



INSTRUKCJA OBSŁUGI
MODUŁU KONTROLNO-POMIAROWEGO

LC - 020 - 3212

Wersja: styczeń 2002

Oddajemy Państwu do eksploatacji specjalistyczny moduł pomiarowy LC-020-3212 wraz z niniejszą dokumentacją. Jest ona podzielona na działy tematyczne - pierwszy zawiera informacje techniczne i eksploatacyjne, następne związane są z przygotowaniem oprogramowania użytkowego.

Dokumentacja jest tak sformułowana, że wszyscy użytkownicy powinni zapoznać się z jej pierwszą częścią obejmującą informacje podstawowe i dane eksploatacyjne modułu oraz z informacjami dodatkowymi umieszczonymi na jej końcu. Pozostałe rozdziały przeznaczone są dla osób pragnących lepiej poznać budowę, działanie oraz możliwości karty lub planujących samodzielnie napisać oprogramowanie podstawowe.

Oprócz dokumentacji modułu znajduje się dokumentacja oprogramowania, która zawiera opis sterownika programowego (driver) wraz z kilkoma programami przykładowymi z nim współpracującymi. Ta część dokumentacji przeznaczona jest dla użytkowników pragnących samodzielnie stworzyć programy pomiarowe.

SPIS TREŚCI**DOKUMENTACJA PODSTAWOWA:**

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | OPIS TECHNICZNY | 4 |
| 1.1 | Wstęp..... | 4 |
| 1.2 | Parametry techniczne dopuszczalne | 4 |
| 1.3 | Parametry techniczne charakterystyczne | 5 |
| 1.4 | Schemat blokowy | 7 |
| 2. | INSTALACJA MODUŁU W KOMPUTERZE..... | 8 |
| 2.1 | Kolejność czynności związanych z instalacją modułu | 8 |
| 2.2 | Trudności mogące wystąpić przy instalacji modułu..... | 8 |
| 2.3 | Uwagi dotyczące instalacji | 8 |
| 3. | POMIARY..... | 10 |
| 3.1 | Komputerowy system pomiarowy..... | 10 |
| 3.2 | Metodologia wykonywania pomiarów | 12 |
| 3.3 | Przykłady wykonania okablowania | 13 |
| 3.4 | Uwagi dotyczące wykonania połączeń pomiarowych | 14 |
| 3.5 | Uwagi dotyczące eksploatacji modułów pomiarowych | 15 |
| 3.6 | Opis gniazd modułu | 16 |
| 3.7 | Znaczenie linii na gnieździe użytkownika | 16 |
| 4. | OPROGRAMOWANIE | 17 |
| 4.1 | Program "driver" | 17 |
| 4.2 | Program testujący LCTEST.EXE..... | 17 |
| 4.3 | Języki programowania wyższego poziomu | 17 |
| 5. | SŁOWNIK POJĘĆ..... | 18 |

DOKUMENTACJA SZCZEGÓŁOWA:

| | | |
|------------------------------|---|----|
| 6. | PAMIĘĆ PROGRAMU SEKWENCJI POMIAROWEJ..... | 19 |
| 6.1 | Opis ogólny | 19 |
| 6.2 | Interpretacja informacji w pamięci..... | 19 |
| 6.3 | Mapa pamięci programu sekwencji pomiarowej..... | 20 |
| 6.4 | Przykłady programowania sekwencji pomiarowej..... | 20 |
| 7. | OPIS KONFIGURACJI WEWNĘTRZNEJ PAKIETU..... | 23 |
| 7.1 | Rejestry wewnętrzne modułu | 23 |
| 7.2 | Widok modułu..... | 24 |
| 7.3 | Zworki i mikroprzełączniki | 24 |
| 7.4 | Funkcje kanałów w układzie CTC | 27 |
| 7.5 | Źródła przerwania | 27 |
| 8. | CYKL PRACY MODUŁU | 28 |
| 8.1 | Opis sygnałów | 28 |
| 8.2 | Przebiegi czasowe | 28 |
| 9. | ALGORYTM PROGRAMOWANIA MODUŁU | 29 |
| 10. | INSTRUKCJA STROJENIA UKŁADÓW ANALOGOWYCH..... | 31 |
| 10.1 | Numeracja potencjometrów | 31 |
| 10.2 | Znaczenie potencjometrów..... | 31 |
| 10.3 | Instrukcja strojenia | 31 |
| INFORMACJE DODATKOWE: | | |
| 11. | NAPRAWY I KONSERWACJA..... | 32 |
| 12. | MAGAZYNOWANIE I TRANSPORT | 32 |

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. Wstęp

Moduł LC-020-3212 jest specjalizowanym urządzeniem pomiarowym przystosowanym do pracy w komputerach PC na 16-bitowej magistrali ISA. Moduł umożliwia wykonywanie pomiarów wielkości elektrycznych lub reprezentowanych przez nie wielkości fizycznych za pomocą toru przetwornika analogowo-cyfrowego. Automat sterujący modułu LC-020-3212 umożliwia pełne wykorzystanie możliwości toru pomiarowego oraz komputera, w którym moduł jest zainstalowany. Dostarczone oprogramowanie umożliwia testowanie i strojenie modułu oraz komunikację z programami użytkowymi napisanymi w dowolnie wybranym języku wyższego poziomu lub w języku assemblera.

Tor pomiarowy modułu LC-020-3212 ma specyficzną konfigurację. Składa się z szybkiego przetwornika analogowo-cyfrowego, multiplekserów analogowych oraz tylu wzmacniaczy próbkująco-pamiętających ile jest zainstalowanych kanałów analogowych. Maksymalna konfiguracja - 32 kanały wejściowe - stawiają moduł na pierwszym miejscu wśród tego typu urządzeń do realizacji odpowiedzialnych pomiarów. Oddzielny układ próbkująco-pamiętający jako element wejściowy każdego kanału gwarantuje **równoczesność** pomiarów na wszystkich wejściach analogowych.

Automat sterujący zbudowany ze struktur programalnych umożliwia wykonywanie pomiarów w dowolnie zaprogramowanej liczbie i konfiguracji kanałów oraz z zaprogramowaną częstotliwością. Możliwe jest realizowanie pomiarów w poszczególnych kanałach z różną częstotliwością. Taka dowolność możliwa jest dzięki lokalnej pamięci zawierającej programy kolejnych sekwencji próbkowania. Wyzwalanie pomiarów możliwe jest przez zdarzenia zewnętrzne dzięki odpowiednim wejściom TTL. Tor przetwornika analogowo-cyfrowego przesyła dane poprzez kanał DMA. Pojedynczy cykl pomiarowy pozwala na zmierzenie liczby próbek zależnej od wielkości wolnej pamięci operacyjnej wykorzystywanego komputera.

Moduł LC-020-3212 cechuje naprawdę dwunastobitowa dokładność oraz duża szybkość działania odpowiednia do klasy zastosowań. Jest on przydatnym narzędziem do pracy w laboratoriach i placówkach naukowych zajmujących się pomiarami i sterowaniem. Klasy zastosowań tego typu sprzętu to pomiary wielkości mechanicznych, niektórych elektrycznych, elektrochemicznych, energetycznych oraz cała gama pomiarów fizjologicznych.

Moduł LC-020-3212 może współpracować również ze wzmacniaczami pomiarowymi serii Ambex AMP, produkowanymi przez Egmont Instruments.

1.2. Dopuszczalne parametry techniczne

| | |
|--|------------------------|
| - maksymalne napięcie na wejściach analogowych | +/-35V |
| - dopuszczalny zakres napięć na wejściach TTL | 0-7V |
| - zakres temperatur pracy otoczenia | 278...313K |
| - magistrala komputerowa | 16-bitowa ISA |
| - typ procesora | 286, 386, 486, Pentium |

1.3. Charakterystyczne parametry techniczne

Wejścia analogowe:

| | | | |
|--|------------|------------|-------------------------|
| - przetwornik analogowo-cyfrowy: | wersja I | Tconv=3 μs | Analog Devices AD578LN |
| | wersja II | Tconv=6 μs | Analog Devices AD578JN |
| | wersja III | Tconv=8 μs | Analog Devices AD774BKN |
| - układy próbkująco-pamiętające | | | Analog Devices AD585AQ |
| - liczba układów próbkująco-pamiętających | | | 32 lub 16 |
| - multipleksery analogowe | | | Burr-Brown MPC506AP |
| - liczba multiplekserów | | | 2 lub 1 |
| - typ wejść | | | niesymetryczne |
| - liczba wejść | | | 32 lub 16 |
| - oporność wejściowa | | | 10 MΩ |
| - rozdzielczość | | | 12 bitów |
| - nieliniowość całkowita przetwornika | | | 0.012 % (FS) |
| - poziom zakłóceń cyfrowych | | | 0.012 % (FS) |
| - gwarantowana monotoniczność | | | |
| - gwarantowane niegubienie kodów | | | |
| - kod pracy - zakresy unipolarne | | | naturalny binarny |
| - zakresy bipolarne | | | binarny z przesunięciem |
| - zakresy napięć wejściowych | | | +/-10 V, +/-5 V, 0-10 V |
| - wewnętrzne napięcie referencyjne do kalibracji przetwornika | | | +10.000 V |
| - min. częstotliwość próbkowania | | | 1 pomiar na ok. 9 minut |
| - max. częstotliwość próbkowania / min. czasy pomiędzy próbkami przy pomiarze jednokanałowym i pracy automatycznej kanałem DMA w 386/33 MHz: | wersja I | | 186 kHz / 5.4 μs |
| | wersja II | | 118 kHz / 8.5 μs |
| | wersja III | | 105 kHz / 9.5 μs |

przy pomiarze wielokanałowym czasy zwiększają się według zależności:

$T_n = 3 + N * T_{conv} + N - 1$ [μs] N - liczba próbek (kanałów) w sekwencji, wynik jest orientacyjny, zależny również od komputera

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| - wykorzystanie kanałów DMA | kanały 16-bitowe 5, 6, 7 |
| - ustawienie standardowe | kanał 7 |

Pamięć programu sekwencji próbkowania:

| | |
|--|---|
| - wielkość pamięci | 2048 bajtów |
| - organizacja danych | 1 bajt zawiera numer kanału oraz 2 bity sterujące |
| - zapis i odczyt danych do/z pamięci bezpośrednio z komputera | |
| - typowe tryby pracy programowane przez program sterujący "driver" | |
| - możliwość indywidualnego programowania sekwencji próbkowania | |

Wejścia i wyjścia dwustanowe sterujące:

| | |
|------------------------------|-----|
| - liczba wejść wyzwalających | 2 |
| - liczba wyjść sterujących | 1 |
| - standard | TTL |

Wyzwalanie i synchronizacja pomiarów realizowane sprzętowo na module:

| | |
|--|-----------------------------|
| - start bloku pomiarów od zdarzenia zewnętrznego | linia wejściowa -TRIGGER_IN |
| - start pojedynczej sekwencji pomiarowej od zdarzenia zewnętrznego | linia wejściowa -SAMPLE_IN |
| - wyzwolenie zdarzeń zewnętrznych impulsem próbkowania modułu | linia wyjściowa -SAMPLE_OUT |

Zatrzymanie bloku pomiarów realizowane sprzętowo na module:

