

---

## Płytką prototypowa z mikrokomputerem jednoukładowym i8031

Najpopularniejszym mikrokomputerem jedno-układowym w Polsce jest obecnie układ i8031 i jego odmiany (rozszerzona wersja - i8032 i posiadające wbudowaną pamięć programu EPROM - i8751 oraz i8752) - wszystkie opracowane przez firmę Intel. Popularność swą zawdzięczają niskiej cenie wersji bez wbudowanej pamięci ROM (najtańszą można kupić już za kilkanaście tysięcy zł) oraz prostym schematom aplikacyjnym. W najskromniejszej wersji wystarczy do normalnej pracy tylko jeden układ i8751 z wbudowaną pamięcią EPROM, układy bez wewnętrznej pamięci programu wymagają dodatkowo pamięci EPROM i rejestru separującego (np. typu 74LS373).

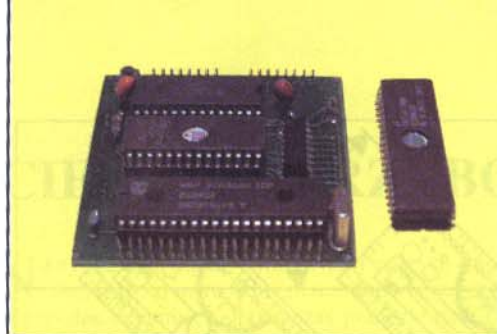
Przyjrzyjmy się prostemu układowi umożliwiającemu uruchomienie i pracę mikrokontrolera INTEL i8031 (lub jego odmiany). Ma to być uniwersalna płytka zawierająca "jądro" systemu, tzn. procesor i (ewentualnie) układy zewnętrznych pamięci pro-

gramu i danych. Schemat układu umożliwia takie skonfigurowanie płytki, aby możliwe było użycie każdego z układów: i8051/52, i8031/32 i i8751/52.

Płytką, na której obsadzono układy scalone, może następnie zostać "obudowana" układami peryferyjnymi stosownie do wymogów konstrukcji zaprojektowanej przez Czytelnika.

### OPIS SCHEMATU IDEOWEGO

Schemat ideowy najbardziej rozbudowanej wersji układu (wersja podstawowa i8031/32 wyposażona w zewnętrzne pamięci programu i danych) przedstawiony jest na rysunku. Użyte zostały popularne układy scalone: najtańsza wersja mikrokontrolera i8031, bufor rozdzielający dane i adresy 74LS373, pamięć EPROM 2764, pamięć statyczna RAM 6264, układ do dekodowania adresów 74LS138.



Płyta uruchomieniowa mikrokomputera jednoukładowego i8051 z zamontowanym zestawem kostek w wersji bez wbudowanej pamięci programu. Obok kostka z wbudowaną pamięcią programu EPROM

Jest to typowy schemat aplikacyjny dla tego typu mikrokomputerów. Wyjaśnienia wymaga jedynie zastosowanie układu dekodera 74LS138: umożliwi on sterowanie zewnętrznymi elementami peryferyjnymi. Odbywa się to poprzez dekodowanie adresów obszaru zewnętrznej pamięci danych (8 KB począwszy od adresu 0000h). Dodatkowo użytkownik ma do dyspozycji siedem lokacji adresowych. Lokacje te dekodowane są trzema najstarszymi bitami adresu, tak więc jest to w zasadzie dekodowanie kolejnych ośmiokilobajtowych obszarów zewnętrznej pamięci danych.

## JEDNOUKŁADOWCE

Ci, którzy używali w swoich konstrukcjach mikroprocesory, wiedzą, że uniwersalność elementy te zawdzięczają swojej programowalności. Sekwencje czynności, które układ ma wykonać, zapisuje się w postaci ciągów instrukcji, co powoduje, że możliwości układu są ograniczone jedynie stopniem inwencji programisty. Na pierwszy rzut oka - nic, tylko wsadzać mikroprocesory, gdzie się da!

