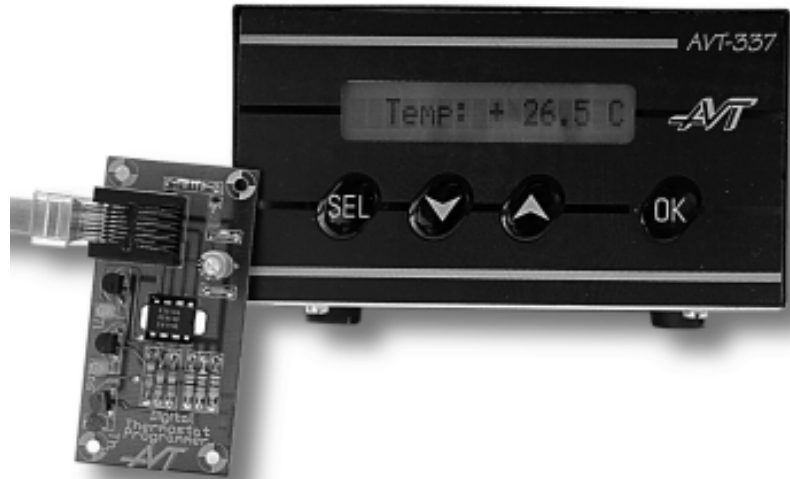


Programator termostatów cyfrowych firmy Dallas, część 1

kit AVT-337

Jest to konstrukcja na pierwszy rzut oka dość dziwna - programator termostatów? Cóż to takiego? Kiedyś do regulacji termostatu wystarczał wkrętak...



Firma Dallas dała się już poznać naszym Czytelnikom jako producent wielu niezwykłych układów scalonych. Szalona popularność immobilizerów, w których wykorzystano jako klucze układy Touch Memory, termometru z układami DS1820, czy też multiprzelącznika ze zdalnie sterowanymi kluczami DS2405 dowodzi, że opracowania konstruktorów tej firmy są chętnie stosowane przez bardzo wielu elektroników w naszym kraju.

W artykule przedstawiamy kolejny układ „ze stajni“ Dallasa - DS1620 - scalony termostat, w którym zintegrowano wszystkie elementy niezbędne do pomiaru i kontroli temperatury.

mator można wykorzystać do odczytu temperatury.

Rozpocznijmy od przedstawienia Czytelnikom układu DS1620.

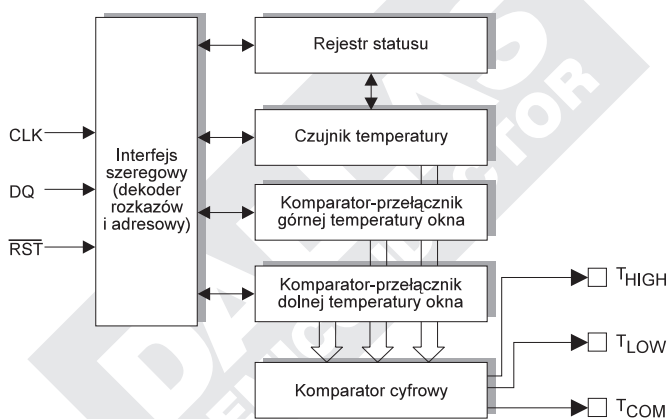
Co potrafi DS1620?

Budowę wnętrza układu DS1620 przedstawiono na rys.1. Jak widać na rysunku, w jednej strukturze półprzewodnikowej udało się konstruktorom zintegrować wszystkie elementy niezbędne do zbudowania kompletnego termostatu. Są to:

- czujnik temperatury o zakresie pomiarowym $-55..+125^{\circ}\text{C}$. Jest on zintegrowany z 9-bitowym przetwornikiem A/C, który generuje cyfrową postać wyniku

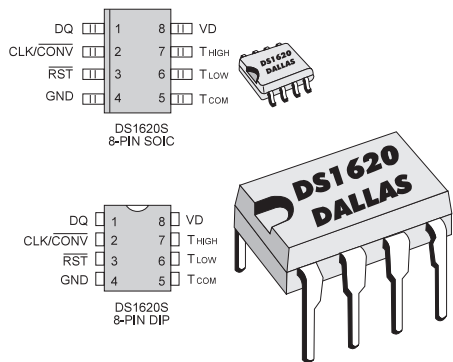
Podstawowe parametry i możliwości układów DS1620

