

# Przedłużacz 16-bitowej szyny PC-ISA

## kit AVT-354

*Przedstawiony w artykule układ jest dedykowany wszystkim elektronikom, którzy konstruują lub zamierzają zbudować samodzielnie jakąkolwiek kartę do komputera PC.*

*Słowo „przedłużacz“ nie opisuje w pełni funkcji prezentowanego urządzenia.*

*Dzięki połączeniu odpowiedniej konstrukcji mechanicznej*

*z nieskomplikowaną elektroniką, powstało zabezpieczone stanowisko do uruchamiania i testowania 8 i 16-bitowych kart prototypowych w standardzie PC-ISA. Dodatkowa możliwość zamocowania gniazda ISA w miejscu stacji 5,25“*

*znacznie ułatwia manipulacje i pomiary podczas uruchomienia układów zrealizowanych w postaci kart PC-towych.*



Praktycznie u każdego mniej lub bardziej doświadczonego elektronika często pojawia się chęć wykonania jakiegoś, mniej lub bardziej skomplikowanego, układu współpracującego z popularnym na naszym rynku PC-tem. W bardziej rozbudowanych układach pomiarowych lub sterowania często okazuje się, że umieszczone na tylnej ścianie obudowy złącza transmisji szeregowej COM lub równoległej Centronics nie wystarczą do realizacji zamierzonego celu. Ograniczona liczba linii sygnałowych lub niewystarczająca szybkość transmisji danych cyfrowych zmusza niejednokrotnie do opracowania własnej karty prototypowej.

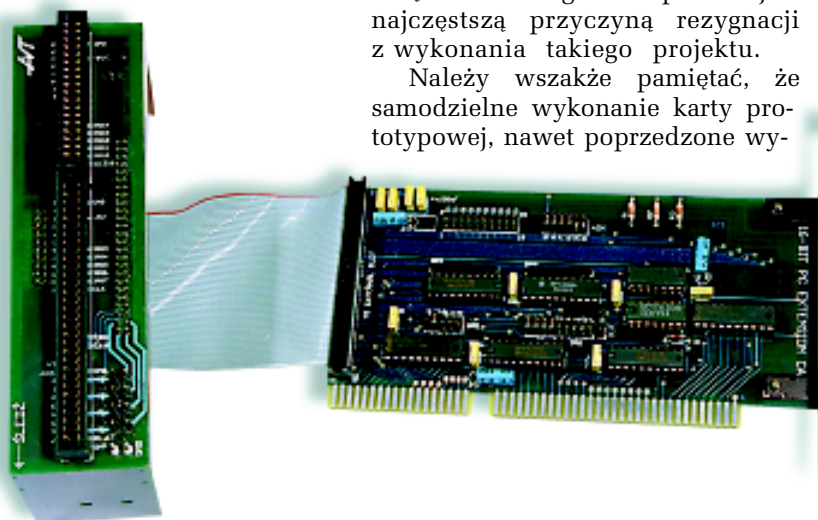
O ile zaprojektowanie prostej, 8-bitowej karty z kilkoma portami wejścia-wyjścia nie nastęrcza większych trudności, to jednak obawa przed „grzebaniem“ we wnętrzu cennego komputera jest najczęstszą przyczyną rezygnacji z wykonania takiego projektu.

Należy wszakże pamiętać, że samodzielne wykonanie karty prototypowej, nawet poprzedzone wy-

konaniem wzorowej dokumentacji oraz płytki drukowanej w dobrym zakładzie usługowym, może spowodować uszkodzenie naszego komputera w przypadku, gdy zmontowany układ karty powoduje zwarcie np. szyny danych. Skutki takiej pomyłki mogą być opłakane: uszkodzony zostaje najczęściej kontroler magistrali, a więc pozostaje do wymiany cała płyta główna komputera.

Przedstawiony w artykule „przedłużacz“, dzięki buforowaniu sygnałów magistrali PC-ISA, pozwala na bezpieczne uruchamianie amatorskich układów elektronicznych współpracujących z komputerem PC poprzez tę magistralę. Zaletą układu jest także wyprowadzenie gniazda testowego PC-ISA na przednią ścianę komputera, dzięki czemu o wiele łatwiej jest dokonywać wszelkich pomiarów oraz manipulacji podczas pracy karty prototypowej.