Jednak nie ma róży bez kolców. Po pierwsze - sam mikroprocesor nie wystarczy, potrzebne jest jeszcze całe mnóstwo układów peryferyjnych - pamięci programu i danych, porty, liczniki, dekodery adresów... a to wszystko w postaci oddzielnych kostek zajmujących miejsce i zwiększających koszty. Po drugie - są problemy związane z uruchamianiem tego typu układów. Mikroprocesor ma to do siebie, że uruchomiony - działa bez przerwy i bez specjalistycznego sprzętu nie można go ani zatrzymać, ani nawet podejrzeć. A ponieważ jedno z praw Murphy'ego mówi: w każdym programie jest jeszcze jeden błąd, więc z reguły pierwsze uruchomienie kończy się tzw. pójściem programu w krzaki. Zostaje więc jedynie, wnioskować, obserwując działanie układu, gdzie może być błąd, i - analizując kod źródłowy programu - próbować go zlokalizować. Jest to jednak tzw. zajęcie na długie zimowe wieczory.

Czyżby więc układy mikroprocesorowe, pomimo swoich bezsprzecznych zalet, były niedostępne dla majsterkowiczów?

Otóż nie. Obu powyższym kłopotom można zaradzić.

Antidotum na pierwszy z tych problemów są mikrokomputery jednoukładowe. Pod tą nazwą ukrywają się układy scalone zawierające w swojej strukturze jednostkę centralną, pamięci programu i danych oraz układy peryferyjne - słowem, cały komputer (stąd nazwa). Do najbardziej popularnych u nas należą układy rodziny i8051 (opracowanie firmy Intel). Układ taki zawiera w sobie (oprócz jednostki centralnej) pamięć ROM i RAM, cztery porty transmisji równoległej, dwa szesnastobitowe liczniki, które mogą być programowo rekonfigurowane, programowany układ transmisji szeregowej RS-232 oraz układ obsługi przerwań zewnętrznych i wewnętrznych. Jest też produkowana wersja układu z dołączaną zewnętrzną pamięcią programu (EPROM), co umożliwi pisanie własnych programów - cena układu w tej wersji nie przekracza 50000 zł!

O mikrokomputerach jednoukładowych "Młody Technik" pisał w numerze 11/91. Dokładniejszy opis tej rodziny mikroprocesorów można znaleźć w wielu polskich książkach - polecamy np. pozycję autorstwa Andrzeja Rydzewskiego "Mikrokomputery jednoukładowe rodziny MCS-51" (WNT 1992).

W przypadku problemów z uruchamianiem sprawa jest trudniejsza, ale nie beznadziejna. Można i u nas kupić oprogramowanie służące pisaniu i uruchamianiu programów przeznaczonych na ten typ procesora (asembler-symulator). Nie są one może idealne, ale rolę swoją spełniają, i - co najważniejsze - ich cena jest w zasięgu możliwości finansowych typowego majsterkowicza, a wymagania sprzętowe są niewielkie - wystarczy nawet komputer klasy PC/XT. Także samodzielne skonstruowanie systemu uruchomieniowego dla układów mikroprocesorowych jest możliwe dla kogoś, kto ma pojęcie o elektronice.

Z myślą o popularyzacji idei wykorzystania mikrokomputerów jednoukładowych w konstrukcjach amatorskich publikujemy przykład płytki prototypowej, która może służyć jako półprodukt przy wykonywaniu własnych konstrukcji. W następnym numerze "MT" zamieścimy opis wykonania systemu uruchomieniowego dla mikrokomputera i8051.

Wszystkim majsterkowiczom polecamy stosowanie mikrokomputerów jednoukładowych. Na początku trzeba się wprawdzie nieco nauczyć, ale jest to inwestycja, która później procentuje przy projektowaniu kolejnych konstrukcji.