- ✓ zakres mierzonych temperatur: $-55..+125^{\circ}\text{C}$;
- ✓ rozdzielczość pomiaru: $0,5^{\circ}\text{C}$;
- ✓ czas trwania jednego pomiaru: 500ms;
- ✓ ilość wyjść: 3;
- ✓ szerokość histerezy temperaturowej jest programowana i wynosi TH-TL;
- ✓ dokładność pomiaru temperatury: patrz rys.4;
- ✓ napięcie zasilania: 4,5..5,5V;
- ✓ pobór prądu: 1mA;
- ✓ maksymalna szybkość transmisji szeregowej: 1,75MHz;
- ✓ dostępne tryby pracy:
 - ✗ wyzwalanie programowe (poprzez szynę szeregową) lub samoczynne,
 - ✗ praca samodzielna lub nadzorowana przez procesor,
- ✓ gwarantowana ilość wpisów do pamięci EEPROM: 50.000.



Rys.1. Schemat blokowy układu DS1620.

Aby w pełni wykorzystać możliwości układu DS1620 niezbędny jest prosty programator, który umożliwia wpisanie do wbudowanej wewnątrz układu pamięci EEPROM nastaw określających tryb pracy układu i progi temperatur. Przy okazji progra-



Rys. 2. Wyprowadzenia układu DS1620 w obudowach DIP8 i SOIC8.

pomiaru. Wynik przetwarzania jest zapisywany do 9-bitowego rejestru latch i może być odczytany poprzez port szeregowy;

- rozbudowany, dwuprogowy komparator cyfrowy, który porównuje aktualnie zmierzoną temperaturę z zadanymi uprzednio (wpisanymi do wewnętrznej pamięci EEPROM) wartościami. Porównanie następuje każdorazowo po zakończeniu procesu przetwarzania A/C. W zależności od wyników porównania ustawiane są odpowiednie stany logiczne na wyjściach THIGH, TLOW i TCOM;
- rejestr statusu, który w praktyce składa się z dwóch 8-bitowych komórek pamięci. Jedna z nich jest typu SRAM, druga EEPROM. Do SRAM-u wpisywane są bity sygnalizujące aktualny stan pracy układu, pamięć EEPROM jest wykorzystywana do przechowywania nastaw ustala-

jących tryb pracy układu;

- interfejs szeregowy, który odpowiada za przesyłanie informacji pomiędzy procesorem i układem DS1620.

Są to najważniejsze bloki funkcjonalne układu DS1620.

Na rys.2 przedstawiono układ wyprowadzeń w DS1620, w obydwu dostępnych na rynku wersjach obudów. W naszym projekcie wykorzystane zostały układy w obudowie DIP8. W przypadku konieczności programowania układów w obudowie SOIC8 niezbędny będzie dodatkowy adapter.

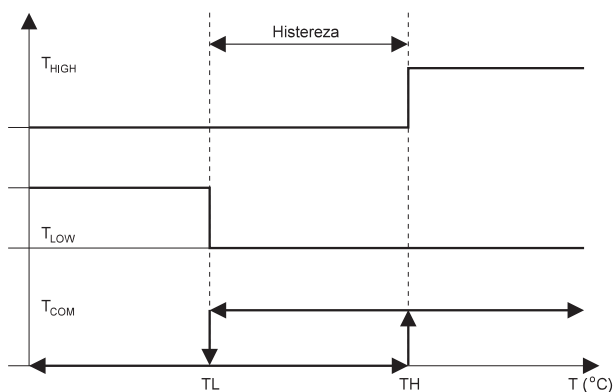
Teraz skupimy się na omówieniu sposobu działania wyjść THIGH, TLOW i TCOM termostatu podczas pracy.

Wyjście THIGH sygnalizuje wysokim stanem, że temperatura otoczenia przekracza górną wartość temperatury dopuszczalnej. Wartość tą oznaczono jako TH i jest ona zapisana w pamięci EEPROM układu DS1620. Wyjście THIGH można wykorzystać np. do włączania wentylatora lub modułu Peltiera pracującego jako chłodziarka.