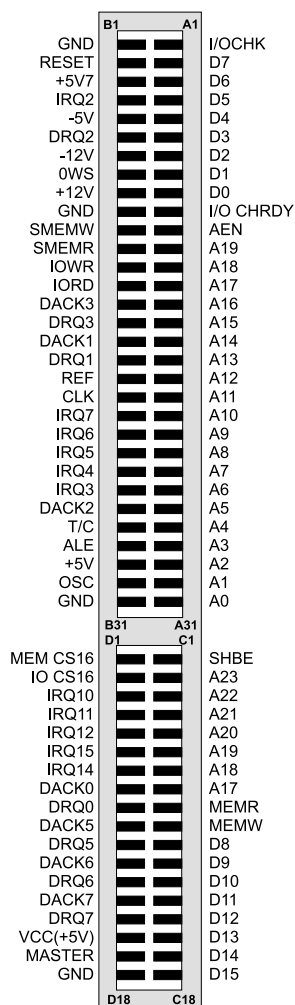
Podczas opracowywania układu wzięto pod uwagę fakt, że w znacznej większości przypadków do pracy kart prototypowych wykorzystuje się jedynie sygnały magistrali adresowej A11..A0 (w przestrzeni adresowej portów I/O) oraz sygnały szyny danych (D15...D0, 16-bitów), sygnały sterujące operacjami w przestrzeni wejścia-wyjścia procesora dla kart 8 i 16-bitowych. Bardziej zaawansowanych elektroników z pewnością ucieszy fakt, że w układzie dodatkowo zbuforowano i wyprowadzono większość linii przerwań sprzętowych: IRQ3...IRQ7 oraz IRQ10...IRQ12, IRQ14, IRQ15 oraz sygnał zegarowy magistrali CLK.



Dzięki takiemu rozwiązaniu udało się ograniczyć liczbę sygnałów magistrali do 45, co razem z czterema liniami zasilania (+5V, -5V, +12V, -12V) oraz masą (GND) pozwoliło na połączenie 16-bitowej karty bazowej (umieszczonej w gnieździe PC-ISA) z gniazdem testowym (wyprowadzonym na obudowę) za pomocą pojedynczego 50-żyłowego kabla taśmowego.

Pozostałe sygnały kontroli dostępu do pamięci operacyjnej komputera oraz kontroli dostępu i potwierdzenia transmisji poprzez kanały DMA nie zostały bezpośrednio wyprowadzone na złącze testowe ze względu na dość rzadkie ich wykorzystywanie.

Na płytkach drukowanych pozostawiono jednak dla użytkownika specjalne punkty lutownicze, dzięki którym możliwe jest jednoczesne wyprowadzenie dodatkowych 20 sygnałów nie objętych buforowaniem w prezentowanym przedłużaczu.



Rys. 1. Rozmieszczenie sygnałów 16-bitowego złącza ISA.

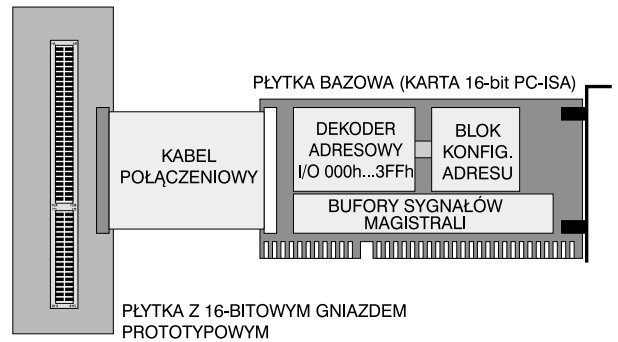
## Opis układu

Zanim przejdziemy do analizy układu zapoznajmy się z sygnałami przesyłanymi przez szynę PC-ISA. W pierwszych komputerach PC typu XT standard przewidywał 62-stykowe złącza, w których można było umieszczać karty 8-bitowe. Wraz z pojawieniem się na rynku architektury AT opracowano rozszerzenie złącza XT, w postaci 36-stykowego gniazda będącego przedłużeniem wcześniejszego 8-bitowego standardu XT.

Na rys. 1 przedstawiono opis pełnego, 16-bitowego złącza ISA, występującego od najwcześniejszych modeli komputerów AT, aż po dzisiejsze konstrukcje płyt głównych. Użytkownik ma do dyspozycji kilkadziesiąt sygnałów, dzięki którym możliwa jest komunikacja pomiędzy wszystkimi elementami architektury komputera PC.

Z punktu widzenia projektanta kart prototypowych najistotniejsze są następujące sygnały:

- **A0...A19**: 20-bitowa magistrala adresowa komputera. Podczas odwołania do układów wejścia-wyjścia kontroler płyty zezwala na zaadresowanie 1024 8-bitowych portów, co w praktyce oznacza wykorzystanie jedynie linii A0...A11, pomimo że procesory x86 potrafią zaadresować 65536 portów. Tak więc przestrzeń adresowa I/O mieści się w granicach 0...1023 (000h...3FFh).
- **D0...D7**: dwukierunkowa, 8-bitowa magistrala danych.
- **AEN**: logiczna „1” oznacza przejęcie kontroli nad magistralą przez kontroler DMA. Sygnał ten jest często stosowany w kartach prototypowych jako linia blokowania dekodera adresu, kiedy magistralą steruje kontroler DMA.
- **IORD**: sygnał wystawiany przez procesor lub kontroler DMA w momencie żądania dostępu do przestrzeni adresowej wejścia-wyjścia w celu odczytu (aktywne „0”).
- **IOWR**: sygnał wystawiany przez procesor lub kontroler DMA w momencie żądania dostępu do przestrzeni adresowej wejścia-wyjścia w celu zapisu (aktywne „0”).