- stop bloku pomiarów od zdarzenia zewnętrznego (w trakcie trwania pomiarów)
linia wejściowa -TRIGGER_IN
- linie wejściowe i wyjściowe aktywne zboczem opadającym

Układ pomiaru czasu:

- oscylator kwarcowy 8 MHz
- programowalny układ czasowy 82C54

Adresacja modułu:

- adresy w obszarze we/wy komputera IBM-dane do konfigurowania komputera
- moduł A 300h ... 307h
- moduł B 220h ... 227h
- moduł C 308h ... 30Fh
- moduł D 228h ... 22Fh
- zajętość obszaru we/wy w komputerze 8 bajtów

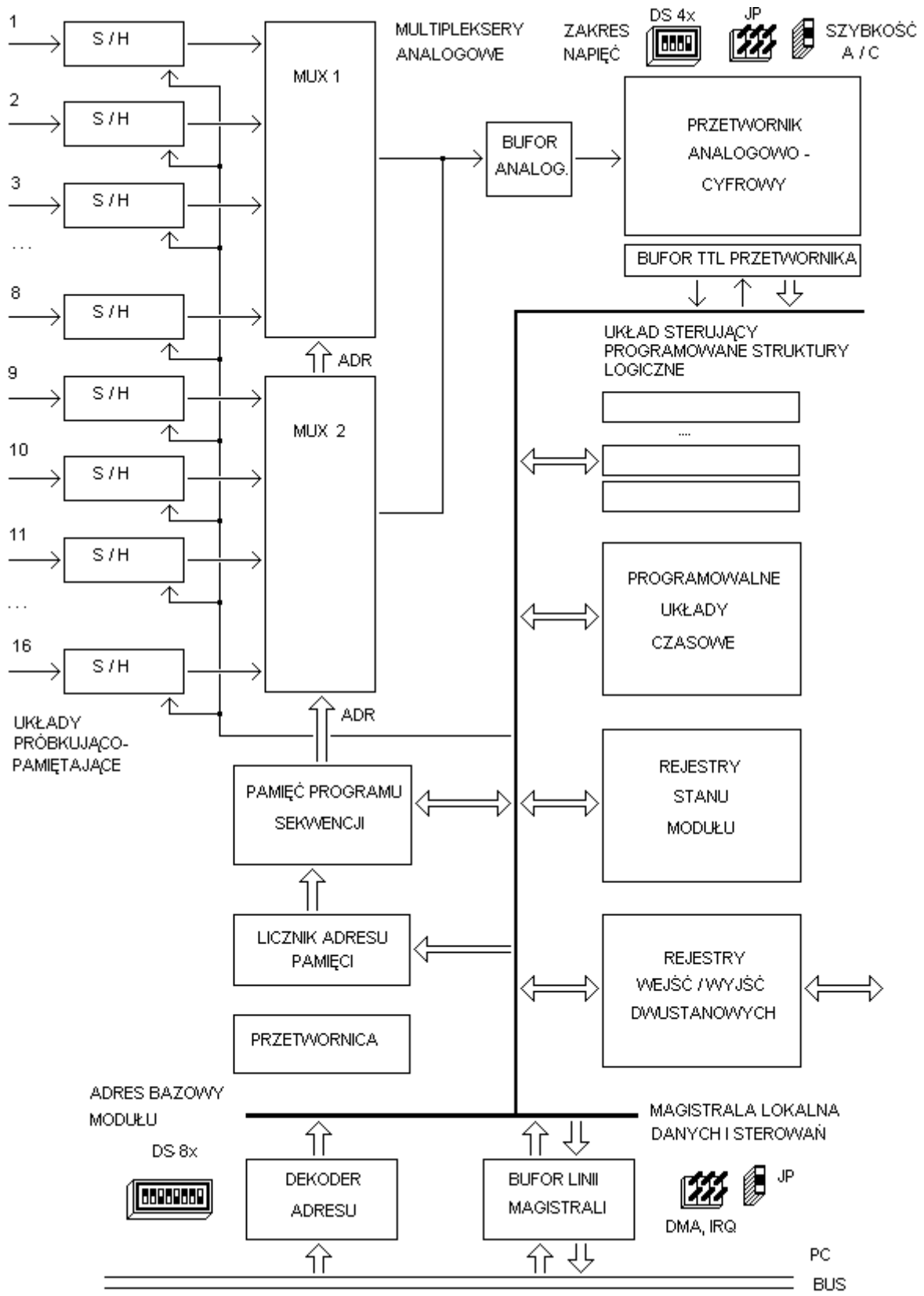
Obsługa przerwań:

- linie przerywające: IRQ3, IRQ5, IRQ10, IRQ11, IRQ12
- ustawienie standardowe IRQ10

Zasilanie:

- zasilanie z magistrali komputera +5 V
- pobór prądu z komputera przez moduł w pełnej konfiguracji ok. 2.5 A

1.4. Schemat blokowy



2. INSTALACJA MODUŁU W KOMPUTERZE

2.1. Kolejność czynności związanych z instalacją modułu

- moduł można instalować w komputerach typu IBM PC 286/386/486;
- upewnić się, czy komputer, w którym ma być zainstalowany moduł, jest w pełni sprawny;
- wyłączyć zasilanie komputera oraz wyjąć wtyk zasilający z gniazda sieciowego;
- otworzyć obudowę;
- wyznaczyć slot ISA 16-bitowy, w którym chcemy zainstalować moduł, powinien on (w miarę możliwości) być maksymalnie odległy od innych zajętych, ze względów termicznych zalecany jest zwiększony odstęp od innych modułów od strony elementów modułu LC-020-3212;
- w wyznaczonej pozycji w komputerze należy wymontować zaślepkę oraz sprawdzić stan gniazda na płycie głównej;
- upewnić się, czy złącze krawędziowe modułu nie jest zanieczyszczone, przemycie możliwe jest za pomocą czystego spirytusu etylowego;
- w wyznaczone miejsce wstawić moduł zwracając uwagę na precyzyjne umieszczenie złącza krawędziowego w gnieździe na płycie głównej;
- wspornik modułu przykręcić do elementu obudowy przewidzianym do tego celu wkrętem;
- sprawdzić prawidłowość zamocowania modułu w komputerze zwracając uwagę na prawidłowe umiejscowienie złącza krawędziowego w gnieździe płyty głównej oraz na właściwe mocowanie wspornika modułu wkrętem mocującym; jest to o tyle ważne, że w niektórych komputerach występują duże rozbieżności w precyzji wykonania elementów obudowy komputera i usytuowania płyty głównej;
- zamknąć obudowę komputera;
- włączyć wtyk przewodu do gniazda zasilającego i włączyć zasilanie komputera;
- w przypadku trudności ze startem komputera, niewłaściwym ładowaniem się systemu operacyjnego lub błędnym funkcjonowaniem którejkolwiek funkcji komputera odstąpić od instalacji modułu, następnie problem rozwiązać lub zgłosić do fachowego serwisu;
- zainstalować oprogramowanie firmowe dostarczone z modułem;
- wykonać dostępne testy modułu oraz oprogramowania.

2.2. Trudności mogące wystąpić przy instalacji modułu

- trudności mechaniczne z umieszczeniem modułu w komputerze - doprowadzić obudowę komputera oraz wspornik modułu do stanu umożliwiającego instalację;
- bloki pamięci typu SIMM lub wtyczki okablowania wewnętrznego są często tak usytuowane na płycie głównej, że utrudniają prawidłową instalację modułu, w tym przypadku należy wybrać inne gniazdo na płycie głównej;
- nieprawidłowo działają niektóre funkcje komputera np. interfejsy komunikacyjne itp. - konflikt na adresach modułów umieszczonych w komputerze, na używanych kanałach DMA lub liniach przerwań;
- nieprawidłowo działają niektóre lub wszystkie funkcje zainstalowanego modułu - konflikt na adresach modułów umieszczonych w komputerze, na używanych kanałach DMA lub liniach przerwań; niewłaściwie zainstalowane oprogramowanie modułu lub zainstalowane niewłaściwe oprogramowanie np. inny typ modułu, inny kanał DMA itp.;
- inne problemy - zaleca się dokonanie instalacji przez wykwalifikowany personel.

2.3. Uwagi dotyczące instalacji

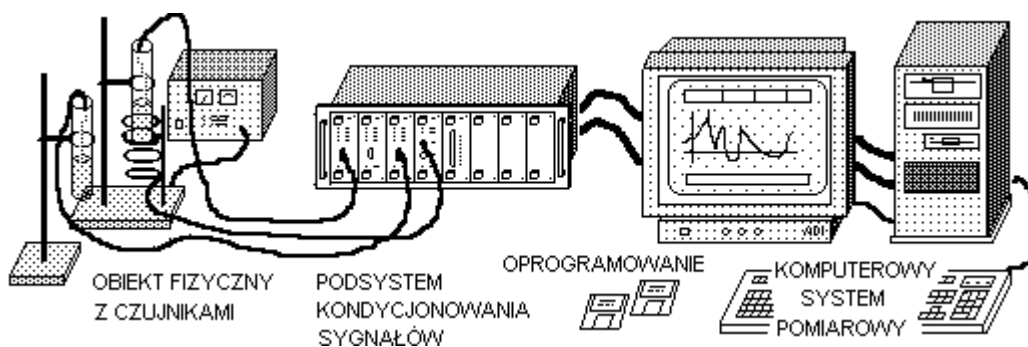
-
- moduły i oprogramowanie są tak zaprojektowane i skonfigurowane, że w przypadku instalacji w typowym komputerze o standardowej konfiguracji nie występują żadne konflikty związane z adresem modułu, numerem kanału DMA oraz numerem linii przerwań;
 - moduły serii LC wykorzystują kanał DMA i linię przerwań tylko w czasie pracy, w pozostałych sytuacjach mogą one być wykorzystane przez inne moduły zainstalowane w komputerze, w takim przypadku nie jest możliwa jednoczesna praca tych modułów z wykorzystaniem tego samego kanału DMA lub linii przerwań.

3. POMIARY

3.1. Komputerowy system pomiarowy

Moduły pomiarowo-kontrolne serii LC i podobne przystosowane są do bezpośredniego pomiaru napięć elektrycznych o wartościach zmieniających się w zakresie od -10 do +10 V. Wszelkie inne mierzone wielkości muszą zostać przetworzone do wartości proporcjonalnego do niej napięcia. Podobnie wygląda sprawa sterowania za pomocą modułu, tyle że tutaj trzeba przetworzyć napięcie na żadaną wielkość sterowaną. Jak z tego wynika zakres możliwych zastosowań uniwersalnych modułów pomiarowo-kontrolnych uzależniony jest od rodzaju wielkości mierzonych oraz od posiadanych przez użytkowników przetworników sygnałów. Wielkości które możemy rejestrować to na przykład: prąd, temperatura, ciśnienie, siła, położenie liniowe i kątowe, prędkość, przyspieszenie i wiele innych. Odrębna grupa wielkości mierzonych to sygnały fizjologiczne w organizmach żywych, które najczęściej reprezentowane są przez potencjały elektryczne o minimalnych wartościach rzędu pojedynczych mV.