Wysoki stan na wyjściu TLOW sygnalizuje, że temperatura otoczenia jest niższa niż dolna granica temperatur dopuszczalnej.

Wartość dolnego progu porównania jest wpisana do wewnętrznej pamięci EEPROM układu DS1620 i nosi oznaczenie TL. Wyjście TLOW można wykorzystać np. do włączania grzałki w akwarium, dzięki czemu każdorazowo po opadnięciu temperatury poniżej wartości zadanej będzie ona włączana.

Nieco większe możliwości charakteryzują wyjście oznaczone TCOM. Jest to bowiem wyjście termostatu z programowaną histerezą. Oznacza to, że stan tego wyjścia zmienia się na wysoki po przekroczeniu górnego progu porównania (TH), a wraca do stanu



Rys. 3. Charakterystyki obrazujące sposób działania wyjść układu DS1620.

niskiego dopiero po przekroczeniu dolnego progu porównania (TL). Szerokość histerezy wynosi więc $T_{hist} = TH - TL$.

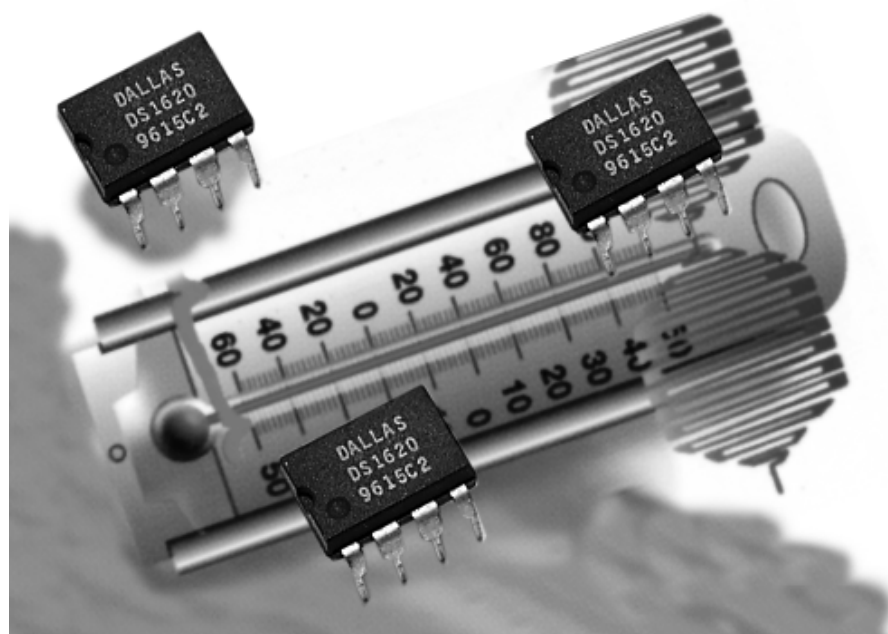
Tego typu wyjścia są najczęściej stosowane w układach automatyki, ponieważ są zabezpieczone przed oscylacjami, które mogą powstać na granicy progów porównania.