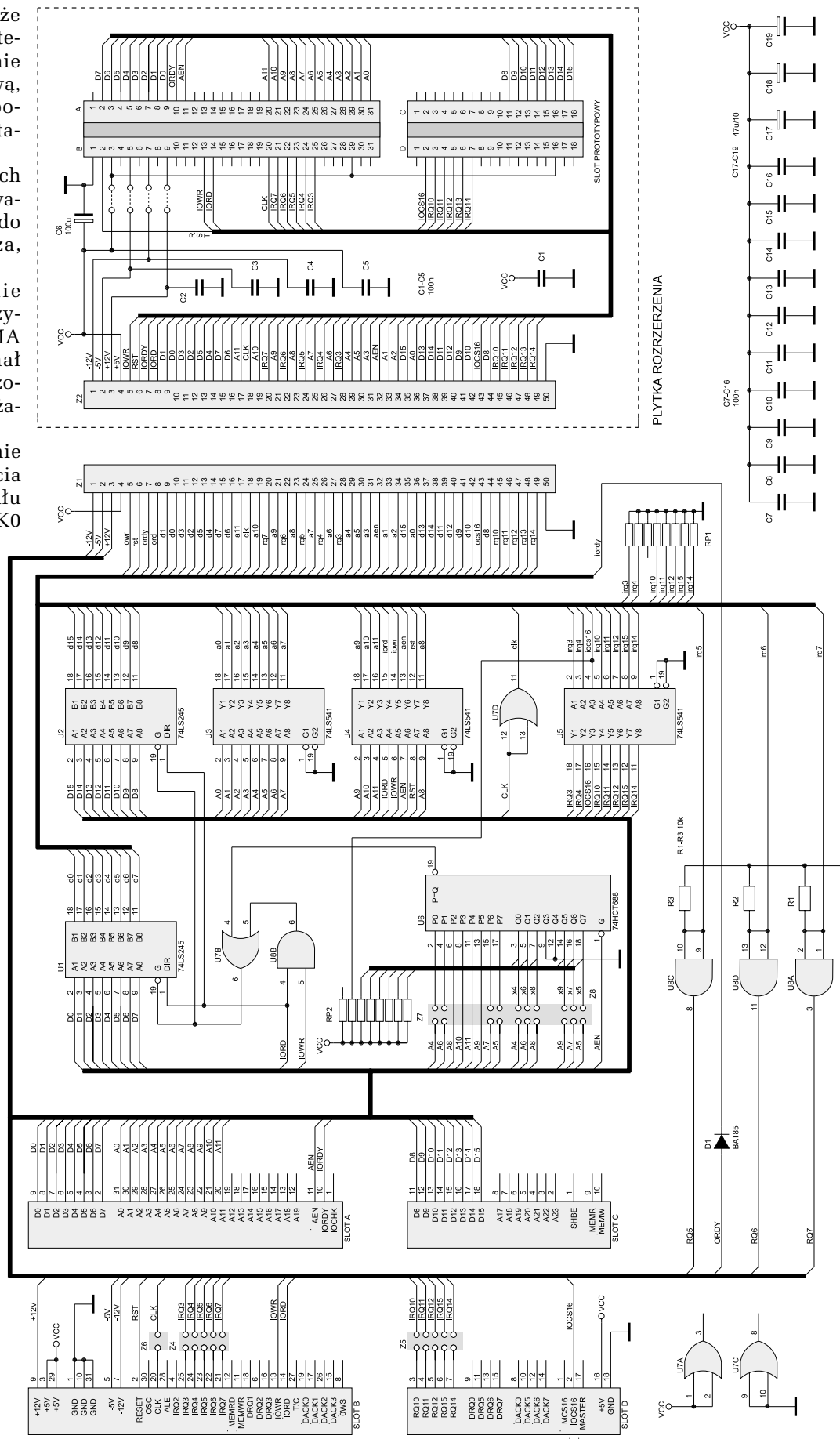
Rys. 2. Schemat blokowy przedłużacza.