Sprzężenie obiektu z komputerem:

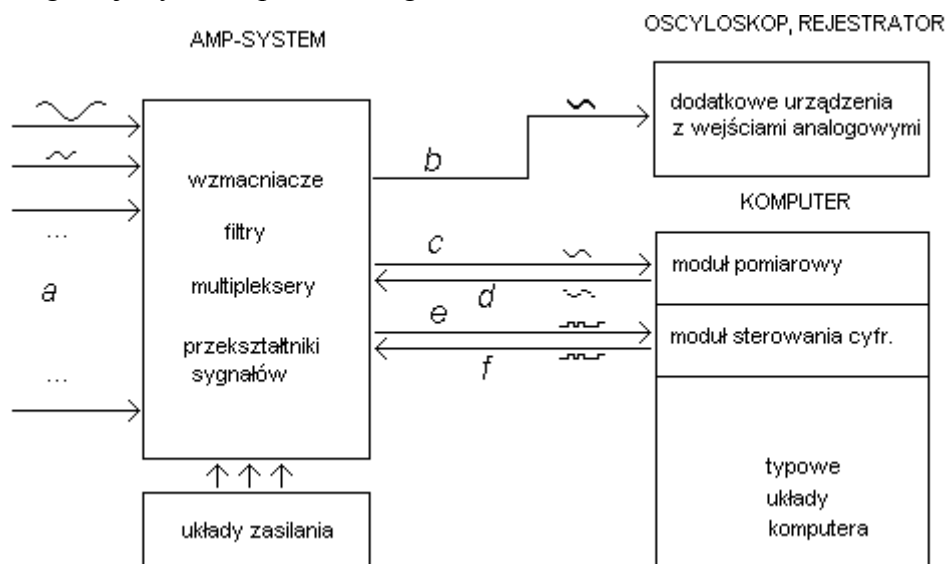


Ponieważ sygnały z czujników i przetworników pomiarowych nie zawsze spełniają wymagania stawiane przez uniwersalne moduły kontrolno-pomiarowe (tzn. standard i zakres zmienności sygnału), często wymagane jest ich dostosowanie w tzw. systemach kondycjonowania sygnału. Polega to najczęściej na: wzmacnieniu sygnału; zmianie standardu np. prądowy na napięciowy, napięciowy symetryczny na niesymetryczny; linearyzacji sygnału; filtracji itp. Często niezbędne jest zastosowanie separacji galwanicznej pomiędzy obiektem mierzonym a komputerem, funkcje takie spełniają wzmacniacze izolacyjne pozwalające na pomiary przebiegów o amplitudzie od pojedynczych miliwoltów do woltów znajdujących się na potencjale setek czy tysięcy woltów. Izolacja galwaniczna niezbędna jest także w przypadku konieczności ochrony obiektu lub komputera przed potencjalnymi udarami elektrycznymi mogącymi wystąpić przy uszkodzeniu jednego z urządzeń.

Nowoczesne systemy kondycjonowania sygnałów mają z reguły budowę modułową umożliwiającą zestawianie zgodne z potrzebami użytkownika oraz są sterowane cyfrowo z komputera w celu umożliwienia automatycznego przebiegu procesu pomiarowego.

Funkcje takie spełniają kasetowe systemy kondycjonowania sygnałów AMP-SYSTEM. Są one zestawiane z modułami pomiarowo-kontrolnymi serii LC oraz sterowane za pomocą modułu sterowania cyfrowego typu LC-055-PIO lub LC-055-DCU.

Konfiguracja systemu pomiarowego:



- a - analogowe linie pomiarowe z obiektu
- b - analogowe linie wyjść buforowanych o podwyższonej obciążalności
- c - analogowe linie wyjść pomiarowych
- d - analogowe linie wejść napięć referencyjnych
- e - dwustanowe linie wejściowe sterowania cyfrowego
- f - dwustanowe linie wyjściowe odczytu stanu systemu

Większość modułów serii LC posiada przełączane zakresy napięć wejściowych i wyjściowych. Właściwe ich ustawienie zapobiegnie z jednej strony wystąpieniu przesterowań, a z drugiej utratą dokładności pomiarów. Ustawienie zakresów pomiarowych należy przeanalizować biorąc pod uwagę cechy obiektu mierzonego oraz parametry zastosowanych po drodze wzmacniaczy pomiarowych. W tym drugim przypadku zaleca się taki dobór wzmacnienia wzmacniacza, aby moduł LC pracował na zakresie o maksymalnej zmienności napięcia wejściowego.

Istotnym parametrem obiektu jest szybkość zmian wartości mierzonych. Tutaj należy dopasować moduł pomiarowy do obiektu tzn. wybrać moduł, którego maksymalna częstotliwość próbkowania przy pracy na żądanej liczbie kanałów jest znacząco większa od maksymalnej częstotliwości zmiany sygnałów mierzonych (teoretycznie min. dwa razy większa od częstotliwości najwyższej interesującej nas harmonicznej). W przypadku, gdy interesują nas tylko niektóre cechy przebiegu np. wartość skuteczna lub szczytowa - można zastosować analogowe przetworniki wartości szczytowej albo skutecznej i konwerter o znacznie niższej maksymalnej częstotliwości próbkowania.

Problemem często niedocenianym jest problem filtracji i ograniczenia pasma sygnału mierzonego. Zaniedbanie to może doprowadzić do odczytu za pomocą konwertera analogowo-cyfrowego przebiegu znacznie odbiegającego od rzeczywistego. Efekt ten związany jest z występowaniem wysokoczęstotliwościowych szumów nakładających się na faktyczny sygnał. Przy niekorzystnym doborze częstotliwości próbkowania w stosunku do nieodfiltrowanego sygnału mierzonego w wyniku pomiaru możemy zaobserwować przebieg okresowy faktycznie nie występujący w naturze, a skutecznie zagłuszający przebieg mierzony. Zjawisko to nosi nazwę aliasingu i jest szczegółowo opisane w literaturze specjalistycznej. Do jego eliminacji służą specjalne filtry o bardzo stromej charakterystyce zwane filtrami antyaliasingowymi.

W zależności od charakteru zjawiska mierzonego oraz obiektu można zastosować różne metody wyzwolenia sesji pomiarowej, czyli zapoczątkowania ciągu pomiarów według zaprogramowanych uprzednio parametrów.

- wyzwolenie bezpośrednio z programu sterującego, zależne od biegu programu oraz intencji autora;
- wyzwolenie od sekwencji lub stanu wejść dwustanowych, stosowane w systemach powiązanych sygnałami analogowymi oraz dwustanowymi;
- bezpośrednie wyzwolenie sprzętowe poprzez zmianę stanu specjalnej linii wyzwalającej, w modułach LC wejście tego typu nazwane jest -TRIGGER_IN;
- wyzwolenie od wartości napięcia na wejściu lub wejściach analogowych, stosowane gdy interesuje nas pomiar od pewnego charakterystycznego stanu wejść mierzonych, bardziej złożony jest przypadek wyzwolenia od charakterystycznego kształtu przebiegu mierzonego;
- wyzwolenie od określonych warunków czasowych np. data, godzina, upływ czasu itp.

Zakończenie sesji pomiarowej również może być zrealizowane na kilka różnych sposobów zależności od możliwości sprzętowych systemu pomiarowego oraz potrzeb użytkownika:

- zatrzymanie pomiarów bezpośrednio z programu sterującego, zależne od biegu programu oraz intencji autora;
- zatrzymanie pomiarów od sekwencji lub stanu wejść dwustanowych, stosowane w systemach powiązanych sygnałami analogowymi oraz dwustanowymi;
- bezpośrednie sprzętowe zatrzymanie pomiarów poprzez zmianę stanu specjalnej linii, w module LC-020-3212 do tego celu wykorzystane jest wejście -TRIGGER_IN;
- zatrzymanie pomiarów od wartości napięcia na wejściu lub wejściach analogowych, stosowane gdy interesuje nas pomiar tylko do wystąpienia pewnego charakterystycznego stanu bądź kształtu sygnałów mierzonych;
- zatrzymanie pomiarów w wyniku spełnienia określonych warunków czasowych np. data, godzina, upływ czasu itp.

Powyższe warunki wyzwolenia i stopu pomiarów mogą być stosowane łącznie, realizacja zależy od typu modułu pomiarowo-kontrolnego i może być sprzętowa lub programowa.

Moduły pomiarowo-kontrolne mogą pracować również w sytuacji, gdy dziedziną nie jest czas (taktowanie zegarem modułu), a inne zjawisko. Wykorzystuje się w tym przypadku wejście dwustanowe wyzwalające pojedynczą sekwencję pomiarową (pomiar na zaprogramowanej liczbie kanałów). Przykładem jest pomiar parametrów silnika spalinowego w funkcji kąta obrotu wału. W modułach LC wejście tego typu nazwane jest -SAMPLE_IN.

Do synchronizacji pracy systemu może być również potrzebna zewnętrzna informacja o momencie próbkowania wejść analogowych. W modułach LC funkcję taką spełnia linia dwustanowa wyjściowa -SAMPLE_OUT o działaniu analogicznym do linii -SAMPLE_IN.

3.2. Metodologia wykonywania pomiarów

Poniżej przedstawiony zostanie uproszczony schemat działań niezbędnych do zestawienia i uruchomienia komputerowego systemu pomiarowego. Pominięty zostanie etap przygotowania i testowania oprogramowania pomiarowego.

Czynności wstępne:

- sprawdzenie i załączenie zasilania systemu; należy zwrócić uwagę na zasilanie całego systemu z jednej fazy zasilającej (nie dotyczy to systemów z izolacją galwaniczną);
- instalacja oprogramowania;
- przygotowanie obiektu mierzonego (czujniki, kable pomiarowe);

- dobór i dołączenie elementów przetwarzania sygnałów (wzmacniacze, przetworniki sygnałów, izolatory);
- sprawdzenie systemu pod względem bezpieczeństwa obsługi jak i jego elementów składowych (różnice potencjałów na liniach pomiarowych i na liniach odniesienia, poziom zakłóceń, zakresy zmienności sygnałów mierzonych);

Czynności wykonywane rutynowo przed każdą sesją pomiarową:

- sprawdzenie stanu i prawidłowości połączenia kabli pomiarowych i zasilających (istnieje niebezpieczeństwo dołączenia do modułów pomiarowych LC urządzeń systemu komputerowego np. drukarki, monitory)
- sprawdzenie stanu obiektu mierzonego oraz sprzętu pomiarowego;
- załączenie zasilania wszystkich urządzeń począwszy od komputera poprzez wzmacniacze pomiarowe do obiektu mierzonego;
- wygrzanie sprzętu pomiarowego;
- przygotowanie oprogramowania pomiarowego;

Pomiary:

- przygotowanie obiektu mierzonego (doprowadzenie do interesujących nas warunków początkowych);
- sprawdzenie za pomocą programu pomiarowego lub testowego drożności całego toru pomiarowego;
- ustawienie w programie i sprzęcie warunków pomiaru: sposób wyzwolenia pomiaru, wybór kanałów pomiarowych, częstotliwość próbkowania, wzmocnienia lub inne parametry wzmacniaczy pomiarowych, ustawienie zewnętrznych multiplekserów;
- start pomiarów lub ustawienie oczekiwania na zewnętrzne wyzwolenie;
- po zakończeniu pomiarów odpowiednie wykorzystanie danych, ich obróbka, archiwizacja itp.

