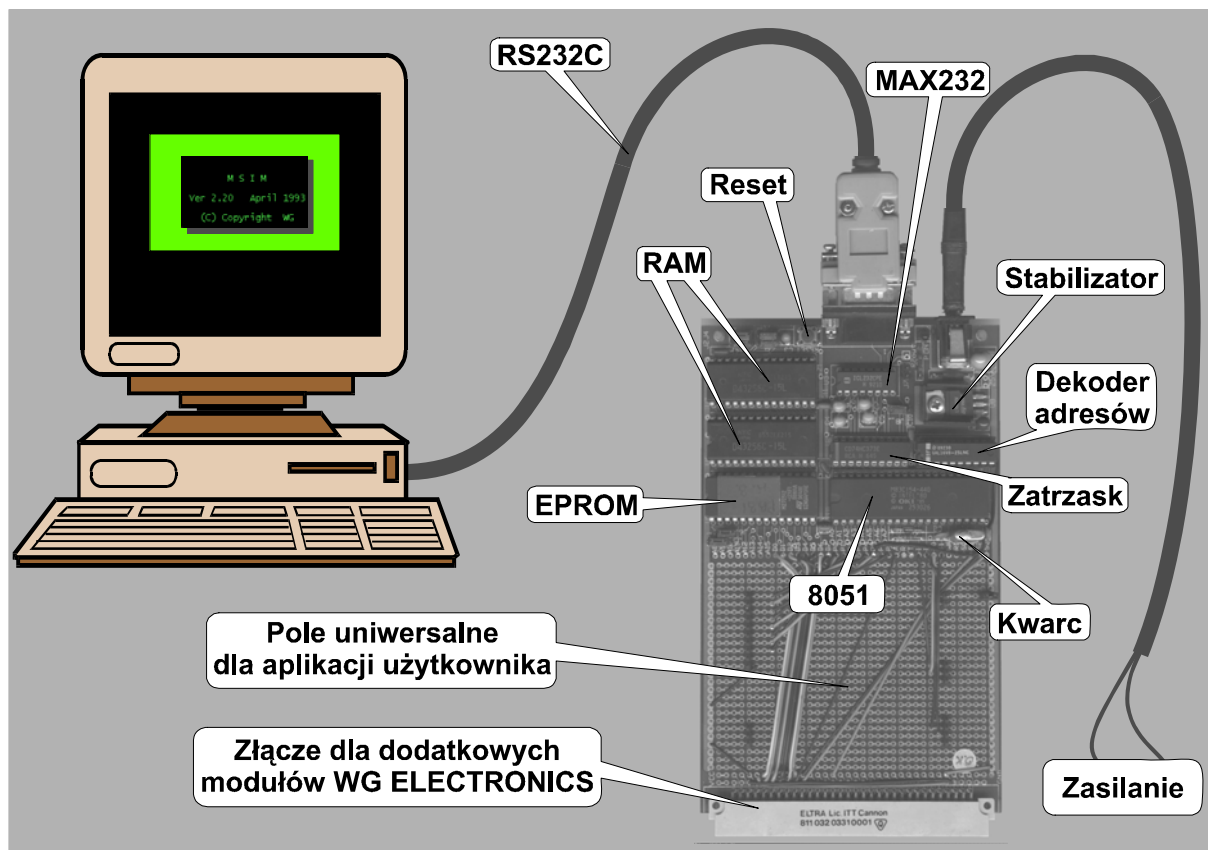


SYSTEM URUCHOMIENIOWY PB-31

System uruchomieniowy jest oparty o pakiet prototypowy PB-31 firmy WG-ELECTRONICS składający się z płytki uruchomieniowej oraz programu μ VISION firmy Keil Software (rysunek 1).



Rys. 1. System uruchomieniowy.