- **IOCHRDY**: sygnał generowany przez powolne karty rozszerzające, mający na celu wymuszenie oczekiwania przez procesor lub kontroler DMA w celu poprawnej ich obsługi. Wymuszenie oczekiwania odbywa się przez podanie na tę linię logicznego „0”. Logiczna jedynka oznacza natomiast gotowość karty do obsługi. W opisie przedłużacza będziemy używać oznaczenia IORDY.
- **RESET**: sygnał generowany w momencie wyzerowania komputera (wciśnięcie klawisza Reset, lub po włączeniu zasilania) przez kontroler magistrali - aktywna logiczna „1”.
- **IRQ2...IRQ7**: linie zgłoszeń przerwy sprzętowych. Kanały 0 i 1 nie zostały wyprowadzone, bowiem obsługują one dwa podstawowe układy komputera: zegar systemowy (IRQ0) i klawiaturę (IRQ1).
- **CLK**: sygnał zegarowy zsynchronizowany z zegarem procesora. We wczesnych modelach AT sygnał ten miał zazwyczaj częstotliwość 6MHz, jednak współczesne płyty główne pozwalają na generowanie większych częstotliwości. Sygnał ten może być wykorzystywany przez karty rozszerzające w celu synchronizacji ich pracy z zegarem procesora.
- **+5V, -5V, +12V, -12V**: linie zasilania, z których może korzystać karta prototypowa. O ile wydajność prądowa linii +5V jest bardzo duża (kilkanaście amperów), to wydajność pozostałych trzech zasilaczy warto sprawdzić na etykiecie umieszczonej na obudowie zasilacza wewnątrz obudowy komputera.
- **GND**: na trzech wyprowadzeniach 8-bitowego złącza ISA wyprowadzono masę zasilania.

Warto wiedzieć, że w większości komputerów PC masa ta nie jest zwarta z obudową, toteż nie należy bezpośrednio dokonywać takiego połączenia.

Znaczenie pozostałych sygnałów, nie doprowadzonych bezpośrednio do naszego przedłużacza, jest następujące:

- DRQ1...DRQ3: linie zgłoszeń żądania przydziału kanału DMA (kanały 1...3; kanał 0 jest nie wyprowadzony - obsługa odświeżania pamięci).
- DACK0...DACK3: linie potwierdzeń przyjęcia żądania obsługi kanału DMA. Na linii DACK0 jest generowany sygnał odświeżania pamięci dynamicznej komputera i może być wykorzystany przez karty prototypowe wyposażone w taką pamięć. W architekturze AT sygnał odświeżania pamięci nie jest generowany przez kontroler DMA, lecz przez specjalizowane układy płyty głównej, zaś zwolniony w ten sposób kanał DMA0 został wyprowadzony na rozszerzonym złączu ISA AT (patrz opis w dalszej części artykułu).
- OSC: linia zegara systemowego o częstotliwości 14,318 MHz.
- SMEMR, SMEMW: sygnały żądania przez procesor lub kontroler DMA dostępu do pamięci komputera w celu odpowiednio: odczytu i zapisu - aktywne „0”.
- ALE: sygnał informujący o ustabilizowaniu się adresu na magistrali komputera.
- IOCHK: podanie przez kartę rozsze-



Rys. 3. Schemat logiczny karty.

- rzającą logicznego zera na tę linię powoduje zgłoszenie awarii tej karty i wygenerowanie przerwania INT2, co w konsekwencji powoduje taki efekt jak w przypadku błędu parzystości oraz zatrzymanie systemu.
- *T/C*: sygnał generowany przez kontroler DMA informujący o zakończeniu cyklu dostępu przez kontroler.
  - *OVS*: dodatkowy sygnał występujący w komputerach AT lub wyższych, pozwalający na zgłoszenie przez kartę rozszerzającą faktu obsługi jej przez procesor bez dodatkowych cykli opóźniających (ang. "Wait States").
- Dodatkowe sygnały dostępne w architekturze komputerów AT, wykorzystywane w naszym rozwiązaniu to:
- *D8...D15*: bardziej znaczący (MSB) bajt 16-bitowej magistrali danych (D0...D7 - LSB).
  - *IOCS16*: sygnał generowany przez 16-bitową kartę rozszerzającą, informującą procesor o obsłudze jej w trybie 16-bitowym. Aktywnym poziomem jest logiczne „0”, które powinno być generowane przez taką kartę w jej własnym dekodzie adresowym.
  - *IRQ10...IRQ12, IRQ14, IRQ15*: dodatkowe (w architekturze AT) linie zgłoszeń przerwania sprzętowych. Linia IRQ13 nie została wyprowadzona, bowiem wykorzystywana jest przez koprocesor arytmetyczny.
- Dodatkowe sygnały nie buforowane przez „przedłużacz” to:
- *DRQ0, DACK0*: dodatkowy, wolny kanał 0 DMA będący pozostałością po architekturze XT, wykorzystywany w celu odświeżania pamięci dynamicznej.
  - *DRQ5...DRQ7, DACK5...DACK7*: dodatkowe, wolne kanały DMA udostępnione przez drugi kontroler implementowany w architekturze AT.
  - *A17...A23*: siedem bardziej znaczących linii adresowych procesora, linie A17...A19 pokrywają się z liniami z części 8-bitowej złącza, z tą różnicą, że adres wystawiany jest na nich wcześniej.
  - *SHBE*: sygnał wystawiany przez procesor lub inny układ przejmujący sterowanie nad magistralami podczas przekazywania danych w formacie 16-bitowym.
  - *MEMCS16*: sygnał generowany

przez karty rozszerzające, które gwarantują dostęp do przestrzeni adresowej pamięci w trybie 16-bitowym. Sterowanie podobne jak w przypadku sygnału IOCS16.

