik A/C wraz z wymaganymi układami dopasowującymi i sterującymi, umożliwiającymi sprzężenie z magistralą systemu komputerowego [1]. Zastosowanie mikroprocesora pozwala na istotne zmniejszenie nakładu sprzętowego i zakresu wymaganych regulacji. W dalszym ciągu artykułu przedstawiony zostanie taki system.

Omawiany system pomiarowy umożliwia automatyczną kalibrację. Do realizacji tego celu karta nie zawiera żadnych dodatkowych elementów oprócz źródła napięcia odniesienia i mikroprocesora (jest to mikroprocesor U 880, odpowiednik Z 80). Mikroprocesor przejmuje równocześnie sterowanie przetwornika A/C.

Kompletny system umożliwia przetwarzanie 6 sygnałów analogowych, jest prosty i bardzo dokładny. Karta może znaleźć zastosowanie w wielu przemysłowych układach pomiarowych i sterujących. Maksymalny zakres napięć wejściowych wynosi ± 1,5 V przy maksymalnej rozdzielczosci 15 bitów. Najmniejsze rozróżniane napięcie wynosi więc 100 μV (1 LSB). Dzięki temu bez zmiany wzmocnienia (przełączania zakresów pomiarowych) i bez dokładnych dzielników rezystancyjnych wytwarzających napięcie odniesienia można mierzyć sygnały o najniższym poziomie pochodzące z termopar, mostków rezystancyjnych, przetworników wilgotnosci i cisnienia.

2. Opis układu

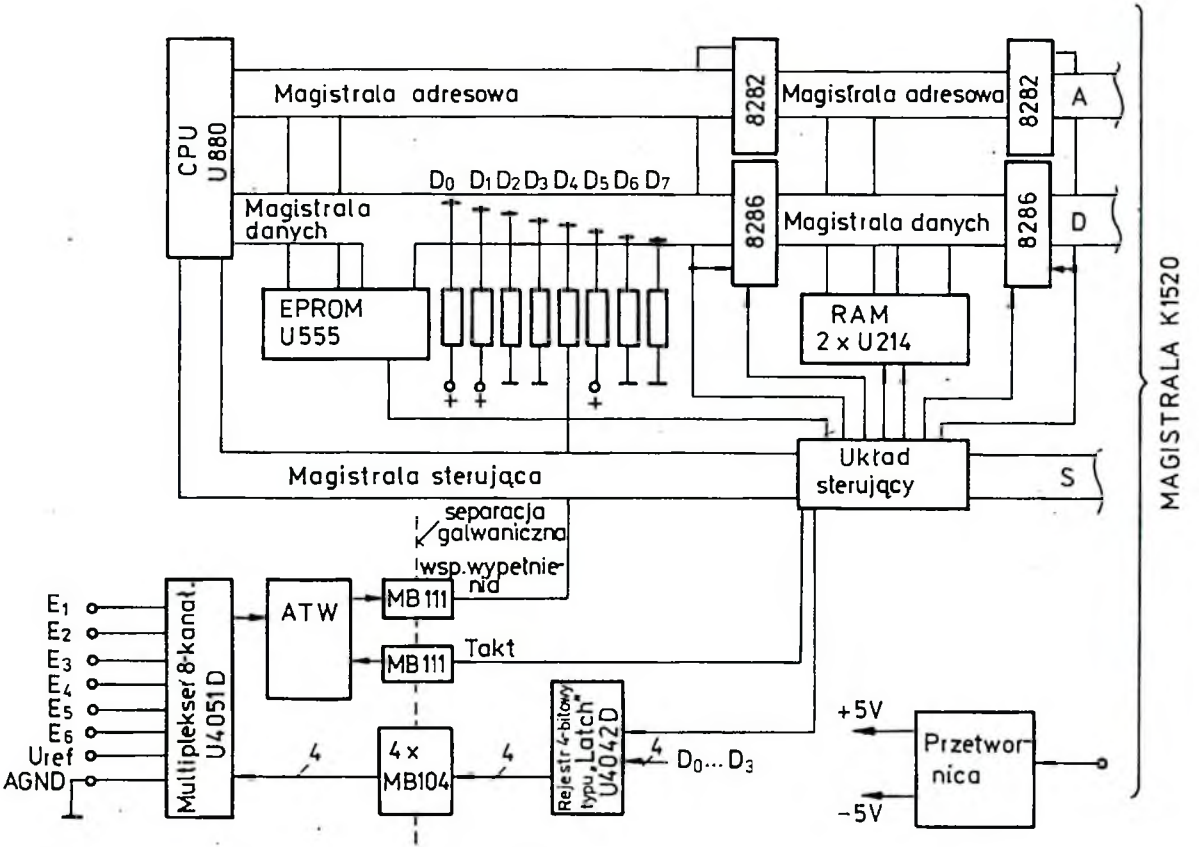
Układ elektroniczny karty (rys. 1) obejmuje przetwornik sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia pracujący zgodnie z zasadą równoważenia ładunku oraz multiplekser wejściowy [4, 5]. Multiplekser sterowany jest przez mikroprocesor U 880 poprzez transoptory. Przetwornik sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia służy do przetwarzania A/C. Jest on sterowany przez mikroprocesor i przekazuje informacje na magistralę danych. Oba sygnały przesyłane są również za pomocą transoptorów, co zapewnia pełną izolację galwaniczną części analogowej. Część analogowa zasilana jest ze stabilizowanej przetwornicy napięcia.