Powyższa płytki uruchomieniowa jest wyposażona w mikroprocesor 80C31 wykonany w technologii CHMOS. Mikroprocesor ten jest najprostszym rozwiązaniem w rodzinie MCS-51 zaproponowanym przez firmę Intel. W porównaniu z 80C51 został on okrojony tylko o wewnętrzną pamięć programu, wszystkie pozostałe funkcje i bloki są identyczne. Z tego też powodu musi być zawsze wyposażony w zewnętrzną pamięć programu. W omawianym systemie jest to między innymi pamięć EPROM (rysunek 1), w której jest umieszczony program odpowiedzialny za komunikację z programem μ VISION uruchomionym na komputerze PC. Do nawiązania komunikacji jest wykorzystywany port szeregowy RS232C.

Schemat blokowy płytki uruchomieniowej

Taka budowa płytki uruchomieniowej zapewnia minimalizację liczby czynności, które musi wykonać użytkownik przy uruchamianiu swojego – nie zawsze działającego poprawnie – programu.

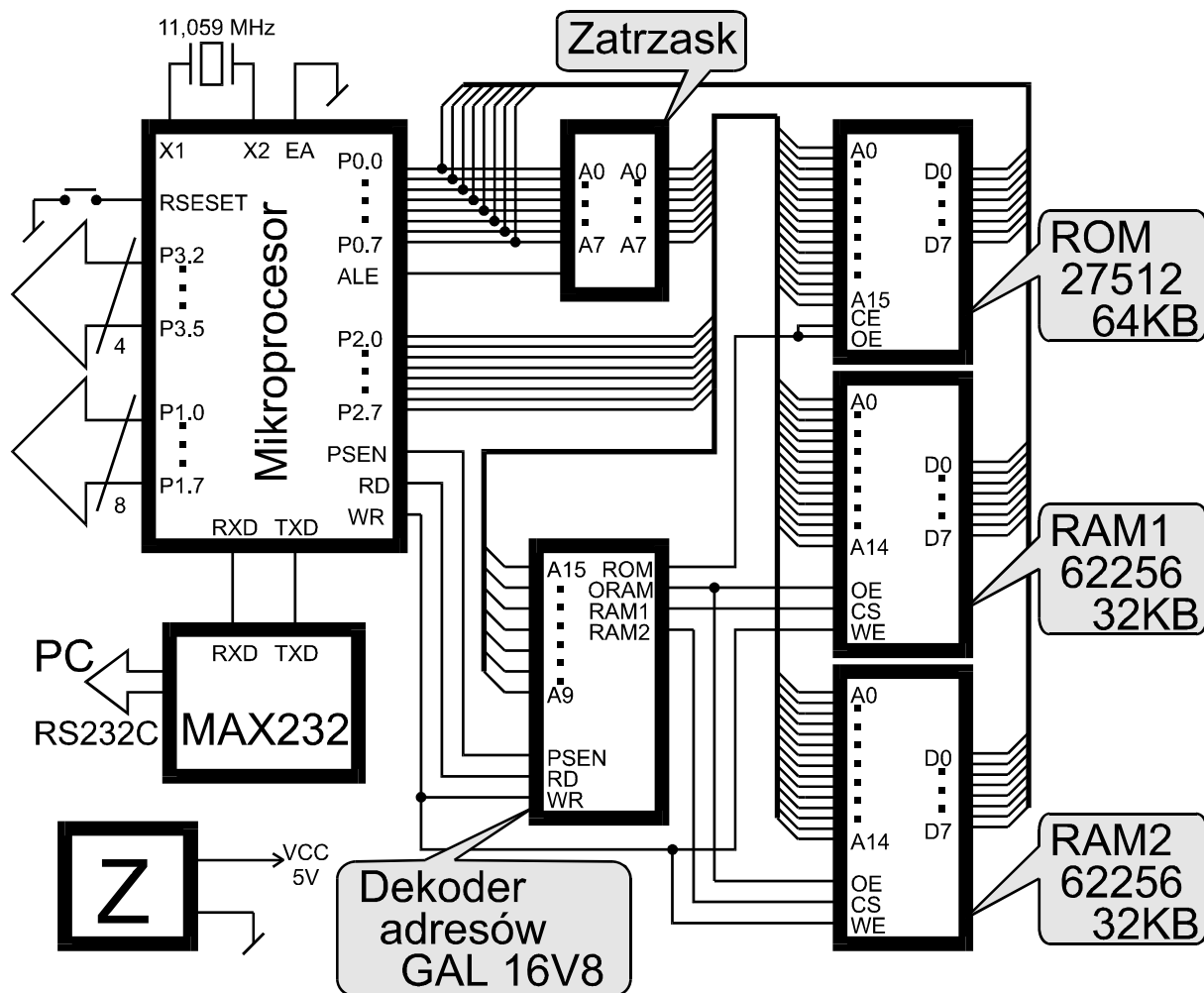
Głównym elementem płytki jest mikroprocesor, który steruje całym systemem wykonując program pobierany z pamięci zewnętrznej.