- *MASTER*: sygnał umożliwiający przejęcie sterowania nad systemem przez dodatkowy procesor znajdujący się na karcie rozszerzającej.

Oprócz tych sygnałów na rozszerzonej części gniazda ISA wyprowadzono linię zasilającą +5V oraz masę zasilania (GND).

Prezentowane urządzenie składa się z dwóch części: 16-bitowej (długiej) karty ISA, umieszczonej w jednym z gniazd płyty głównej komputera oraz z płytki z wyprowadzonym gniazdem testowym. Obie części są spięte odcinkiem 50-żyłowego kabla taśmowego. Odpowiednie umiejscowienie złączy umożliwia bezproblemowe (bez skręcania kabla) połączenie obu części w typowej obudowie typu „tower”.

Schemat blokowy „przedłużacza” przedstawiono na **rys. 2**. Jak widać, są buforowane wspomniane, najważniejsze dla projektanta kart prototypowych, sygnały magistrali PC-ISA. Dodatkowo, na karcie bazowej jest umieszczony dekodler adresowy umożliwiający dekodowanie adresów z całej przestrzeni adresowej wejścia-wyjścia komputera, w tym z obszaru przeznaczonego na karty prototypowe: 300...31Fh.

Budowa dekodera umożliwia użytkownikowi skonfigurowanie za pomocą kilku zworek (jumperów) wymaganego obszaru I/O, poprzez jego poszerzenie lub zwężenie, w zależności od potrzeb. Umożliwia to m.in. zastosowanie kilku „przedłużaczy” w jednym komputerze oraz, co nie mniej ważne, testowanie „prototypów” kart wyposażonych w tzw. niepełny dekodler adresowy - np. wykonanych „naprędce” na płytce uniwersalnej. W tym przypadku minimalne „gardło” dekodera, dające się skonfigurować, zajmuje 16 adresów (szesnaście 8-bitowych portów).

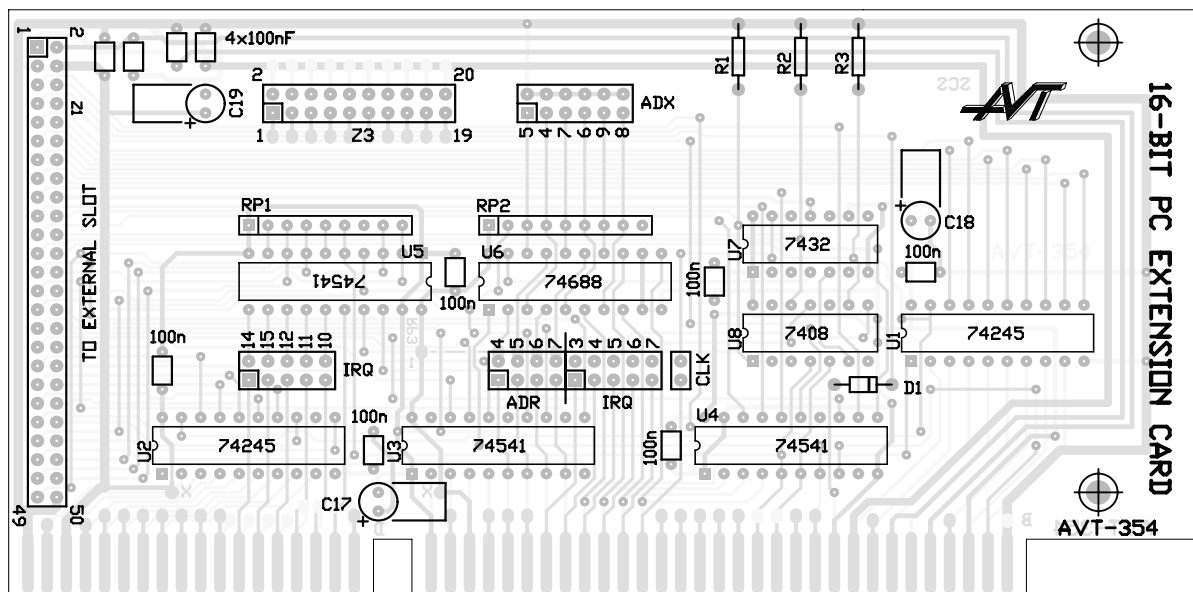
Dokładny schemat elektryczny urządzenia przedstawia **rys. 3**. Złącze pierwotne dołączone do płyty głównej komputera oznaczono symbolami SLOT A...D. Magistrala danych jest buforowana za pomocą 8-bitowych dwukierunkowych bram: układu U1 (młodszy bajt danych D0...D7) oraz U2