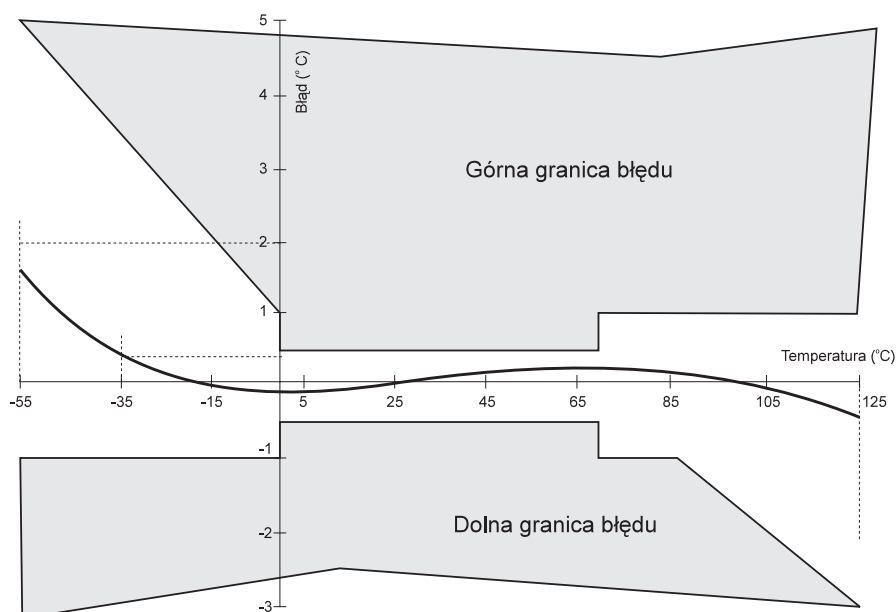
Na rys.3 przedstawiono wykres obrazujący sposób działania wszystkich trzech wyjść układu DS1620 w zależności od temperatury otoczenia.

Na rys.4 przedstawiono błąd pomiaru temperatury w zależności od jej wartości. Przedstawiona krzywa symbolizuje wartości typowe błędów bezwzględnych w całym zakresie temperatur. W najgorszym przypadku wartość błędów nie może być większa niż zaznaczono to szarym obszarem na rys.4.

Interfejs szeregowy układu DS1620

Komunikacja układu DS1620 z otoczeniem jest możliwa dzięki wyposażeniu go w trójprzewodo-





Rys. 4. Granice błędów pomiaru temperatury przez układ DS1620.

wy interfejs szeregowy, o poziomach zgodnych ze standardem TTL.

W jego skład wchodzi następujące sygnały:

DQ - dwukierunkowy port do przesyłania danych;

CLK - narastające zbocze sygnału na tym wejściu powoduje odczyt lub zapis danej znajdującej się na wejściu DQ;

RST - sygnał zerowania interfejsu. W czasie przesyłania danych musi być w stanie „1”.

Na rys.5 przedstawiono wykresy czasowe obrazujące sposób pracy interfejsu podczas odczytu danej z układu DS1620. Początek transmisji wyznaczony jest zmianą stanu na wejściu RST z "0" na "1". Pierwsze 8 bitów jest to rozkaz przesyłany z procesora do układu DS1620, po czym rozpoczyna się odczyt danych wysyłanych przez ten układ. Może to być 8 bitów (w przypadku rejestru statusu) lub 9 bitów danych (w przypadku odczytu rejestru temperatury zmierzonej lub komórek pamięci EEPROM, gdzie są przechowywane nastawy TL i TH).

Na rys.6 zostały przedstawione przebiegi czasowe podczas zapisu danej do układu DS1620. Podobnie jak w poprzednim przypadku, transmisja rozpoczyna się w chwili przejścia sygnału RST z "0" na "1". Następnie wysyłany jest 8-bitowy rozkaz, określający jakiego rodzaju zapis do układu chcemy

wykonać. Kolejne 8 lub 9 bitów to dana, która zostanie wpisana do pamięci EEPROM.

Sposób wysyłania i odbierania informacji przez układ DS1620 charakteryzuje się tym, że zawsze jako pierwszy bit jest przesyłany bit najmniej znaczący przekazywanego słowa (rys.7).

W tab.1 przedstawiono wszystkie rozkazy „rozumiane” przez układ DS1620. Producent ostrzega, że wysłanie rozkazu o kodzie innym niż podane w tabeli może

spowodować nieodwracalne uszkodzenie struktury układu.

Rejestr statusu układu DS1620

Jak wcześniej wspomniano, układ DS1620 jest wyposażony w komórkę pamięci spełniającą rolę rejestru stanu (konfiguracyjnego). Jest ona adresowana przez dwa rozkazy o kodach 0Ch lub ACh, które umożliwiają odczyt lub zapis zawartości.