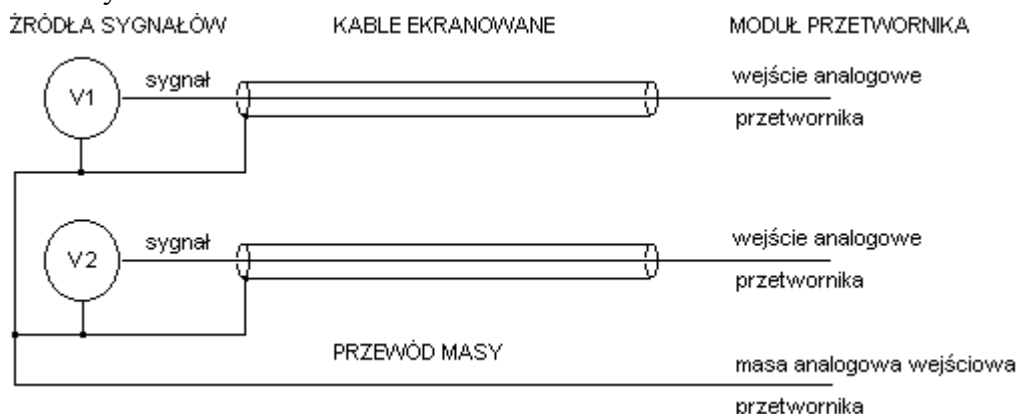
Po zakończeniu sesji pomiarowej:

- wstrzymanie przebiegu procesu w obiekcie mierzonym;
- zabezpieczenie często unikalnych danych pomiarowych poprzez wykonanie kopii bezpieczeństwa (o ile nie robi tego program pomiarowy);
- wyłączenie zasilania systemu w kolejności odwrotnej, niż w przypadku załączenia.

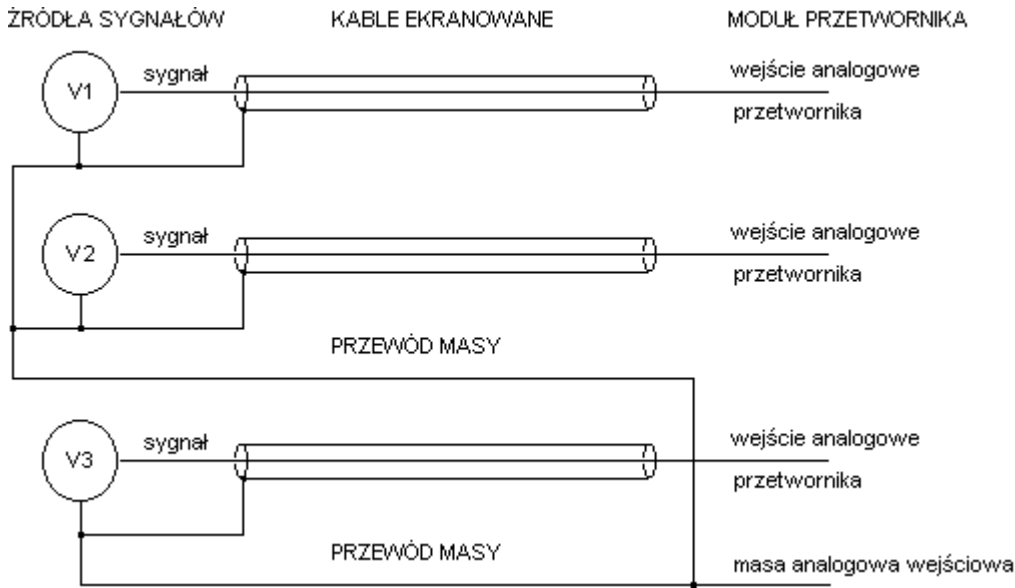
3.3. Przykłady wykonania okablowania

W poniższym rozdziale założono, że źródło sygnału ma charakter napięciowy z jednym biegunem na potencjale masy i oznaczono je tutaj jako V_i .

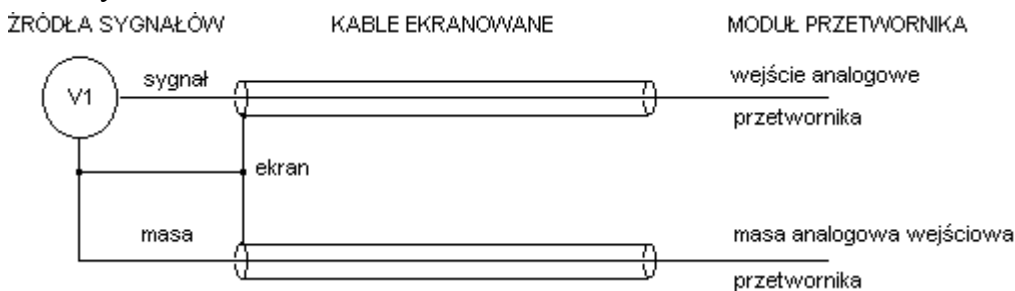
Przykład pomiaru z jednego lub z wielu źródeł o wspólnej masie pomiarowej za pomocą kabli ekranowanych:



Przykład pomiaru z wielu źródeł o rozdzielonych masach pomiarowych za pomocą kabli ekranowanych:



Przykład innego sposobu prowadzenia masy w celu zmniejszenia poziomu zakłóceń za pomocą kabli ekranowanych:



3.4. Uwagi dotyczące wykonania połączeń pomiarowych

Poniżej przedstawione są uwagi dotyczące realizacji okablowania systemów pomiarowych związane z minimalizacją zakłóceń, a zatem z otrzymaniem wiarygodnych danych pomiarowych:

- ekran przewodu pomiarowego powinien być połączony do potencjału odniesienia źródła sygnału mierzonego lub do potencjału bliskiego potencjałowi mierzonemu (w urządzeniach z ekranem aktywnym);
- masa sygnałowa nie powinna być prowadzona ekranem przewodu pomiarowego;
- w systemie pomiarowym należy wybrać najlepszy w danych warunkach sposób ekranowania;
- każdy sygnał mierzony powinien mieć swój osobny ekran, ekrany nie powinny być połączone między sobą inaczej, niż w jednym wspólnym punkcie będącym potencjałem odniesienia źródeł;
- jeżeli w układzie mierzonym jest więcej niż jedna masa sygnałowa to masy te powinny być połączone do wspólnego potencjału odniesienia systemu pomiarowego;
- nie należy łączyć obu końców ekranu do masy sygnałowej, gdyż może to spowodować przepływ nieznanego prądu przez ekran i w konsekwencji powstanie potencjału zakłócającego (nie dotyczy to ekranów aktywnych minimalizujących wpływ zakłóceń magnetycznych);
- w celu dalszej eliminacji zakłóceń stosuje się dodatkowo ekranowanie masy sygnałowej oraz linii zasilających;
- stosuje się również przewody z podwójnym ekranem, wewnętrzny ekran łączy się do układu realizującego "ekran aktywny", a zewnętrzny do potencjału odniesienia źródła;

- w miarę możliwości należy wyeliminować wpływ urządzeń nie wchodzących w skład systemu pomiarowego, a znajdujących się w jego pobliżu;
- przewody pomiarowe powinny mieć możliwie małą długość;
- do realizacji połączeń pomiarowych powinny być używane przewody wysokiej jakości.

Powyższe reguły nie muszą być sztywno przestrzegane. Każdy obiekt mierzony posiada swoje cechy indywidualne i dopiero ich dokładne rozpoznanie umożliwia wykonanie przyzwoitego systemu pomiarowego, w którym zakłócenia nie związane bezpośrednio ze źródłem sygnału mierzonego zostaną zminimalizowane. Niezbędne jest także dobre rozpoznanie charakteru zakłóceń związanych z obiektem mierzonym, liniami pomiarowymi oraz z urządzeniem realizującym pomiar.

Częstą i dobrą praktyką jest doświadczalny dobór punktów dołączenia masy sygnałowej oraz masy i linii zasilających obiekt mierzony pod kątem minimalizacji poziomu zakłóceń na linii pomiarowej. Nie bez znaczenia jest również sposób i droga ułożenia linii pomiarowych.

3.5. Uwagi dotyczące eksploatacji modułów pomiarowych

- wszystkie elementy systemu pomiarowego powinny być zasilane z jednej fazy energetycznej (nie dotyczy to systemów z izolacją galwaniczną);
- zewnętrzne urządzenia pomiarowe przyłączane do modułu powinny mieć odizolowaną masę pomiarową od masy energetycznej w celu odizolowania modułu od zakłóceń sieci zasilającej oraz od niebezpiecznych przepięć, które mogą tam wystąpić;
- pomieszczenie lub pomieszczenia, w których znajduje się połączony ze sobą sprzęt pomiarowy i komputerowy powinny mieć wykonaną niezależną instalację ochronną typu uziemienie; należy pamiętać, że wyklucza to istnienie instalacji typu zerowanie. Niezależna instalacja ochronna typu uziemienie eliminuje część zakłóceń przemysłowych występujących w sieci energetycznej zakładu;
- przed przyłączeniem nowego urządzenia do komputera, w którym zainstalowany jest moduł przetwornika, należy sprawdzić, czy pomiędzy ich masami nie popłynie prąd mogący spowodować uszkodzenia któregoś z tych urządzeń;
- niedopuszczalne jest włączanie do gniazd modułu pomiarowego przewodów połączonych z urządzeniami nie będącymi obiektem pomiarowym np. drukarki, monitory itp.; może to spowodować uszkodzenie danego urządzenia lub modułu pomiarowego;
- sygnały analogowe wejściowe należy wykonać za pomocą kabla ekranowanego. Kable muszą być zakończone wtykiem D-SUB 037 (męski) lub odpowiednikiem;
- sygnały dwustanowe wejściowe oraz wyjściowe można wykonać za pomocą zwykłych przewodów. Kable muszą być dołączone do tego samego wtyku, co sygnały analogowe tj. D-SUB 037 lub odpowiednika;
- w celu uniknięcia przesłuchów pomiędzy kanałami nie należy podawać na wejścia analogowe napięć spoza maksymalnego zakresu zmienności tj. ± 10 V;
- niewykorzystane wejścia analogowe należy dołączyć do masy analogowej;
- dla zapewnienia prawidłowej i bezawaryjnej pracy modułu na jego wejścia nie wolno podawać napięć większych niż przewidziane w instrukcji, tj. ± 35 V dla wejść analogowych i 0- ± 5.6 V dla wejść dwustanowych;
- przed zakończeniem pracy i wyłączeniem komputera należy odłączyć od modułu lub wyłączyć z zasilania wszelkie źródła sygnałów analogowych dołączonych do wejść pomiarowych;
- pomiary i sterowania za pomocą modułu zawsze powinny być poprzedzone wywołaniem funkcji zerującej moduł, szczególnie po wszelkich manipulacjach kablami.