Dariusz Adam Przygoda

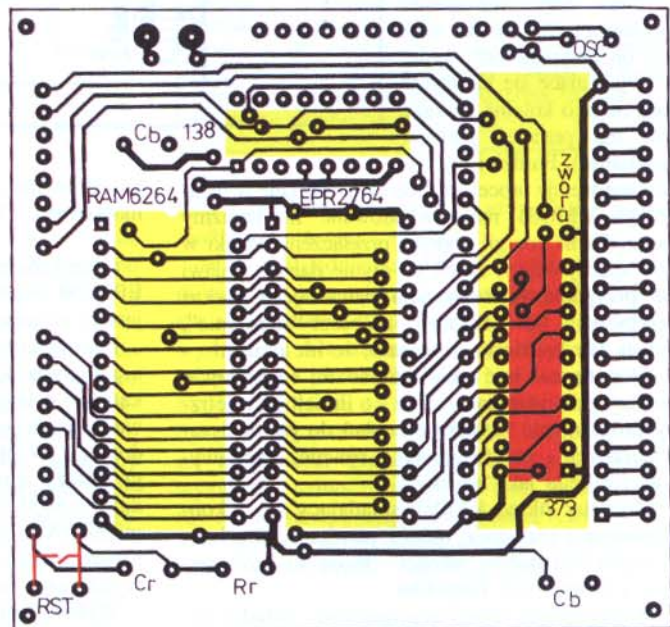
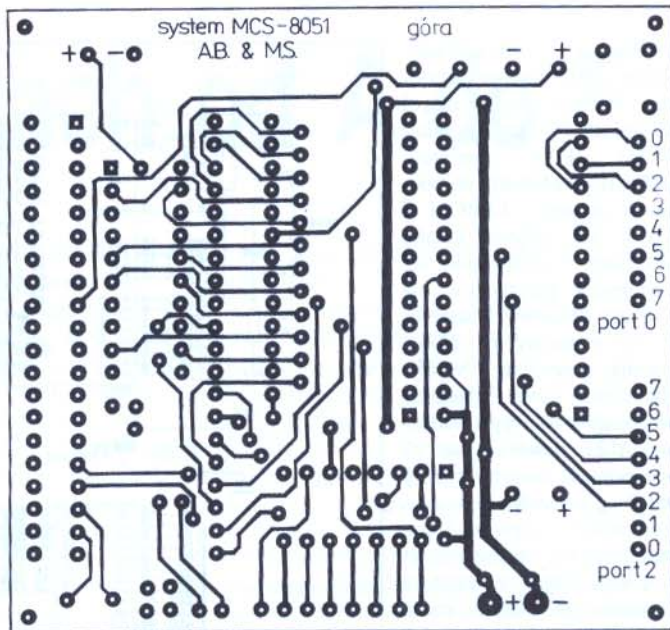


## OPIS PŁYTKI

Płytkę drukowaną układu widzimy na rysunku. W wykonaniu "luksusowym" jest to płytka z metalizacją otworów, jednak - jeżeli Czytelnik nie dysponuje możliwościami wykonania takiej płytki - dopuszczalne jest wykonanie jej jako płytki z drukiem dwustronnym bez metalizacji. W tym przypadku należy podczas montażu zwrócić uwagę na fakt, że niektóre nóżki elementów muszą być lutowane po obydwóch stronach płytki. Dotyczy to także układów procesora i pamięci, które powinny być obsadzone w podstawkach, więc wygodnie jest zamiast podstawek użyć tzw. *szpilek*, które bez kłopotu można przylutować po obu stronach płytki. Dla ułatwienia montażu szpilek (powinny być one montowane prostopadłe do płytki drukowanej) należy w nich (po umieszczeniu w otworach płytki) obsadzić układ scalony o odpowiednich wymiarach - usztynni on poszczególne szpilki i zapewni ich prawidłowe ustawienie. Tak usztynnione szpilki lutuje się (nie wyjmując obsadzonego układu!) bez najmniejszych kłopotów.

W celu zmniejszenia wymiarów płytki układ 74LS373 został umieszczony pod układem i8031. Zastosowanie podstawki (lub szpilek) pod układ i8031 i wlutowanie układu 74LS373 rozwiązuje problem ustawienia układów jeden nad drugim. W celu łatwego modernizowania programu konieczna jest podstawa pod pamięć EPROM 2764. Praktycznie wskazane jest również użycie podstawki pod układ pamięci RAM, chociaż przy pierwszych próbach uruchamiania układu pamięć RAM nie jest konieczna.

Większość sygnałów mikrokomputera jednoukładowego jest dostępna na wyprowadzeniach umieszczonych na krawędziach płytki. Ich rozkład (standardowy raster 0.1" i umieszczenie w linii) sprawia, że można wlutować w nie gniazda



łączeniowe, zwiększając tym samym uniwersalność układu.

## URUCHAMIANIE

Po wlutowaniu wszystkich elementów i podstawek do płytki, należy dołączyć zasilanie (+5V) i sprawdzić działanie oscylatora układu mikro-



komputera jedнокładowego (najlepiej w wersji bez zewnętrznej pamięci programu, tj. na przykład i8031). Przy pierwszej próbie nie wkładamy do podstawek pamięci EPROM i RAM, ale jedynie kostkę procesora - pojawienie się zmiennych przebiegów na szynach adresowych sugeruje, że elementy na płycie pracują poprawnie. Najwygodniejsze jest zbadanie przebiegów na wyprowadzeniu ALE, powinien się na nim pojawić niesymetryczny przebieg prostokątny o częstotliwości sześciokrotnie mniejszej od częstotliwości zastosowanego rezonatora kwarcowego. Należy zwrócić uwagę na dwie rzeczy.