Taktowanie

Takt pracy mikroprocesora jest wyznaczany przez generator zewnętrzny, którego częstotliwość jest stabilizowana rezonator kwarcowym o częstotliwości rezonansowej 11,059 MHz.

Zerowanie

Do wejścia RESET mikroprocesora jest dołączony obwód zerujący, który wymusza odpowiedni czas trwania impulsu zerującego rejestry wewnętrzne.



Rys. 2. Płytką uruchomieniową PB-31.

Porty P2 i P0 – pamięć zewnętrzna

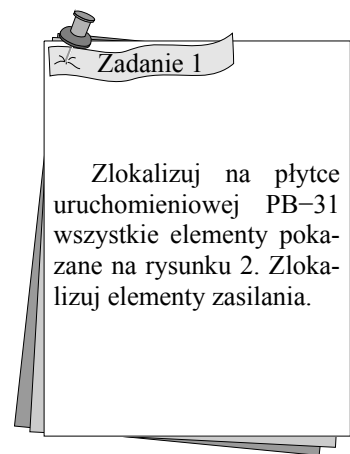
Porty P2 i P0 zostały wykorzystane do obsługi pamięci zewnętrznych dołączonych do systemu. Na porcie P2 jest wystawianych 8 starszych bitów (A8...A15) magistrali adresowej. Port P0 spełnia funkcję multipleksowanej magistrali danych i adresów. Kiedy sygnał ALE przyjmuje stan wysoki na porcie P0 jest wystawianych 8 młodszych bitów magistrali adresowej (A0...A8), które są przepisywane na wyjście zatrzasku. Kiedy sygnał ALE nie jest aktywny następuje zablokowanie przepisywania z wejścia na wyjście w zatrzasku, czyli na wyjściu tego układu będą stabilnie utrzymywane młodsze bity adresowe. Na porcie P0 są wówczas ustawiane bity danej, która ma być przesłana pod wcześniej ustalony adres (utworzony z bitów portu P2 i wyjść zatrzasku). Oczywiście port P0 jest portem dwukierunkowym i dana może być przesyłana w obie strony. To, która z trzech umieszczonych w systemie pamięci (ROM, RAM1, RAM2) będzie w danym czasie aktywna decydują sygnały sterujące PSEN, RD, WR. Są one przejmowane przez dekodery adresów zbudowany na programowalnej strukturze logicznej GAL 16V8. Zadaniem dekodera jest wystawianie odpowiednich (opisanych dalej) sygnałów sterujących pamięciami.