3.6. Opis gniazda modułu

CON1 - gniazdo zewnętrzne - D-SUB 037 (żeńskie) lub odpowiednik

| | | | |
|----|-------------|----|-------------|
| 1 | AN_IN_1 | 20 | AN_IN_2 |
| 2 | AN_IN_3 | 21 | AN_IN_4 |
| 3 | AN_IN_5 | 22 | AN_IN_6 |
| 4 | AN_IN_7 | 23 | AN_IN_8 |
| 5 | AN_IN_9 | 24 | AN_IN_10 |
| 6 | AN_IN_11 | 25 | AN_IN_12 |
| 7 | AN_IN_13 | 26 | AN_IN_14 |
| 8 | AN_IN_15 | 27 | AN_IN_16 |
| 9 | AN_IN_17 | 28 | AN_IN_18 |
| 10 | AN_IN_19 | 29 | AN_IN_20 |
| 11 | AN_IN_21 | 30 | AN_IN_22 |
| 12 | AN_IN_23 | 31 | AN_IN_24 |
| 13 | AN_IN_25 | 32 | AN_IN_26 |
| 14 | AN_IN_27 | 33 | AN_IN_28 |
| 15 | AN_IN_29 | 34 | AN_IN_30 |
| 16 | AN_IN_31 | 35 | AN_IN_32 |
| 17 | AN_IN_GND | 36 | -SAMPLE_IN |
| 18 | -SAMPLE_OUT | 37 | -TRIGGER_IN |
| 19 | GND | | |

3.7. Znaczenie linii na gnieździe zewnętrznym

| | |
|-------------|---|
| AN_IN_i | wejście analogowe (i = 1 - 32) |
| AN_IN_GND | masa wejść analogowych |
| -TRIGGER_IN | wejście TTL wyzwalające blok konwersji a/c według uprzednio zaprogramowanych parametrów w trakcie trwania sesji pomiarowej wejście to służy do sprzętowego zatrzymania pomiarów |
| -SAMPLE_IN | wejście TTL wyzwalające jedną sekwencję pomiarową na uprzednio zaprogramowanej liczbie kanałów a/c |
| -SAMPLE_OUT | wyjście TTL informujące o rozpoczęciu pojedynczej sekwencji pomiarowej a/c |
| GND | masa cyfrowa i zasilająca |

Wszystkie masy wymienione w opisie gniazd są ze sobą połączone na płycie drukowanej modułu, ich rozdzielanie na złączu związane jest z koniecznością minimalizacji poziomu zakłóceń na wejściach analogowych.

4. OPROGRAMOWANIE

4.1. Program sterujący "driver"

Jest to rezydentny program typu TSR instalujący się w pamięci operacyjnej komputera. Program ten nazywa się LC2032A.EXE.

Program służy do sterowania modułem LC-020-3212 z poziomu programów użytkowych. Umożliwia wykorzystanie modułu bez szczegółowej znajomości sprzętu, optymalnie realizuje wszelkie możliwe funkcje pomiarowe oraz związane z transmisjami danych do pamięci komputera.

Część instalacyjna programu służy do instalacji w komputerze modułu LC-020-3212. Realizuje on następujące funkcje:

- ustawienie konfiguracji modułu;
- ustawienie zakresów napięć (informacja o ustawieniu na mikroprzełącznikach);
- test szybkości pracy modułu.

4.2. Program testujący LCTEST.EXE

Program służy do wszechstronnego przetestowania modułu LC-020-3212 pod względem prawidłowości działania oraz właściwego sposobu przyłączenia sygnałów zewnętrznych.

Program umożliwia zaprogramowanie modułu LC-020-3212, wykonanie pomiarów z wejść analogowych, transmisję danych pomiarowych do komputera oraz wykonanie prostych obliczeń statystycznych umożliwiających testowanie dokładności wejść analogowych.

4.3. Programowanie w językach wyższego poziomu

Pełna obsługa modułu LC-020-3212 z programów napisanych w dowolnych językach wyższego poziomu możliwa jest bezpośrednio z programu użytkownika albo poprzez program sterujący "driver".

Do kompletu dokumentacji należą przykładowe programy oraz struktury danych do komunikacji z modułem poprzez driver.

5. SŁOWNIK POJEŃĆ

SEKWENCJA PRÓBKOWANIA - zapoczątkowany jednym impulsem startowym pochodzącym z układu czasowego lub z zewnątrz (wejście SAMPLE_IN) ciąg wykonywanych bezpośrednio po sobie konwersji na wskazanych przez kolejne komórki pamięci sekwencji próbkowania kanałach aż do napotkania bitu kontrolnego końca sekwencji pomiarowej;

PRÓBKOWANIE WEJŚĆ ANALOGOWYCH - załadowanie układu próbkująco-pamiętającego danymi analogowymi; układy p-p są normalnie ustawione w tryb śledzenia, przełączają się w tryb pamiętania na czas trwania konwersji analogowo-cyfrowych;

PRÓBKOWANIE JEDNOCZESNE - zapamiętanie w układach pamięci analogowej stanu wszystkich linii wejściowych analogowych z chwili czasowej T1 wyznaczonej przez pojawiający się w chwili T0 impuls startujący sekwencję pomiarową pochodzący z układu czasowego lub z zewnątrz (wejście SAMPLE_IN);

BLOK KONWERSJI - grupa sekwencji próbkowania i konwersji o parametrach uprzednio zaprogramowanych przez użytkownika, tworząca całą sesję pomiarową;

WYZWOLENIE ZEWNĘTRZNE - zapoczątkowanie sesji pomiarowej czyli ciągu uprzednio zaprogramowanych sekwencji pomiarowych poprzez jeden impuls pochodzący z zewnątrz (wejście TRIGGER_IN);

ZEGAR ZEWNĘTRZNY - rozpoczęcie każdej sekwencji pomiarowej impulsem pochodzącym z zewnątrz (wejście SAMPLE_IN) przy wyłączonym zegarze wewnętrznym z układu czasowego;

REZERWACJA BUFORA DMA - zapewnienie określonego, niezbędnego dla pracy układu DMA bloku pamięci operacyjnej PC w sposób zgodny z wymaganiami systemu operacyjnego komputera;

TRANSMISJA DMA - stosowany w komputerze szybki sposób transmisji danych bez pośrednictwa głównego procesora (ang. Direct Memory Access), w komunikacji z modułem stosowana jest transmisja danych z rejestrów modułu do pamięci podstawowej lub rozszerzonej komputera;

BLOK TRANSMISJI DMA - blok 128 kB czyli jedna strona DMA 16-bitowego - jednokrotny cykl transmisji DMA; praca wieloma blokami wymaga dynamicznego przeprogramowywania kontrolera DMA w komputerze; możliwa jest również cykliczna transmisja danych z a/c do jednego bloku pamięci, w tym przypadku wymagane jest ustawienie bitu ENABLE_AUTOININ na zezwolenie pracy ciągłej.

REJESTR STRONY DMA - rejestr zapisywany programowo zawierający starsze 4 (XT - transmisja 8-bitowa), 8 (AT - transmisja 8-bitowa) albo 7 (AT - transmisja 16-bitowa) bitów adresu dopełniającego 16-bitowy adres transmisji w kontrolerze DMA w obrębie jednego bloku DMA.

DOKUMENTACJA SZCZEGÓŁOWA

Rozdziały przeznaczone dla użytkowników pragnących szerzej poznać wszystkie funkcje modułu lub stworzyć własne oprogramowanie podstawowe nie wykorzystujące oprogramowania firmowego.

6. PAMIĘĆ PROGRAMU SEKWENCJI POMIAROWEJ

6.1. Opis ogólny

Ważnym elementem układu sterującego modułu jest lokalna pamięć programu sekwencji pomiarowej. Umożliwia ona dowolne programowanie przebiegu sekwencji pomiarowej. W jej kolejnych komórkach na sześciu młodszych bitach znajduje się informacja o numerze aktualnie przetwarzanego kanału, a na dwóch najstarszych informacja o zakończeniu aktualnej sekwencji oraz o zakończeniu ostatniej sekwencji. W następnych punktach przedstawiony zostanie schemat programowania i interpretacji danych w pamięci programu.

Walory układu sterującego z lokalną pamięcią programu:

- dowolne zestawienie pojedynczej sekwencji pomiarowej;
- możliwość zaprogramowania nawet kilkuset różnych sekwencji pomiarowych;
- możliwość wielokrotnego powtarzania pomiaru jednego kanału w obrębie jednej sekwencji w celu umożliwienia późniejszej eliminacji zakłóceń toru przetwarzającego;
- faktyczny pomiar różnych grup kanałów z różnymi częstotliwościami;
- duży rozmiar pamięci programu - sumarycznie aż do 2048 kroków programu.

Uwagi dotyczące programowania pamięci:

- konieczność wstępnego przemyślenia i przygotowania zawartości pamięci, szczególnie przy pomiarach wielu grup kanałów z różnymi częstotliwościami;
- konieczność zapisu całego programu do pamięci zarówno po włączeniu zasilania jak i po każdej zmianie jego treści tj. od początku pamięci do bajtu zawierającego bit końca ostatniej sekwencji włącznie;
- możliwość pomiarów przebiegów wolnozmiennych w podwielokrotności częstotliwości próbkowania przebiegów szybkozmiennych;
- w przypadku pracy z minimum trzema grupami kanałów z różnymi częstotliwościami i z wymogiem równomiernego próbkowania w każdej z grup konieczność takiego doboru częstotliwości próbkowania w grupach (faktycznie podwielokrotności częstotliwości podstawowej) aby istniał ich wspólny iloczyn będący numerem programu ostatniej sekwencji pomiarowej i aby wszystkie te sekwencje zmieściły się w pamięci programu;
- maksymalna częstotliwość próbkowania musi być tak dobrana, aby pomiędzy impulsami startowymi zmieściła się największa zaprogramowana sekwencja pomiarowa (patrz Dane Techniczne - wzór), niespełnienie tego warunku spowoduje pojawienie się błędu transmisji danych **OVERRUN**.