(starszy bajt danych D8...D15). Wykorzystano popularne na rynku kostki 74245 w wersji HCT (lub LS). Sterowanie kierunkiem przepływu danych odbywa się poprzez podanie odpowiedniego stanu logicznego na wejścia DIR układów U1 i U2. Podanie logicznego zera powoduje przekazanie danych z wyjścia układu (B1...B8) na wejścia (A1...A8) co jest wykorzystywane przy odczycie danych z karty przez procesor, podanie zaś logicznej „1” powoduje sytuację odwrotną - dane z wejść A1...A8 pojawiają się na wyjściach B1...B8, co występuje w sytuacji zapisu danych do karty. Do sterowania wykorzystano linię IORD szyny ISA, której stan jest zgodny z przyjętym założeniem o kierunku przepływu danych.

Aby jednak transmisja danych odbyła się na wejścia zezwalające G układów U1 i U2, to musi zostać podane logiczne „0”, które jest generowane przez dekodler adresowy zbudowany z wykorzystaniem komparatora U6, za pośrednictwem bramek U7b i U8b.

Zasada działania układu U6 jest prosta i polega na tym, że na wyjściu 19 tego układu pojawia się logiczne „0” w momencie kiedy 8-bitowe liczby podane na wejścia P0...P7 oraz Q0...Q7 są sobie równe, a ponadto sygnał G przyjmuje stan niski. W naszym rozwiązaniu „przedłużacz” nie wykorzystuje pracy kontrolera DMA, toteż do wejścia zezwalającego G-U6 doprowadzono sygnał AEN, co wymusza pracę kart tylko przy odwołaniach przez mikroprocesor.

Do wejść P i Q komparatora doprowadzono 8 linii adresowych: A11...A4. Linie A11 i A10 są porównywane z definicji z logicznymi zerami. Podłączenia poprzez zwory pozostałych linii pozwalają na nieco swobody i na zmianę dekodowanej przez układ przestrzeni I/O komputera. Jeżeli chcemy, aby nasz przedłużacz „przepuszczał” adresy z całego obszaru I/O, tj. 000h...3FFh, złącza Z7 i Z8 powinny mieć założone wszystkie zworki. W przypadku ograniczenia obszaru do przeznaczonego na karty prototypowe (adresu 300h...31Fh), należy zewrzeć wszystkie zworki, za wyjątkiem tych w złączu Z8 oznaczonych jako „x9” i „x8”. Bardziej



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce sterującej.

doświadczeni Czytelnicy z pewnością bez trudu ustawią inne przedziały dekodowane przez dekodery. Mniej doświadczonym autor radzi pozostanie przy obszarze przeznaczonym na karty prototypowe: 300h..31Fh.

Sygnaly magistrali adresowej A0...A11 zostały także zbuforowane układami U3 i U4, które pracują jako 8-krotne, jednokierunkowe bramy (układy 74541). Ponieważ sygnaly adresowe i sterujące (IOWR, IORD, AEN, RST) mają z definicji jeden kierunek (z magistrali komputera do karty rozszerzającej), to wejścia zezwalające G1 i G2 układów U3 i U4 zwarto do masy, odblokowując tym samym te bufony na stałe.

Dodatkowy sygnał zegarowy CLK jest buforowany przez bramkę U7d. Ze względu na występujące przy dużych częstotliwościach tego sygnału zakłócenia, na płytce głównej przedłużacza znajduje się zworka Z6, dzięki której możliwe jest mechaniczne odłączenie tej linii w przypadku nie korzystania z sygnału zegarowego.

Kolejna, trzecia brama U5 buforuje sygnaly linii przerwań oraz sygnał IOCS16. Warto zwrócić uwagę, że kierunek buforowania jest przeciwny niż w przypadku poprzednim ze względów oczywistych. Dodatkowe zwory Z4 i Z5 pozwalają na mechaniczne odcięcie linii przerwań komputera od układu przedłużacza w przypadku nie korzystania z niektórych z nich. Jak wynika z praktyki, ko-

rzystanie z linii przerwań sprzętowych jest niezwykle rzadkie, dlatego w takim przypadku zworniki Z4 i Z5 powinny być rozwarne.