EPROM – monitor

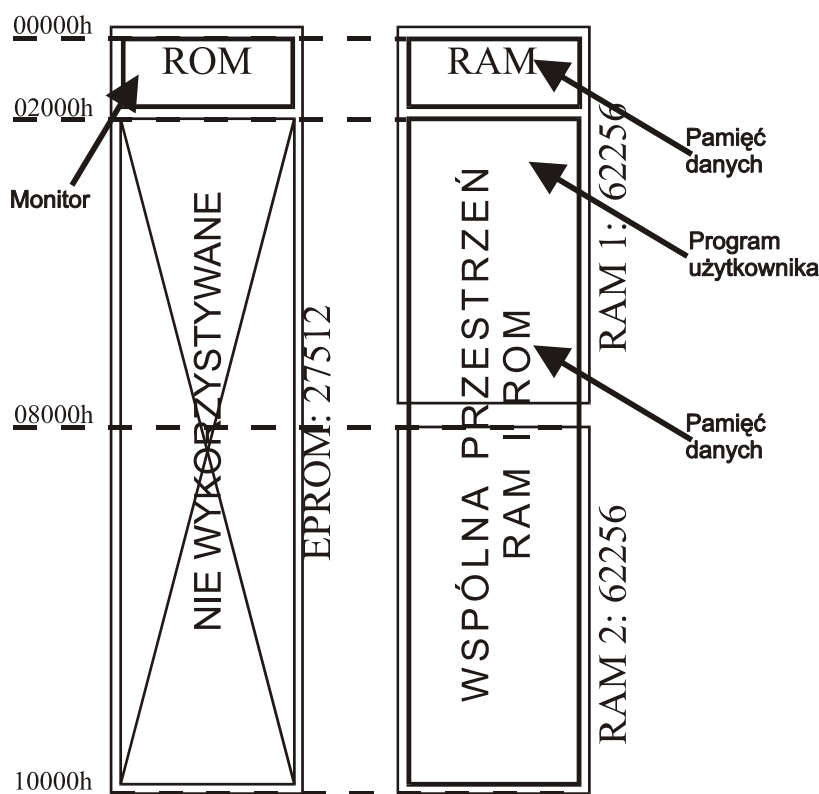
W systemie zostały umieszczone trzy pamięci. Pamięć typu EPROM (oznaczenie: 27512; pojemność: 512 kbitów → 64 kbajtów) zawiera na stałe wpisany program sterujący, tzw. Monitor (rysunek 3). Monitor jest częścią programu μ VISION i jego zadaniem jest nawiązanie komunikacji z programem nadrzędnym uruchomionym w komputerze PC. Komputer PC jest połączony z systemem PB-31 za pośrednictwem portu szeregowego (linie RxD oraz TxD). Monitor zajmuje 4kB początkowych komórek pamięci od adresu 0000H do 1FFFH. Od adresu 2000H pamięć EPROM jest zupełnie nie wykorzystana. Pamięć jest uaktywniana sygnałem ROM z dekodera adresów, który jest aktywny wtedy, gdy jest aktywny sygnał PSEN (odczyt rozkazów z pamięci programu) oraz adres na magistrali adresowej jest mniejszy od 2000H.

RAM – program użytkownika

W systemie są umieszczone dwie pamięci typu RAM (oznaczenie: 62256 → pojemność: 256 kbitów → 32 kbajty). Sumaryczna pojemność tych pamięci wynosi 64kB czyli tyle, ile maksymalnie może zaadresować mikroprocesor. Służą one do przechowywania danych użytkownika oraz programu uruchamianego pod nadzorem Monitora. Przechowywanie programu



w pamięci RAM nie jest oczywiście typowe dla systemów mikroprocesorowych, lecz w tym przypadku znacznie usprawnia proces uruchamiania programów aplikacyjnych przez mało doświadczonych programistów. Zabieg taki jest możliwy tylko dzięki zastosowaniu dekodera adresów. Ponieważ do adresu 2000H w przestrzeni adresowej programu znajduje się Monitor, dlatego program użytkownika musi zostać umieszczony powyżej adresu 2000H. Odczyt poszczególnych rozkazów z tej przestrzeni adresowej nastąpi po wystawieniu sygnału PSEN i ustawieniu na magistrali adresowej adresu większego od 2000H. Na podstawie tych sygnałów dekodera adresów wystawia sygnał odczytu pamięci ORAM oraz jeden z sygnałów RAM1 lub RAM2 (w zależności od tego czy adres jest mniejszy od 8000H (32kB) czy większy).