6.2. Interpretacja informacji w pamięci

Znaczenie poszczególnych bitów w jednym bajcie w pamięci programu:

bit0 - numer kanału analogowego bit 0

bit1 - numer kanału analogowego bit 1

bit2 - numer kanału analogowego bit 2

bit3 - numer kanału analogowego bit 3

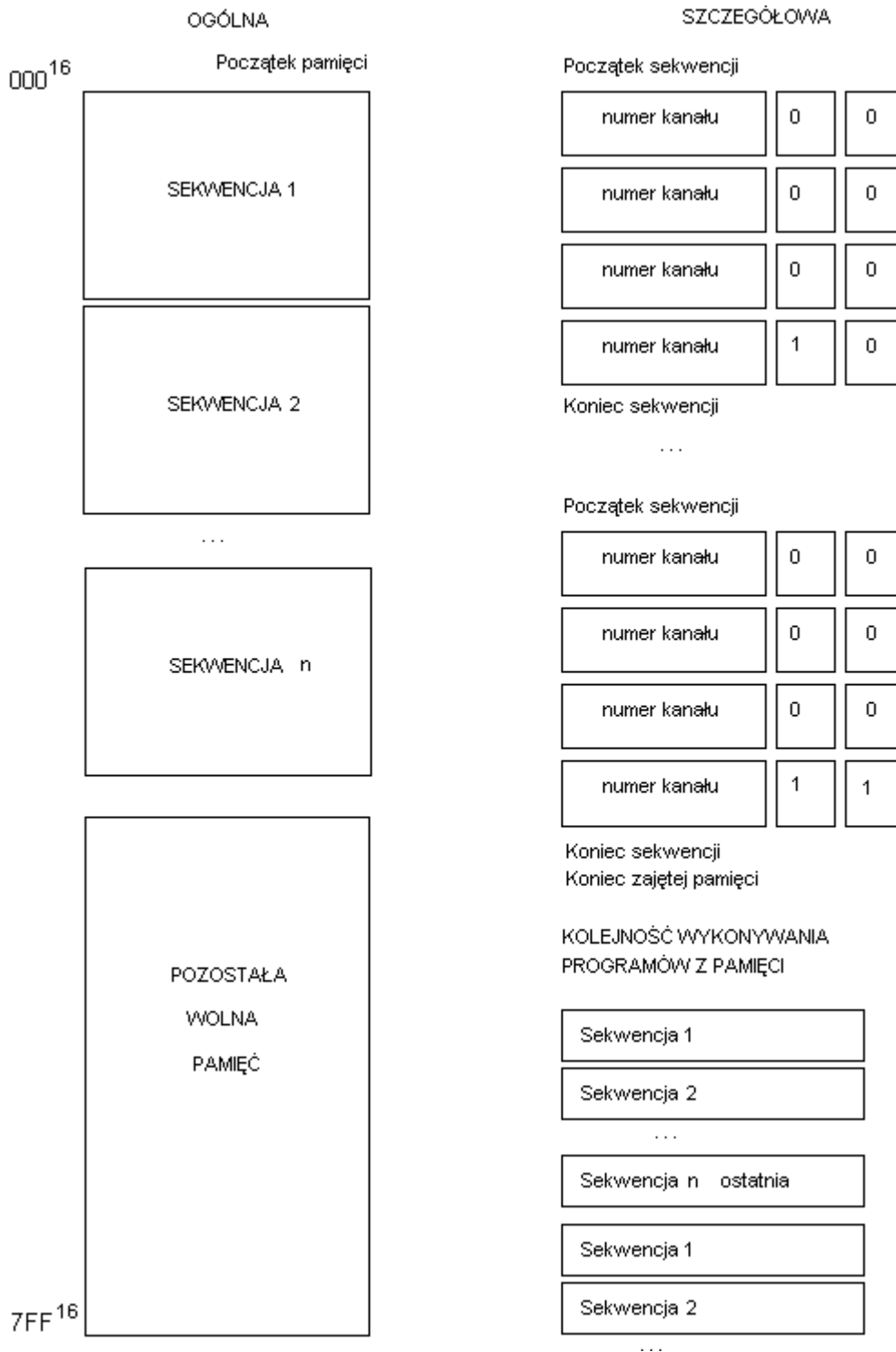
bit4 - numer kanału analogowego bit 4

bit5 - numer kanału analogowego bit 5 (rezerwa)

bit6 - bit końca pojedynczej sekwencji pomiarowej - aktywny "1"

bit7 - bit końca ostatniej sekwencji pomiarowej czyli koniec zajętej pamięci programu - aktywny "1" łącznie z aktywnym bitem 6

6.3. Mapa pamięci programu sekwencji pomiarowej



6.4. Przykłady programowania sekwencji pomiarowej

W przykładach przyjęto notację od 0. Każda sekwencja pomiarowa rozpoczyna się impulsem startowym z układu czasowego zgodnie z uprzednim jego zaprogramowaniem lub z zewnątrz przy pracy z zegarem zewnętrznym. Zawartość pamięci przedstawiona jest binarnie, od lewej są bity

bardziej znaczące. W przykładach pracy z wieloma częstotliwościami przyjęto częstotliwość podstawową 1 kHz (okres 1 ms).

Przykład 1 - praca jednokanałowa na kanale 19:

Bajt 0 pamięci: 1 1 0 1 0 0 1 1 b kanał 19

Uwagi: zajęty tylko jeden bajt pamięci programu.

Przykład 2 - praca na kanałach 1, 17, 22, 22 i 31:

Bajt 0 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1

Bajt 1 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17

Bajt 2 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22

Bajt 3 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22

Bajt 4 pamięci: 1 1 0 1 1 1 1 1 b 31

Uwaga: układ sterujący czyta tylko pierwszych 5 bajtów pamięci programu i w następnej sekwencji wraca do bajtu o adresie 0.

Przykład 3 - praca na kanałach 1, 17, 22, 31 z częstotliwością podstawową np. co 1 ms oraz dodatkowo pomiar kanałów 0 i 30 co 17 ms:

Bajt 0 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 0

Bajt 1 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17

Bajt 2 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22

Bajt 3 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31

Bajt 4 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 1

Bajt 5 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17

Bajt 6 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22

Bajt 7 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31

...

Bajt60 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 15

Bajt61 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17

Bajt62 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22

Bajt63 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31

Bajt64 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 16

Bajt65 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17

Bajt66 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22

Bajt67 pamięci: 0 0 0 1 1 1 1 0 b 31

Bajt68 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 0 b0

Bajt69 pamięci: 1 1 0 1 1 1 1 0 b 30

Uwaga: sekwencje od 0 do 15 są identyczne, układ sterujący wykonuje je kolejno po kolejnych impulsach startowych, następnie wykonuje sekwencję 16 i wraca do bajtu o adresie 0.

Przykład 4 - praca na kanałach 1, 17, 22, 31 z częstotliwością podstawową np. co 1 ms oraz dodatkowo pomiar kanałów 0 i 30 co 7 ms oraz dodatkowo na kanałach 3, 4, 5, 29 co 140 ms

Bajt 0 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 0

Bajt 1 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17

Bajt 2 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt 3 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31
 Bajt 4 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 1
 Bajt 5 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt 6 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt 7 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31
 ...
 Bajt20 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 5
 Bajt21 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt22 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt23 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31
 Bajt24 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 6
 Bajt25 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt26 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt27 pamięci: 0 0 0 1 1 1 1 0 b 31
 Bajt28 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 0 b 0
 Bajt29 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 0 b 30
 ...
 Bajt50 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 12
 Bajt51 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt52 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt53 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31
 Bajt54 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 13
 Bajt55 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt56 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt57 pamięci: 0 0 0 1 1 1 1 0 b 31
 Bajt58 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 0 b 0
 Bajt59 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 0 b 30
 ...
 Bajt 287 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 138
 Bajt 288 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt 289 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt 290 pamięci: 0 1 0 1 1 1 1 1 b 31
 Bajt 291 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 1 b kanał 1 sekwencja 139
 Bajt 292 pamięci: 0 0 0 1 0 0 0 1 b 17
 Bajt 293 pamięci: 0 0 0 1 0 1 1 0 b 22
 Bajt 294 pamięci: 0 0 0 1 1 1 1 0 b 31
 Bajt 295 pamięci: 0 0 0 0 0 0 0 0 b 0
 Bajt 296 pamięci: 0 0 0 1 1 1 1 0 b 30
 Bajt 297 pamięci: 0 0 0 0 0 0 1 1 b 3
 Bajt 298 pamięci: 0 0 0 0 0 1 0 0 b 4
 Bajt 299 pamięci: 0 0 0 0 0 1 0 1 b 5
 Bajt 300 pamięci: 1 1 0 1 1 1 0 1 b 29

Uwaga: kanały 1, 17, 22, 31 próbkowane są z częstotliwością 1 kHz, kanały 0, 30 z częstotliwością 143 Hz, a kanały 3, 4, 5, 29 z częstotliwością ok. 7 Hz; maksymalna możliwa częstotliwość próbkowania w tym przykładzie wynosi ok. 23 kHz (przy zastosowaniu konwertera 3 μ s).

 7. OPIS KONFIGURACJI WEWNĘTRZNEJ PAKIETU

7.1. Rejestry wewnętrzne modułu

Wszystkie rejestry są rejestrami bajtowymi. BASE oznacza adres bazowy dla oprogramowania.

| | | |
|---------------|----------------|---|
| BASE- IN/OUT | - CTC | adres bazowy układu CTC 1 |
| BASE +4 - OUT | - STATUS_WRITE | zapis słowa sterującego |
| BASE +5 - OUT | - RESET_ADC | zerowaniu układu sterującego a/c |
| BASE +6 - OUT | - RAM_WRITE | zapis bajtu do pamięci programu |
| BASE +7 - OUT | - ADC_START | programowy start sekwencji pomiarowej a/c |
| BASE +4 - IN | - STATUS_READ | odczyt słowa stanu |
| BASE +5 - IN | - SET_EN_START | zezwoleńie na start bloku pomiarów |
| BASE +6 - IN | - RAM_READ | odczyt bajtu z pamięci programu |
| BASE +7 - IN | - ADC_READ | odczyt programowy danych z rejestru a/c |

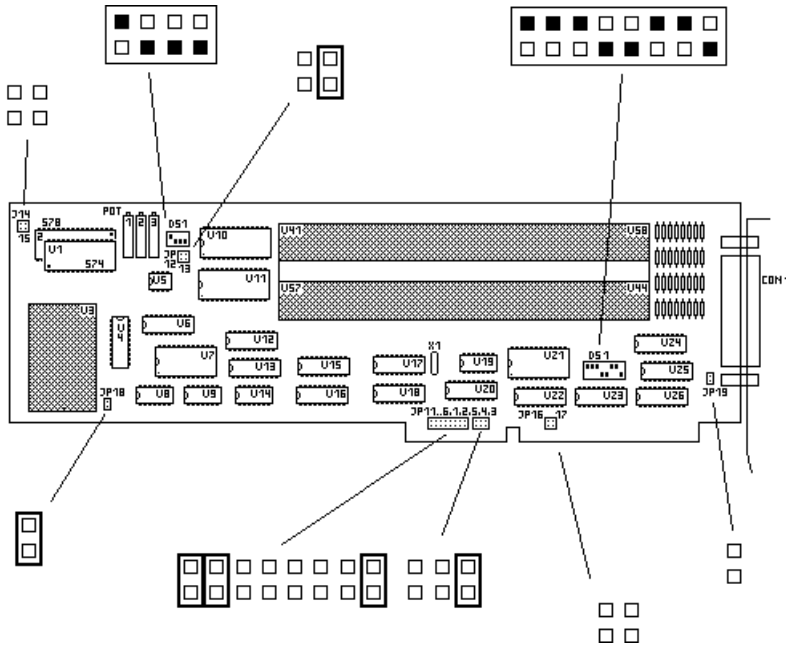
STATUS_WRITE:

| | |
|-------------------------|---|
| bit 0--RESET_IRQ | zerowanie przerzutników żądania przerwania |
| bit 1- -- | rezerwa |
| bit 2- -- | rezerwa |
| bit 3--ENABLE_IRQ | zezwoleńie na żądanie przerwania |
| bit 4--ENABLE_DMA_ADC | zezwoleńie na pracę kanału DMA toru a/c |
| bit 5--ENABLE_SAMPLE_IN | zezwoleńie na zewnętrzny start sekwencji pomiarowej |
| bit 6- ENABLE_CTC_ADC | zezwoleńie na pracę układu timera toru a/c |
| bit 7--ENABLE_AUTOINIT | zezwoleńie na pracę ciągłą DMA |