Dodatkowo wejścia bufora U5, doprowadzające sygnaly przerwań z przedłużacza, zostały zablokowane do masy rezystorami RP1, co wymusza na nich stan niski (nieaktywny) w przypadku nie wykorzystania ich w uruchamianej karcie prototypowej. Sygnał IOCS16 posiada odwrotną polaryzację aktywną, toteż wejście 4 U5 zostało dołączone przez rezystor z drabinki RP2 do plusa zasilania.

Pozostałe sygnaly linii przerwań IRQ5..IRQ7 są buforowane przy pomocy trzech bramek AND: U8a, U8c, U8d. Rezystory R1..R3 pełnią taką samą rolę jak RP1 w przypadku sygnałów IRQ 3,4,10..15.

Dodatkowy sygnał IORDY (IOCHRDY) jest doprowadzony do złącza Z1 poprzez diodę D1, co pozwala w razie potrzeby na prostą realizację tzw. iloczynny montażowego i wykorzystanie tego sygnału przez kartę rozszerzającą.

Wszystkie zbuforowane sygnaly magistrali zostały doprowadzone do złącza Z1, a następnie za pośrednictwem kabla łączącego do płytki rozszerzenia umieszczonej na obudowie komputera.

Wszystkie układy scalone zablokowane kondensatorami 100nF w celu zmniejszenia zakłóceń na liniach zasilających. Dodatkowo, na płytce z gniazdem testowym zablokowane wszystkie linie napięć zasilających takimi kondensatorami,

a linię +5V dodatkowo kondensatorami elektrolitycznymi C6 oraz Z17...Z19 na płytce bazowej.

Tuż obok gniazda testowego, wszystkie linie zasilające zostały wyposażone w kołki pomiarowe, oznaczone na schemacie linią przerywaną (pod kondensatorem C6). Dzięki nim możliwe jest dołączenie tylko wymaganych napięć zasilających do karty prototypowej oraz, co często trudne w realizacji, pomiar prądu pobieranego przez daną kartę rozszerzającą na każdej z 4 linii zasilania.

### Montaż i uruchomienie

Cały układ elektryczny przedłużacza zmontowano na dwóch dwustronnych płytkach drukowanych z metalizacją otworów. Rys.4 przedstawia rozmieszczenie elementów na płytce bazowej, natomiast rys.5 na płytce ze złączem prototypowym. Widok płytek drukowanych przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru.

Płytki bazowa posiada złączone styki złącza SLOT, co zapewnia niezawodną pracę urządzenia przez wiele lat. Dodatkowo, w celu wzmocnienia konstrukcji płytki ze złączem prototypowym i umożliwienia prawidłowego i jednocześnie pewnego zamocowania w miejscu typowej stacji 5,25", w układzie są dostępne 4 dodatkowe, jednostronne płytki drukowane będące „ściankami“ tej płytki. Wykonane w nich otwory umożliwiają prawidłowe przykręcenie do chassis komputera, po

złutowaniu całości w typową „skrzynkę“.

Montaż należy rozpocząć od płytki bazowej. Przy zachowaniu ogólnie przyjętych zasad montażu układów cyfrowych oraz przy korzystaniu z lutownicy dobrej jakości czynność ta nie sprawi kłopotu, nawet mniej doświadczonym amatorom.

Przed rozpoczęciem montażu należy bezwzględnie, za pomocą drobnoziarnistego papieru ściernego, przeszlifować wszystkie krawędzie płytki, zwracając szczególną uwagę na usunięcie ewentualnych zwarć po stronie złącza komputerowego.

Kondensatory elektrolityczne C17...C19 można wlutować w pozycji leżącej, na płycie pozostawiono w tym celu wystarczającą ilość miejsca. Nie musimy przypominać o stosowaniu podstawek pod wszystkie układy scalone. Złącze Z3 jest opcjonalne, dlatego listwę goldpin montujemy w to miejsce tylko w razie wykorzystywania dodatkowych, nie buforowanych sygnałów magistrali komputera.

Montaż karty bazowej kończy przykręcenie śledzia za pomocą dwóch śrub typu M3. Na koniec jeszcze jedna istotna uwaga. W przypadku użycia jako U6 układu w wersji HCT (HC), należy od strony dolnej płytki przylutować dodatkowy R-pack do specjalnych punktów lutowniczych oznaczonych jako RP3. Wymusi to wysokie stany logiczne na wejściach adresowych komparatora. W przypadku użycia układu 74LS688 montaż tego elementu jest zbędny.

Odkładamy tak zmontowaną kartę na bok i przystępujemy do zmontowania płytki ze złączem prototypowym. Postępujemy podobnie jak poprzednio. Uwaga, złącze Z1 (łącznie obie części układu) lutujemy od strony spodniej płytki. Podobnie należy postąpić z kondensatorami blokującymi 100nF oraz kondensatorem elektrolitycznym C6. Podobnie jak w przypadku złącza Z3 na płycie bazowej, decyzja o wlutowaniu go na płytce rozszerzającej należy do Czytelnika. Pamiętajmy

jednak o wlutowaniu go podobnie, jak złącza Z2 - czyli od strony dolnej płytki drukowanej.