Rys. 3. Rozmieszczenie pamięci zewnętrznej w systemie PB-31.

RAM – dane użytkownika

Powyższe pamięci RAM mogą również być w całości wykorzystywane do przechowywania danych. Wówczas przy odczytywaniu lub zapisywaniu do tych pamięci są wystawiane odpowiednio sygnały RD lub WR, na podstawie, których dekodery adresów uaktywnia odpowiednie wyjścia (ORAM, RAM1, RAM2). Należy oczywiście uważać, żeby wpisując dane do pamięci RAM nie zamazać kodu programu, który jest również w niej umieszczony. Ponadto program Monitor wykorzystuje niewielką część pamięci RAM1, w celu przechowywania swoich zmiennych tymczasowych. Są to lokacje od adresu 7F00h do adresu 7FFFh. Pisząc program użytkowy należy zwrócić na to uwagę i zadbać o to, aby powyższe komórki nie były używane.

Komunikacja szeregową

Mikroprocesor jest wyposażony w port szeregowy, który może posłużyć do połączenia z interfejsem pracującym w standardzie RS-232C. Ponieważ nie jest on jednak w pełni kompatybilny z tym standardem, dlatego w celu nawiązania komunikacji z komputerem osobistym konieczne jest zastosowanie specjalizowanego układu MAX232, którego głównym zadaniem jest dopasowanie poziomu napięć: 0 i 5V dla PB31 ↔ 12 i -12V dla PC.

Komunikacja z otoczeniem użytkownika

Mikroprocesory rodziny MCS-51 dysponują czterema portami (P0, P1, P2, P3), po osiem linii każdy, które mogą posłużyć do komunikacji z otoczeniem. W omawianym systemie porty P0 i P2 są wykorzystywane do obsługi pamięci zewnętrznych, natomiast w porcie P3 dwie linie służą do przekazywania sygnałów odczytu i zapisu pamięci, a dwie do komunikacji szeregowej. Tak więc do dyspozycji programisty (do dowolnego wykorzystania) pozostał cały port P1 oraz niektóre bity portu P3 (P3.2, P3.3, P3.4, P3.5), które nie są używane w systemie.

Uruchamianie programu użytkownika

Uruchomienie programu użytkownika w tak zaprojektowanym systemie polega na wczytaniu go do pamięci RAM powyżej adresu 2000H i wydaniu odpowiedniego polecenia w części komputerowej programu μ VISION. Taki sposób uruchamiania programów jest możliwy tylko dzięki zastosowaniu programowalnego układu GAL 16V8, na którym jest zrealizowany układ dekodera adresów. Niestety rozwiązanie to komplikuje w znacznym stopniu system i utrudnia zrozumienie jego działania początkującym użytkownikom. Dlatego dla lepszego zrozumienia zasady działania systemu zostanie omówiony sposób wykonywania programów w systemie rzeczywistym (nie wyposażonym w Monitor i układ dekodera adresów).

W rzeczywistych systemach mikroprocesorowych uruchomienie programu polega na:

- zasamblowaniu i linkowaniu napisanego kodu źródłowego w wyniku czego otrzymuje się gotowy program, który może być wykonywany przez mikrokontroler (np. program *test.hex* otrzymany w poprzednim rozdziale),
- wyjęciu pamięci EPROM z podstawki (niestety czynność ta wiąże się z bardzo dużym ryzykiem urwania nóżki w układzie scalonym dlatego należy ją wykonywać bardzo ostrożnie),
- skasowaniu zawartości pamięci w kasowniku ultrafioletowym (czas naświetlania wynosi kilkanaście minut i zależy od mocy lampy ultrafioletowej i odległości pomiędzy lampą a pamięcią),
- zaprogramowaniu pamięci w programatorze czyli wpisaniu do pamięci programu *test.hex* (każda pamięć może być przeprogramowywana skończoną liczbę razy, potem ulega uszkodzeniu),
- ponownym włożeniu pamięci w podstawkę (czynność ta wiąże się z ryzykiem zagięcia nóżki układu scalonego dlatego należy ją wykonywać bardzo ostrożnie),
- włączeniu zasilania w wyniku czego zostanie wygenerowany sygnał RESET i mikrokontroler pobierze pierwszy rozkaz z zerowej komórki pamięci,
- kolejne kroki działania programu są uzależnione od programu użytkownika.