STATUS_READ:

| | |
|--------------------|--|
| bit 0- IRQ_TC_ADC | przerwanie od końca bloku DMA i stop pomiarów |
| bit 1- IRQ_OVERRUN | przerwanie od błędu transmisji danych |
| bit 2- IRQ_START | przerwanie od startu bloku pomiarów |
| bit 3--EN_START | kontrola stanu przerzutnika zezwoleńia konwersji |
| bit 4- -- | rezerwa |
| bit 5- HOLD | kontrola stanu układów próbkujących |
| bit 6- -- | rezerwa |
| bit 7- DATA_READY | gotowość danych z przetwornika analogowo-cyfrowego |

7.2. Widok modułu



7.3. Zworki i mikroprzełączniki

Przebieg zegarowy do synchronizacji układu dekodera adresu (opcja ustawiana przez producenta !!!):

JP1 ON synchronizacja zegarem własnym 8 MHz
 JP2 OFF

JP1 OFF synchronizacja zegarem z magistrali komputera
 JP2 ON

Wybór linii przerwania:

JP3 - IRQ10 ON - zworka wybiera przerwanie
 JP4 - IRQ11
 JP5 - IRQ12 dopuszczalna tylko jedna z podanych
 JP16 - IRQ3
 JP17 - IRQ5

Wybór kanału DMA a/c:

JP6 - DACK5 ON - dwie zworki wybierają kanał DMA
 JP7 - DRQ5 (para DRQi i DACKi gdzie i = 5, 6, 7)
 JP8 - DACK6
 JP9 - DRQ6 dopuszczalna tylko jedna para z podanych
 JP10 - DACK7 o jednolitym numerze kanału DMA
 JP11 - DRQ7

Dołączenie wejścia bufora analogowego do masy analogowej (zworka używana podczas strojenia modułu):

JP12 ON pomiar zera
 JP13 OFF

JP12 OFF pomiar kanałów wejściowych
 JP13 ON

Wybór szybkości pracy konwertera a/c AD578JN/AD578LN (opcja ustawiana przez producenta !!!):

JP14 OFF konwersja 6 μ s
 JP15 OFF

JP14 OFF konwersja 4.5 μ s
 JP15 ON

JP14 ON konwersja 3 μ s
 JP15 OFF

Wybór trybu pracy przetwornicy DC/DC (opcja ustawiana przez producenta !!!):

JP18 ON przetwornica samowzbudna

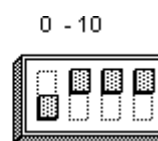
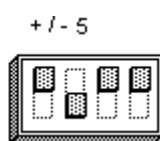
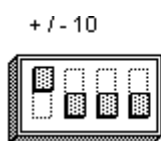
JP18 OFF przetwornica obcowzbudna

Konfiguracja mas modułu (dobór na minimalizację zakłóceń pomiarowych podczas pomiarów wstępnych):

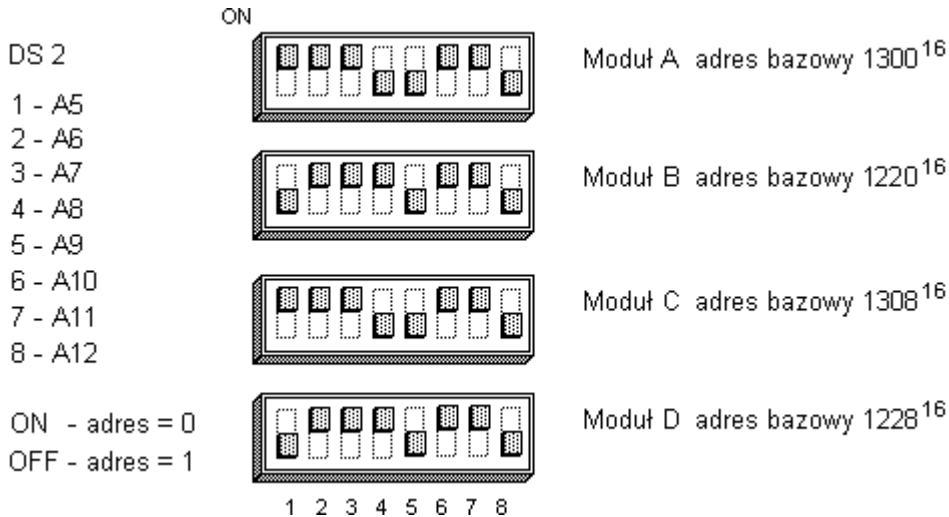
JP19 ON masa analogowa wejściowa zwarta do masy cyfrowej magistrali bezpośrednio przy złączu CON1 oraz przy przetwornicy DC/DC

JP19 OFF masa analogowa wejściowa zwarta do masy cyfrowej magistrali tylko przy przetwornicy DC/DC

Ustawienie zakresów a/c DS1:



Adresacja modułu DS2:

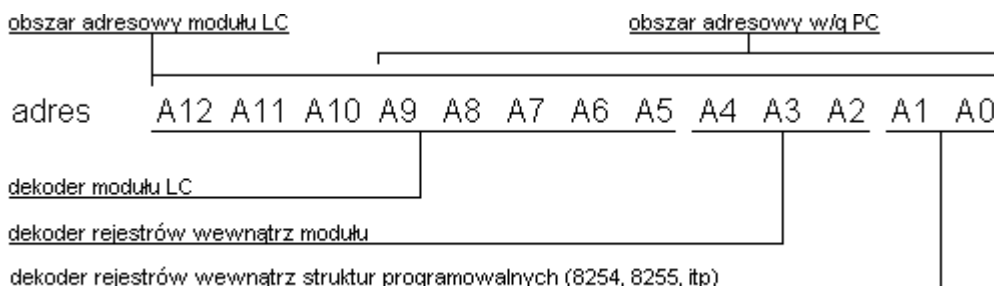


UWAGA: Użytkownik może samodzielnie wybrać moduł A albo B, moduły C i D dostępne po wymianie przez producenta układów programowalnych GAL.

Adresy bazowe:

- adresy w obszarze we/wy komputera IBM / adres bazowy dla oprogramowania
- moduł A 300h .. 307h / 1300h
- moduł B 220h .. 227h / 1220h
- moduł C 308h .. 30Fh / 1308h
- moduł D 228h .. 22Fh / 1228h

Pojęcie modułu A, B, C i D oznacza symbolicznie pierwszy, drugi, trzeci i czwarty moduł danego typu zainstalowany w komputerze. Symbolika ta jest używana w parametrach programu sterującego (driver) oraz programu instalacyjnego. Komunikacja procesora z modulem odbywa się za pomocą instrukcji wejścia/wyjścia (IN/OUT). Według zasady przyjętej przez producentów komputerów typu IBM PC przy wykonywaniu instrukcji typu IN/OUT na płycie głównej i typowych modułach rozszerzenia dekodowane są bity adresu od A0 do A9. W modułach typu LC zastosowano rozbudowany dekodery adresu dekodujący bity od A0 do A12, dlatego w obszarze jednego, typowego modułu do komputera IBM można zainstalować kilka modułów serii LC. W związku z tym powyżej podane są adresy bazowe modułów LC dla oprogramowania z nimi współpracującego oraz adresy bazowe okrojone do bitów A0-A9 dla łatwego zorientowania modułu w przestrzeni adresowej komputera. Jak z tego wynika moduł LC o adresie bazowym dla jego oprogramowania np. B00h widziany jest jako urządzenie w komputerze zajmujące przestrzeń począwszy od adresu 300h. Adres 300h powstaje z adresu B00h poprzez zignorowanie (tj. przypisanie wartości 0) bitów A12, A11 i A10.



Uwaga - możliwe są inne podziały wewnątrz różnych modułów

7.4. Funkcje kanałów w układzie CTC

- programowalny układ czasowy(CTC)- 82C54

kanał 0 - taktowanie pracy automatycznej toru a/c (32 bitowy licznik wspólnie z kanałem 1, młodsze 16 bitów)

kanał 1 - taktowanie pracy automatycznej toru a/c (32 bitowy licznik wspólnie z kanałem 0, starsze 16 bitów)

kanał 2 - odliczenie czasu na próbkowanie wejść analogowych i przełączenie multipleksera analogowego, wartość zaprogramowana - 8

wejście zegarowe kanału 0 - przebieg z generatora 8MHz

wejście zegarowe kanału 1 - wyjście kanału 0

wejście zegarowe kanału 2 - przebieg z generatora 8MHz

tryby pracy kanału 0 i 1 - tryb 2

tryb pracy kanału 2 - tryb 5

7.5. Źródła przerwania

Przygotowanie układu przerwania w komputerze oraz wykonanie programu obsługi przerwania pozostawiamy użytkownikowi. Moduł generuje przerwanie sprzętowe o numerze ustawionym wstępnie za pomocą zworki po zaistnieniu jednej z wymienionych poniżej sytuacji. Rozpoznanie przyczyny możliwe jest poprzez odczyt rejestru stanu modułu.

- Przerwanie po wykryciu błędu **OVERRUN** tzn. przy żądaniu startu nowej sekwencji próbkowania pomimo nieodebrania danych z poprzedniej.

- rozpoznanie : bit **IRQ_OVER=1**

- Przerwanie po rozpoczęciu każdej sekwencji pomiarowej tzn. po pojawieniu się sygnału startu sekwencji z układu sterującego lub z zewnątrz albo po pojawieniu się sygnału startu blokowego i startu bloku pomiarów (opcja ustawiana przez producenta).

- rozpoznanie : bit **IRQ_START=1**

- Przerwanie po zakończeniu bloku transmisji DMA (aktywna linia TC z kontrolera DMA podczas ostatniej transmisji).

- rozpoznanie : bit **IRQ_TC_ADC=1**

Powyższe bity są aktywne również przy ustawionym zakazie generacji przerwania sprzętowego - bit **EN_IRQ=0** i powyższe sytuacje mogą być rozpoznane programowo.

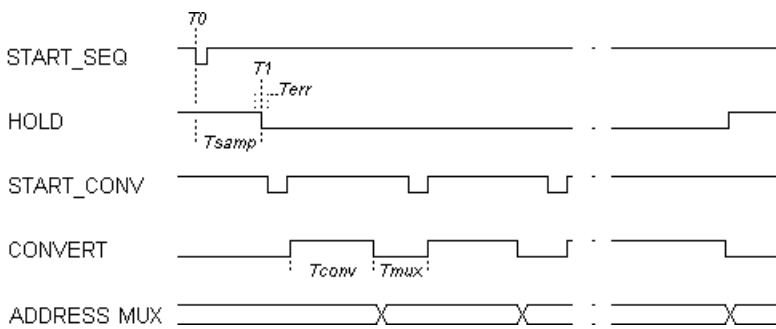
Kasowanie zgłoszenia przerwania sprzętowego rozkazem **RES_INT** oraz stosownym rozkazem do kontrolera przerwania w komputerze.