Po zmontowaniu płytki ze złączem rozszerzającym należy do czterech jej boków dolutować znajdujące się w zestawie ścianki boczne, korzystając z pół lutowniczych po wewnętrznych stronach płytek. Wykonanie tej czynności nie będzie trudne, ponieważ każda z płytek jest dokładnie opisana. Montaż ułatwi także zamieszczone w artykule zdjęcie prototypu przedłużacza.

Tak zmontowane urządzenie po sprawdzeniu poprawności montażu i usunięciu ewentualnych zwarć jest gotowe do uruchomienia. Ponieważ trudno jest bezpiecznie sprawdzić samodzielnie zmontowaną 16-bitową kartę, autor radzi przedzwonić ją miernikiem zwarć, zwracając szczególną uwagę na linie zasilania +5V.

Po wykonaniu tej czynności można kartę bazową umieścić w jednym z gniazd komputera. I tu istotna uwaga. W przypadku gdy korzystamy z komputera klasy XT, posiadającego jedynie krótkie sloty na płycie głównej, kartę można także umieścić w takim gnieździe, wtedy jednak część jej złącza będzie wystawała poza złącze na płycie komputera. W takim przypadku należy dodatkowo zwrzeć, od strony dolnej karty bazowej, punkty oznaczone jako X-X, używając w tym celu np. kawałka kynaru.

Przed włożeniem karty do slotu na płycie komputera należy oczywiście odpowiednio, w zależności od potrzeb, ustawić wszystkie zworki konfiguracyjne, jak opisano w poprzedniej części artykułu.

Umocowanie oraz przykręcenie części urządzenia ze złączem prototypowym w miejscu przeznaczonym na 5,25" stację dyskietek

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1..R3, RP1, RP2: 10..47kΩ (R-pack SIL9)

RP3: 10..47kΩ (R-pack SIL9) opcja

### Kondensatory

C1..C5, C7..C16: 100nF

C6: 100μF/10V

C17..C19: 47μF/10V

### Półprzewodniki

D1: BAT85 (BAT43 lub podobna)

U1, U2: 74HCT/LS245

U3..U5: 74HCT/LS541

U6: 74HCT/LS688

U7: 74HCT/LS32

U8: 74HCT/LS08

### Różne

Z1, Z2: złącze goldpin 2x25

Z4+Z5+Z7+Z8: złącze goldpin 2x20 pin (łącznie)

Z6: złącze goldpin 2x1

złącze PC-ISA 16-bit - 1kpl.

wtyk Z-FC50 - 2 szt.

jumper - 12 szt.

przewód taśmowy 50-żyłowy - ok. 70 cm

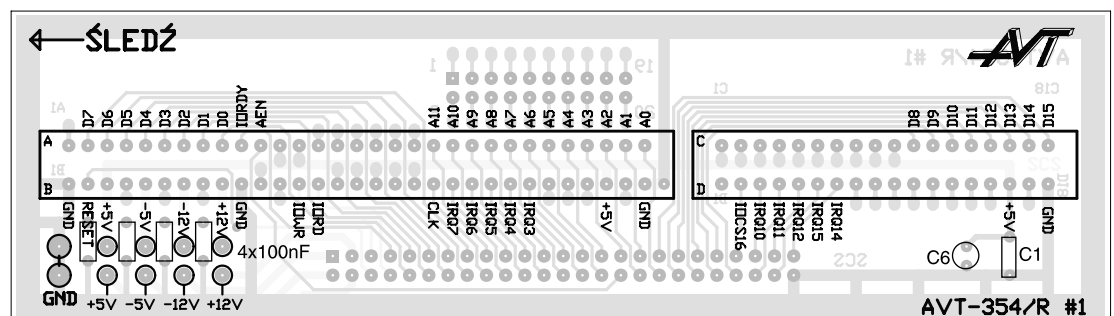
śledź - 1 szt.

podstawki pod układy scalone

kończy montaż układu w naszym komputerze. Nie zapomnijmy także o połączeniu obu części przedłużacza kablem taśmowym, zwracając uwagę na prawidłowy jego kierunek. Tak zmontowane stanowisko dla kart prototypowych jest gotowe do pracy.

Na zakończenie warto dodać, że do jednej karty bazowej przedłużacza można równolegle dopiąć dodatkowy, drugi slot prototypowy, zaciskając na kablu taśmowym dodatkowe złącze typu Z-FC50 (podobnie jak łączy się dwa dyski twarde do jednego kontrolera. Dzięki temu uzyskamy podwójne stanowisko, na którym będzie można testować dwie karty prototypowe jednocześnie.

**Sławomir Surowiński, AVT**



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce rozszerzenia.