Takie dołączenie układu procesora powoduje, że traktuje on przypadkowe sygnały pojawiające się na szynie danych jako kolejne rozkazy (nie ma przecież pamięci programu!). Bardziej wyrafinowane wersje procesora (wersje wykonane w technologii CMOS) mają wbudowane mechanizmy oszczędzania energii poprzez przełączenie kostki w tryb spoczynkowy. Jeżeli na szynie danych pojawi się przypadkowa sekwencja oznaczająca rozkaz przełączenia się w ten tryb - procesor "zamilknie", jednak nie będzie to oznaczało, że nie działa.

Kłopot może być także z układami z wbudowaną pamięcią programu, które - o ile ich wewnętrzny program nie zawiera odwołań do pamięci zewnętrznych i peryferyjnych - również zachowywać się będą jak "martwe".

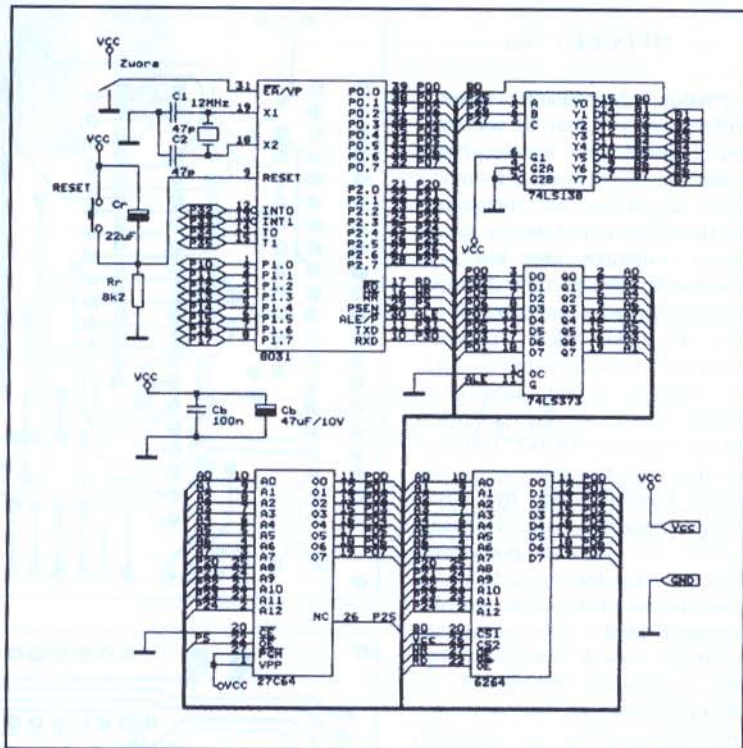
Montując układ RESET składający się z kondensatora i rezystora, należy pamiętać, aby kondensator był dobrej jakości - może to zaoszczędzić późniejszych kłopotów.

W następnym kroku uruchamiamy układ z pamięcią EPROM. W tym celu zwróć pod układem scalonym i8031 należy dołączyć tak, by sygnał EA miał wartość zera logicznego. Następnie należy wpisać do pamięci EPROM następujący krótki program:

```

ORG 0000
START:  MOV port1,0
        MOV port1, OFFH
        JMP START
        END

```



co odpowiada sekwencji bajtów (w postaci szesnastkowej): 75 90 00 75 90 FF 80 F8.

(Jeżeli mamy do dyspozycji symulator pamięci EPROM sprawa bardzo się upraszcza, jednak nie jest to wyposażenie niezbędne.)

Poprawna praca programu po włączeniu zasilania objawia się pojawieniem się przebiegu prostokątnego o wypełnieniu 2/3 na wszystkich wyprowadzeniach portu p1 mikrokomputera jedнокładowego. W przypadku braku zmiennego przebiegu należy sprawdzić połączenia pomiędzy układami i 8031, 74LS373 i 2764. Sprawdzenie pamięci RAM można wykonać w podobny sposób, pisząc program, który przeprowadzi test i jego wynik wyprowadzi do portu p1.

Wykorzystując przedstawiony projekt wykonano kilkanaście prototypowych mikrokomputerów do sterowania prostymi i bardziej rozbudowanymi urządzeniami. Każdy z prototypów dawał się uruchomić bez poprawek, gwarantowały to: staranne wykonanie płytki i bezbłędny montaż elementów.

Andrzej Biń