Rejestr stanu jest 8-bitowy, przy czym 6 bitów służy do konfigurowania układu a 2 pozostałe mają ustalone przez producenta stany. I tak bit o najmniejszej wadze (LSB, D0) nosi oznaczenie 1SHOT i służy do ustalenia trybu mierzenia temperatury. Jeżeli bit ten ma wartość "1", to każdorazowo pomiar temperatury musi być zainicjowany rozkazem Start Convert. Jeżeli ma on wartość "0", to układ samoczynnie inicjuje konwersję od razu po zakończeniu poprzedniej.

Bit D1 oznaczono CPU. Jeżeli ma on wartość "1", to DS1620 oczekuje na polecenia przychodzące z szyny szeregowej. Jeżeli CPU="0", to możliwa jest inicjacja konwersji temperatury poprzez zmianę stanu na wejściu CLK.

Kolejne dwa bity mają ustalone wartości: D2="0", a D3="1".

Tabela 1. Kody poleceń dla układu DS1620 (na szaro zaznaczono polecenia wykorzystywane w prezentowanym układzie).

| Nazwa instrukcji | Opis | Kod instrukcji | Stan szyny danych po odebraniu instrukcji |
|--|---|----------------|---|
| <i>Polecenia związane z pomiarem temperatury</i> | | | |
| Read Temperature | Umożliwia odczyt ostatnio zmierzonej temperatury | AAh | DS1620 wysyła 9-bitową daną |
| Start Convert | Uruchamia proces pomiaru temperatury | Eeh | nic |
| Stop Convert | Zatrzymuje proces pomiaru temperatury | 22h | nic |
| <i>Polecenia dla termostatu DS1620</i> | | | |
| Write TH | Zapis danej określającej górny próg porównania | 01h | Procesor wysyła 9-bitową daną |
| Write TL | Zapis danej określającej dolny próg porównania | 02h | Procesor wysyła 9-bitową daną |
| Read TH | Odczyt zawartości komórki pamięci EEPROM określającej górny próg porównania | A1h | DS1620 wysyła 9-bitową daną |
| Read TL | Odczyt zawartości komórki pamięci EEPROM określającej dolny próg porównania | A2h | DS1620 wysyła 9-bitową daną |
| Write Config | Zapis bajtu konfiguracyjnego | 0Ch | Procesor wysyła 8-bitowe słowo |
| Read Config | Odczyt bajtu konfiguracyjnego | ACh | DS1620 wysyła 8-bitowe słowo |

WYKAZ ELEMENTÓW

Moduł sterownika

Rezystory

P1: 4,7kΩ miniaturowy potencjometr obrotowy

Kondensatory

C1: 1000µF/16V

C2: 47µF/10V

C3, C4: 100nF

C5: 22µF/10V

C6: 2,2µF/10V

C7, C8: 24pF

Półprzewodniki

M1: miniaturowy mostek prostowniczy min. 200mA/50V

US1: ST62T25-SWD lub HWD lub

ST62T25B - zaprogramowany

US2: 78L05 (78M05, 7805)

W1: LCD 1X16 - zalecany

PVC160101BTN lub

PVC160101BY(G)L firmy Picvue

Różne

JP1: jumper 1x3 ze zworką

X1: 8MHz

ZL1: złącze telefoniczne 8-stykowe

ZL2, ZL4: wtyczka + gniazdo

ZWS20 z kablem 14..20-żyłowym w taśmie (15cm)

ZL3: złącze klawiatury (w komple-

cie z folią samoprzylepną)

Folia samoprzylepna na przód

obudowy T23 (nie wchodzi w

skład kitu)

Obudowa T23 (nie wchodzi w

skład kitu)