Głównym elementem części cyfrowej jest mikroprocesor U 880. Jego oprogramowanie umieszczono w pamięci EPROM U 555 o pojemności 1 K bajta. Wymiana danych między mikroprocesorem U 880 na karcie i systemem mikrokomputerowym K 1520 (w dalszym ciągu zwanym K 1520), względnie innym systemem mikrokomputerowym na bazie Z 80, odbywa się za pośrednictwem dwubramowej pamięci RAM, składającej się z dwóch układów U 214 (odpowiednik 2114) i buforów magistrali, która może być w pełni wykorzystana przez K 1520 do wykonywania programu i pamiętania danych. Pierwsze 16 bajtów zapisuje znajdujący się na karcie U 880, jeżeli przetwarzane mają być sygnały analogowe. K 1520 ma priorytet w dostępie do pamięci RAM. Dwustronny dostęp do pamięci RAM realizują dwa 8-bitowe dwukierunkowe porty i jeden 10-bitowy multiplekser adresu. W przypadku równoczesnego żądania dostępu do pamięci, cyfrowy układ sterowania karty wytwarza sygnał $\overline{WAIT}$ dla U 880.

Możliwość wymiany pamięci EPROM znajdującej się na karcie umożliwia realizację dalszych funkcji wspomaganych przez K 1520 (np. czasochłonnych obliczeń arytmetycznych) niezależnie od przetwarzania sygnałów analogowych.

Przy przetwarzaniu sygnałów analogowych mikroprocesor U 880 wybiera kanały w sposób zapisany w pamięci EPROM. Przetwornik sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia impulsu wytwarza współczynnik wypełnienia proporcjonalny do napięcia wejściowego danego kanału.

Ponieważ we wszystkich przetwornikach analogowo-cyfrowych występuje błąd zera, wielkość tego błędu mierzona jest okresowo w kanale wejściowym leżącym na potencjale zera, po czym zostaje zapamiętana w wewnętrznych rejestrach. Przez odjęcie tego błędu można przeprowadzić korekcję wartości mierzonych. Przy produkcji karty dokonuje się pomiaru napięcia odniesienia, którego wartość zapisana zostaje w pamięci EPROM. Wartość ta służy do automatycznej korekcji błędów wzmocnienia, które mogą wystąpić np. wskutek zmian długoterminowych parametrów elementów. Korekcja błędu wzmocnienia odbywa się następująco: w określonych odstępach czasu dokonuje się pomiaru napięcia odniesienia, a otrzymaną wartość cyfrową porównuje



Rys. 1. Schemat blokowy inteligentnej karty wejść analogowych

Fig. 1. Block diagram of intelligent analog input card

się z zapamiętaną w pamięci EPROM wartością zadaną. Jeżeli w międzyczasie nastąpiły zmiany wzmocnienia, np. w przetworniku sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia, następuje korekcja, w trakcie której U 880 zmienia częstotliwość taktowania przetwornika A/C pracującego zgodnie z zasadą równoważenia ładunku tak, by błąd zniknął. Metoda ta odznacza się bardzo prostą realizacją układową. Dzięki temu można całkowicie zrezygnować z regulacji, występujących w zwykłych systemach przetwarzania sygnałów analogowych.

3. Zasada działania przetwornika A/C

Przetwarzanie A/C oparte jest na zasadzie równoważenia ładunku. W metodzie tej napięcie wejściowe przetwarzane jest na proporcjonalny do niego współczynnik wypełnienia impulsu, który zamieniany jest na cyfrę przez zliczanie (w liczniku wyniku) w określonym odcinku czasu [2, 3, 4]. Licznik wyniku i generator taktu zrealizowany jest przy użyciu mikroprocesora U|880. Ta technika układowa pozwala na realizację tej funkcji przez sprzętowe sterowanie ciągu rozkazów U 880, przy minimalnym nakładzie elementowym, programowym i czasowym [5].

W omawianej metodzie obszar adresowy U 880 podzielony jest na dwie połowy. W dolnej połowie obszaru adresowego sygnały Chip Select z dekodera adresu aktywują EPROM i RAM. W górnej połowie obszaru adresowego CPU nie działa żadna pamięć. Wyjście przetwornika sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia impulsu sprzężone jest z U 880 przez rezystor za pomocą linii danych magistrali danych. Dalsze rezystory połączone z liniami danych, których drugie końce leżą na potencjale LOW lub HIGH powodują, że w górnej połowie obszaru adresowego U 880 można czytać dwa różne rozkazy, które zależą tylko od stanu wyjściowego przetwornika sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia.

Przetwarzanie A/C rozpoczyna się od rozkazu skoku, który powoduje wyjście z obszaru adresowego EPROM i inicjację przetwarzania ciągu rozkazów z górnej połowy obszaru adresowego CPU. To przetwarzanie rozkazów powtarza się tak długo, aż licznik rozkazów przejdzie przez górną połowę obszaru adresowego i rozpocznie ponownie przetwarzanie rozkazów z EPROM-u.