Po przeanalizowaniu powyższej drogi uruchamiania programu można stwierdzić, że taki sposób postępowania jest nieprzydatny dla początkujących programistów ze względu na długi czas potrzebny do uruchomienia kolejnej wersji programu (około 20 minut) oraz bardzo duże ryzyko uszkodzenia pamięci EPROM, a w szczególnych przypadkach nawet całej płytki PB-31. Jednak w tym przypadku nie ma potrzeby stosowania dekodera adresów i zrozumienie zasady działania systemu jest o wiele prostsze.

Zasada działania rzeczywistego systemu (nie wyposażonego w dekodery adresów)

Poniżej zostały zaprezentowane kolejne kroki wykonywane przez mikroprocesor poczynając od chwili wygenerowania sygnału RESET.

- po wygenerowaniu sygnału RESET mikroprocesor zaczyna wykonywać program pobierając pierwszy rozkaz z zerowej komórki pamięci programu (ROM) – wszystkie mikroprocesory rodziny MCS-51 zaczynają wykonywać program od zera ze względu na zerowanie licznika rozkazów PC w momencie wygenerowania sygnału RESET,
- na port P2 mikroprocesor wystawia starszy bajt adresu, a na port P0 młodszy bajt adresu – w sumie jest 16 linii adresowych, czyli można zaadresować pamięć o pojemności $2^{16} = 64\text{KB}$,
- mikroprocesor generuje ustawia wysoki poziom logiczny na wyprowadzeniu ALE podłączonym do wejścia uaktywniającego zatrask – młodsza część adresu z portu P0 jest przepisywana na wyjście zatrasku,
- mikroprocesor ponownie zeruje wyjście ALE – zatrask przestaje być „przezroczysty” i wszelkie zmiany na wejściach nie będą miały wpływu na stan końcówek wyjściowych, na których będzie dzięki temu stabilnie utrzymywany młodszy bajt adresowy,
- po wykonaniu powyższych kroków do pamięci jest podany pełny adres 16-bitowy wskazujący jej konkretną komórkę – po sygnale RESET zawsze będzie to adres 0000h,
- mikroprocesor zeruje wyprowadzenie PSEN sterujące odczytem pamięci programu – uaktywnienie tego sygnału jednoznacznie określa, że informacje które są przesyłane magistralą danych są kodami rozkazów,
- w odpowiedzi na zerowanie wyprowadzenia PSEN podłączonego do wejścia OE, pamięć wystawia na magistralę danych (port P0) informację pochodzącą z zaadresowanej komórki pamięci – mikroprocesor za pośrednictwem portu P0 odczytuje pierwszy bajt rozkazu i zwiększa o 1 zawartość licznika PC,
- mikroprocesor ponownie ustawia sygnał PSEN w stan wysoki – proces pobierania bajtu z kolejnej komórki pamięci może rozpocząć się od nowa.

Podobnie przebiega proces odczytywania lub zapisywania pamięci RAM. W tym przypadku zamiast zerowania sygnału PSEN jest zerowany sygnał RD (w przypadku odczytu pamięci) lub WR (w przypadku zapisu pamięci). Uaktywnienie jednego z tych dwóch wyprowadzeń (RD czy WR) jednoznacznie określa, że na magistrali danych (port P0) będą przesyłane bajty danych (a nie kody rozkazów). Sygnały te są aktywowane tylko w wyniku wykonania przez mikroprocesor rozkazu odczytującego lub zapisującego zewnętrzną pamięć danych. Na magistralę adresową (port P0 i P2) jest wystawiany adres określony przez wykonywany rozkaz.