8. CYKL PRACY MODUŁU

8.1. Opis sygnałów

| | |
|-------------|--|
| START_SEQ\ | sygnał startu sekwencji pomiarowej będący iloczynem sygnału startu z układu czasowego oraz sygnału startu zewnętrznego |
| HOLD\ | sygnał zatrzasku danych w układach próbkująco-pamiętających |
| START_CONV\ | sygnał startu konwersji przetwornika analogowo-cyfrowego |
| CONVERT | sygnał wskazujący trwanie konwersji analogowo-cyfrowej |
| ADDRESS | grupa linii adresujących multiplexery analogowe |

8.2. Przebiegi czasowe



Czasy charakterystyczne:

| | |
|-------|--|
| T0 | moment rozpoczęcia sekwencji pomiarowej, liczy się od opadającego zbocza sygnału START_SEQ z dokładnością ± 125 ns |
| T1 | moment zatrzasku danych analogowych w układach próbkująco-pamiętających |
| Tsamp | rezerwa czasu na próbkowanie linii wejść analogowych - 1 ms; całkowita rezerwacja wynosi 3 ms i jest uwzględniona w minimalnym okresie próbkowania |
| Terr | niedokładność startu sygnału HOLD w stosunku do sygnału startu sekwencji próbkowania, związana z pracą synchronicznego układu sterującego - ± 125 ns |
| Tconv | czas konwersji przetwornika |
| Tmux | rezerwacja czasu na przełączenie multiplexerów analogowych - 1 μ s |

9. ALGORYTM PROGRAMOWANIA MODUŁU

W tym rozdziale przedstawiony jest sposób przygotowania modułu do pracy oraz przykłady wykonania pomiarów. Realizacja pomiarów w innych trybach wymaga pewnej modyfikacji przedstawionych algorytmów i czynność tę pozostawiamy użytkownikowi. Linie statusu i dekodera nieopisane poniżej nie odgrywają roli w pracy modułu.

Inicjalizacja i zerowanie modułu.

- zapis danych do rejestru STATUS_WRITE (ustawienie rejestru stanu modułu w stan neutralny z zerowaniem przerwań):

| | | |
|---------------------|-----|--|
| - -RESET_IRQ | = 0 | aktywne zerowanie zgłoszenia przerwania, |
| - -ENABLE_IRQ | = 1 | zakaz pracy z przerwaniami, |
| - -ENABLE_DMA_ADC | = 1 | zakaz pracy z kanałem DMA, |
| - -ENABLE_SAMPLE_IN | = 1 | zakaz pracy z zegarem zewnętrznym, |
| - -ENABLE_CTC_ADC | = 0 | zakaz pracy z zegarem własnym, |
| - -ENABLE_AUTOINIT | = 1 | zakaz pracy w trybie ciągłym DMA; |

- zapis danych do rejestru STATUS_WRITE (ustawienie rejestru stanu modułu w stan neutralny):

| | | |
|---------------------|-----|---|
| - -RESET_IRQ | = 1 | nieaktywne zerowanie zgłoszenia przerwania, |
| - -ENABLE_IRQ | = 1 | zakaz pracy z przerwaniami, |
| - -ENABLE_DMA_ADC | = 1 | zakaz pracy z kanałem DMA, |
| - -ENABLE_SAMPLE_IN | = 1 | zakaz pracy z zegarem zewnętrznym, |
| - -ENABLE_CTC_ADC | = 0 | zakaz pracy z zegarem własnym, |
| - -ENABLE_AUTOINIT | = 1 | zakaz pracy w trybie ciągłym DMA; |

- zapis pusty do rejestru RESET_ADC.

Zapis danych do pamięci programu:

- zapis pusty do rejestru RESET_ADC (o ile uprzednio nie był zerowany);

- zapis kolejnych bajtów z danymi do rejestru RAM_WRITE;

- zapis pusty do rejestru RESET_ADC;

- kontrolny odczyt kolejnych bajtów z rejestru RAM_READ (opcja A);

- zapis pusty do rejestru RESET_ADC (opcja A).

Pomiar w trybie automatycznym DMA:

Pomiar z transmisją wyników w zakresie jednego bloku DMA z wykorzystaniem własnego zegara modułu.

- zerowanie modułu;

- rezerwacja w systemie operacyjnym obszaru bufora danych dla transmisji kanałem DMA z modułu (1 próbka - 2 bajty);

- programowanie kontrolera DMA w komputerze - dotyczy tylko ustawionego kanału (patrz opis płyty głównej komputera oraz opis kontrolera DMA):
 - rejestr strony DMA,
 - adres początkowy bufora w obrębie strony DMA,
 - długość bufora w próbkach;

- programowanie układu przerwań w komputerze oraz zezwolenie na przerwanie w rejestrze stanu modułu (o ile pracujemy z wykorzystaniem przerwań);

- programowanie częstotliwości próbkowania modułu (nie dotyczy pracy z zegarem zewnętrznym):
 - tryb pracy kanału CTC0 i CTC1 modułu - 2,
 - dane dla CTC0 - pierwszy dzielnik zegara 8 MHz,
 - dane dla CTC1 - drugi dzielnik zegara podzielonego w kanale 0,

- zapis danych do pamięci programu sekwencji pomiarowej (patrz punkt wyżej);

- zapis danych do rejestru STATUS_WRITE (przygotowanie modułu do pracy):
 - -RESET_IRQ = 1 nieaktywne zerowanie zgłoszenia przerwania,
 - -ENABLE_IRQ = x zakaz lub zezwolenie na pracę z przerwaniami,
 - -ENABLE_DMA_ADC = 0 zezwolenie na pracę z kanałem DMA,
 - -ENABLE_SAMPLE_IN = 1 zakaz pracy z zegarem zewnętrznym,
 - -ENABLE_CTC_ADC = 1 zezwolenie na pracę z zegarem własnym,
 - -ENABLE_AUTOINIT = 1 zakaz pracy w trybie ciągłym DMA;

W tym momencie moduł jest gotowy do pracy. Czeka na polecenie startu z programu (opcja B) lub z zewnątrz (linia TRIGGER_IN). W celu wykrycia momentu startu pomiarów przy oczekiwaniu na sygnał zewnętrzny moduł generuje przerwanie od startu bloku pomiarów (patrz opis układu przerwań).

- zapis pusty do rejestru SET_EN_START (opcja B).

10. INSTRUKCJA STROJENIA UKŁADÓW ANALOGOWYCH

10.1. Numeracja potencjometrów

| | |
|------------------|---|
| P1 GAIN | górny koniec charakterystyki przetwornika |
| P2 BIPOLAR ZERO | dolny koniec charakterystyki przetwornika przy pracy na zakresach bipolarnych |
| P3 ZERO BUF | zerowanie bufora analogowego |
| P4..P35 ZERO S/H | zerowanie układów próbkująco-pamiętających |

10.2. Znaczenie potencjometrów

| | |
|--------------|---|
| ZERO BUF | zerowanie wzmacniacza operacyjnego LM310 spełniającego rolę bufora analogowego dopasowującego impedancję w układzie wejścia analogowego, układ ten znajduje się pomiędzy wyjściem z multiplexerów analogowych a wejściem przetwornika analogowo-cyfrowego zakres regulacji ok. +/- 20 mV |
| ZERO S/H | zerowanie układu próbkująco-pamiętającego AD585AQ niezależne dla każdego wejścia analogowego zakres regulacji ok. +/- 20 mV |
| BIPOLAR ZERO | ustawienie dolnego punktu skali przetwornika tzn. ustawienie wartości 000h przy nominalnym, dolnym napięciu zakresowym dla zakresów bipolarnych zakres regulacji min. +/- 50 mV |
| GAIN | ustawienie górnego punktu skali przetwornika tzn. ustawienie wartości FFFh przy nominalnym, górnym napięciu zakresowym zakres regulacji min. +/- 50 mV |

10.3. Instrukcja strojenia a/c

Podczas strojenia modułu korzystamy z funkcji ciągłego odczytu wejść analogowych w programie LCTEST.EXE.

Dane liczbowe typu xxxh oznaczają liczby przedstawione w kodzie szesnastkowym.

Dopuszczalne jest przełączanie zakresów wejść analogowych bez wyłączania komputera, należy jednak przestrzegać zasady, aby najpierw ustawiać wszystkie pola przełącznika na pozycję OFF, a dopiero potem wybrane pola ustawiać na ON. Pozostawienie przełącznika na dłuższy czas w niewłaściwej pozycji może spowodować charakterystyczne uszkodzenie układu przetwornika analogowo-cyfrowego.

- Zworkę JP12,13 ustawić na pomiar zera (zwarte JP12);
- Ustawić zakres 0-10V;
- Potencjometrem P3 (ZERO BUF) ustawić odczyt 000h;
- Zworkę JP12,13 ustawić na pomiar wejścia (zwarte JP13);

- Do wejść analogowych przyłączyć zasilacz kalibracyjny z woltomierzem o dokładności min. 4½ cyfry;
- Na wejścia analogowe podać napięcie 0.000 V;
- Potencjometrami P4÷P35 (ZERO S/H) ustawić odczyty 000h w każdym kanale;
- Ustawić zakres +/-10V;
- Sprawdzić, czy odczyty we wszystkich kanałach są jednakowe, jeżeli nie to należy skorygować potencjometrami P4÷P35 (ZERO S/H);
- Na wejścia analogowe podać napięcie -10.000 V;
- Potencjometrem P2 (BIPOLAR ZERO) ustawić odczyt 000h;
- Na wejścia analogowe podać napięcie +10.000 V;
- Potencjometrem P1 (GAIN) ustawić odczyt FFFh;
- Na wejścia analogowe podać napięcie 0.000 V;
- Sprawdzić, czy odczyt waha się w granicach 800h;
- Ustawić zakres +/-5V;
- Sprawdzić, czy odczyt waha się w granicach 800h;
- Na wejścia analogowe podać napięcie -5.000 V;
- Sprawdzić, czy odczyt waha się w granicach 000h-001h;
- Na wejścia analogowe podać napięcie +5.000 V;
- Sprawdzić, czy odczyt waha się w granicach FFEh-FFFh;
- Ustawić zakres 0-10V;
- Na wejścia analogowe podać napięcie 0 V;
- Sprawdzić, czy odczyt waha się w granicach 000h-001h;
- Na wejścia analogowe podać napięcie +10.000 V;
- Sprawdzić, czy odczyt waha się w granicach FFEh-FFFh.

Układ wejść analogowych strojony jest standardowo na zakresie +/-10V, na zakresach +/-5V oraz 0-10V mogą wystąpić niewielkie różnice związane z niedokładnością wykonania rezystorów skalujących w konwerterze analogowo-cyfrowym. W stosowanych układach konwerterów analogowo-cyfrowych różnice te są małe - rzędu 5 mV.

11. NAPRAWY I KONSERWACJA

Wszelkie naprawy powinny być wykonywane tylko przez wykwalifikowany personel. Zalecane jest dokonywanie napraw u producenta. Aby zapewnić wysoką dokładność pomiarów należy przeprowadzać okresowe skalowanie u producenta.

Wszelkie dopuszczalne manipulacje z modułem mogą być dokonane po uprzednim wyłączeniu zasilania komputera oraz wyjęciu wtyku zasilającego z gniazdka sieciowego.

12. MAGAZYNOWANIE I TRANSPORT

Warunki magazynowania i transportu powinny być zgodne z normą PN-76/T-6500/08. W szczególności pomieszczenie magazynowe powinno spełniać poniższe wymagania:

- pomieszczenia czyste i wentylowane
- temperatura nie niższa niż 278 K
- wilgotność nie większa niż 80 %

Transport urządzenia może się odbywać dowolnym środkiem transportu, jednakże niedopuszczalne jest przewożenie środkami transportu zanieczyszczonymi aktywnie działającymi chemikaliami, pyłem węglowym, itp.