Czas przetwarzania przetwornika A/C z równoważeniem ładunku określony jest przez liczbę i czas cyklu rozkazów z górnej połowy obszaru adresowego. Dzięki zmianie odległości skoku z EPROM-u do górnej połowy obszaru adresowego można więc obliczyć zmianę czasu przetwarzania. Możliwość tę wykorzystuje się przy wypracowywaniu wyniku końcowego. Podłączenie rezystorów do magistrali danych powoduje powstanie rozkazów INC BC i INC DE. Rozkazy te różnią się tylko bitem danych, do którego dołączony jest rezystor przetwornika sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia.

Jeżeli para rejestrów DE (licznik wyniku) zostanie przed przetwarzaniem wyzerowana, po przetworzeniu wielkość cyfrowa dostępna jest w DE i po dokonaniu korekcji zera może zostać przeniesiona do pamięci RAM.K 1520 może stale pobierać z pamięci RAM aktualną wartość mierzoną.

4. Zakres napięć wejściowych i czas przetwarzania

Zakres napięć wejściowych może obejmować napięcia jednego lub obu znaków. Jeżeli przetwarzane jest napięcie jednego znaku o zakresie 0...-3 V, muszą zostać uwzględnione dodatnie wartości błędu zera. Cyfrowa korekcja błędu zera możliwa jest jednak tylko przy ujemnych wartościach błędu (dodatnie napięcia wejściowe względnego napięcia błędu nie mogą być przetwarzane). Dlatego wprowadzając dodatkowy prąd na wejście integratora znajdującego się w przetworniku sygnału analogowego na współczynnik wypełnienia należy zapewnić, by wypadkowy błąd zera był ujemny.

Jeżeli zakres napięć wejściowych obejmuje oba znaki (-1,5...+1,5 V), maksymalna rozdzielczość w zakresie 0...+1,5 V wynosi 14 bitów. Zakres napięć wejściowych obejmujący oba znaki realizowany jest przez przesunięcie zera zakresu wejściowego o 1,5 V, dzięki dodatkowemu prądowi wpływającemu do wejścia integratora tak, by przetwornik A/C przy napięciu wejściowym +1,5 V znajdował się na dolnym końcu zakresu pomiarowego. Znak wyliczany jest w powiązaniu z korekcją zera.

Czas przetwarzania przy rozdzielczości 15 bitów wynosi 80 ms, a przy rozdzielczości 10 bitów zmniejsza się do 2,5 ms. Scalone przetworniki o dużej rozdzielczości wymagają względnie dużych czasów przetwarzania. Cechuje je jednak duża odporność na zakłócenia i prosta budowa. Poza tym do tłumienia zakłóceń nie są potrzebne ani układy próbkująco-pamiętające, ani filtry.

Opisana tu i zrealizowana karta wejść analogowych mimo swej prostoty łączy w sobie funkcję zbierania analogowych danych pomiarowych z funkcją przygotowywania danych do nadrzędnego systemu komputerowego.

LITERATURA

[1] Seifart M.: Analogwerterfassung und - ausgabe mit Mikrorechnern. Nachrichtentechnik Elektronik 30 (1980), z.11 ss. 452-457.

[2] Seifart M., Bogk D.: Spannungs - und Stromfrequenzwandler nach dem Integrationsverfahren. rfe 26 (1977), z. 15, ss. 507-510 i z. 16, ss. 535-537.

[3] Leopold H.: Frequenz, Zeit und Tastverhaltnis als Signalparameter. Elektronik 27 (1978), z. 6, ss. 69-72.

[4] Brendle M., Herkommer Th.: Spannugs-/Frequenz-Umsetzer mit hoher Genauigkeit . Elektronik 29 (1980), z. 24, ss. 85-88.

[5] Opis patentowy "Całkujący przetwornik A/C z kompensacją ładunku". WP H 03K/257871.

Recenzent: Prof. dr inż. Stanisław MALZACHER

Wpłynęło do Redakcji 28.01.1986 r.

ПЛАТА АНАЛОГОВО ВВОДА С РАЗВИТОЙ ЛОГИКОЙ ДЛЯ МИКРОКОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ К 1520

Р е з ю м е

Использование микрокомпьютера для опроса каналов, исправления ошибок и аналого-цифрового преобразованич даёт возможность улучшения точности и гибкости аналоговых устроиств эвода и снижения стоимости калибровки. Размещение одноплатного микрокомпьютера на плате аналогово ввода разгружает главиую вычислительиую систему и понижает затрату на аппаратуру. В статье описана система этого вида.

INTELLIGENT ANALOG INPUT CARD FOR K 1520 MICROCOMPUTER SYSTEM

S u m m a r y

The use of μP for scanning, error correction and AC conversion allows to achieve the accuracy and flexibility characteristic improvement for the analog input systems as well as reduction of its calibration costs. The analog input card with single-board microcomputer allows to reduce the host computer duties as well as to decrease the hardware. The solution of such system is presented in this paper.