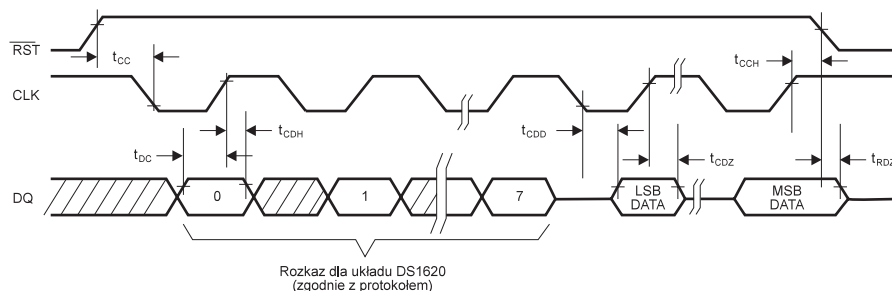
Dwa wtyki telefoniczne 8-stykowe

+ 40cm telefonicznego kabla 8-

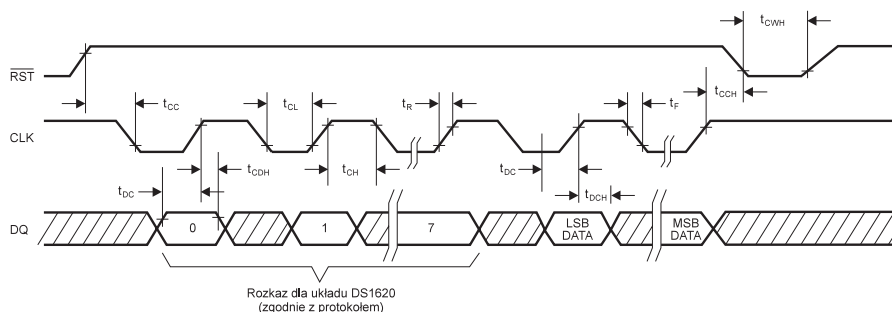
żyłowego

Podstawowe cechy i parametry programatora

- ✓ napięcie zasilania: 9..15VAC/DC;
- ✓ pobór prądu: 15mA (bez dołączonej płytki z układem DS1620);
- ✓ pobór prądu w czasie programowania układu DS1620 (zapalone dwie diody sygnalizacyjne na płytce programatora): 35mA;
- ✓ możliwość pracy w trybie pomiaru temperatury;
- ✓ częstotliwość pomiaru temperatury: 0,7Hz;
- ✓ rozdzielczość pomiaru temperatury: 0,5°C;
- ✓ przybliżona częstotliwość taktowania szyny danych: 30kHz;
- ✓ ilość układów programowanych jednocześnie: 1;
- ✓ automatyczna detekcja dołączenia układu DS1620;
- ✓ możliwość wpisania dowolnej wartości TH i TL z dokładnością do 0,5°C;
- ✓ możliwość odczytu i zapisu bitów konfiguracyjnych układu DS1620;
- ✓ automatyczna weryfikacja wpisów do pamięci EEPROM;
- ✓ czteroprzyciskowa, prosta w obsłudze klawiatura.



Rys. 5. Przebiegi sygnałów podczas odczytu układu DS1620.



Rys. 6. Przebiegi sygnałów podczas zapisu układu DS1620.

Bit D4 nazywa się NVB i sygnalizuje przy pomocy stanu wysokiego, że dostęp do pamięci EEPROM nie jest możliwy, ponieważ trwa proces zapisu.

Bity D5 i D6 noszą oznaczenia odpowiednio TLF i THF. Stany tych bitów są identyczne, jak stany wyjść TLOW i THIGH.

Ostatni, najbardziej znaczący bit słowa konfiguracyjnego nazywa się DONE. Jeżeli ma on wartość "1" oznacza to, że proces przetwarzania temperatury przez przetwornik A/C jest zakończony i wynik wpisany jest do rejestru temperatury, skąd można go odczytać wysyłając do DS1620 rozkaz o kodzie AAh.

Opis układu

Prezentowany przez nas programator składa się z dwóch zasadniczych modułów:

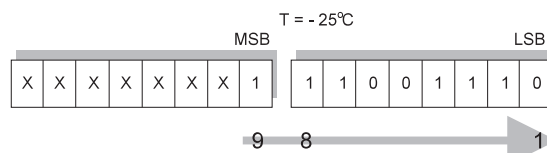
- płytki sterownika (z wyświetlaczem, klawiaturą i stabilizatorem);
- płytki programatora czujnika (w której instaluje się programowany układ DS1620).

W tej części artykułu skupimy się na omówieniu płytki sterownika. Jej schemat elektryczny przedstawiony został na rys.8. Jest to stosunkowo prosty układ, co udało się osiągnąć dzięki wykorzystaniu doskonałego mikrokontrolera z rodziny ST6 firmy SGS-Thomson.

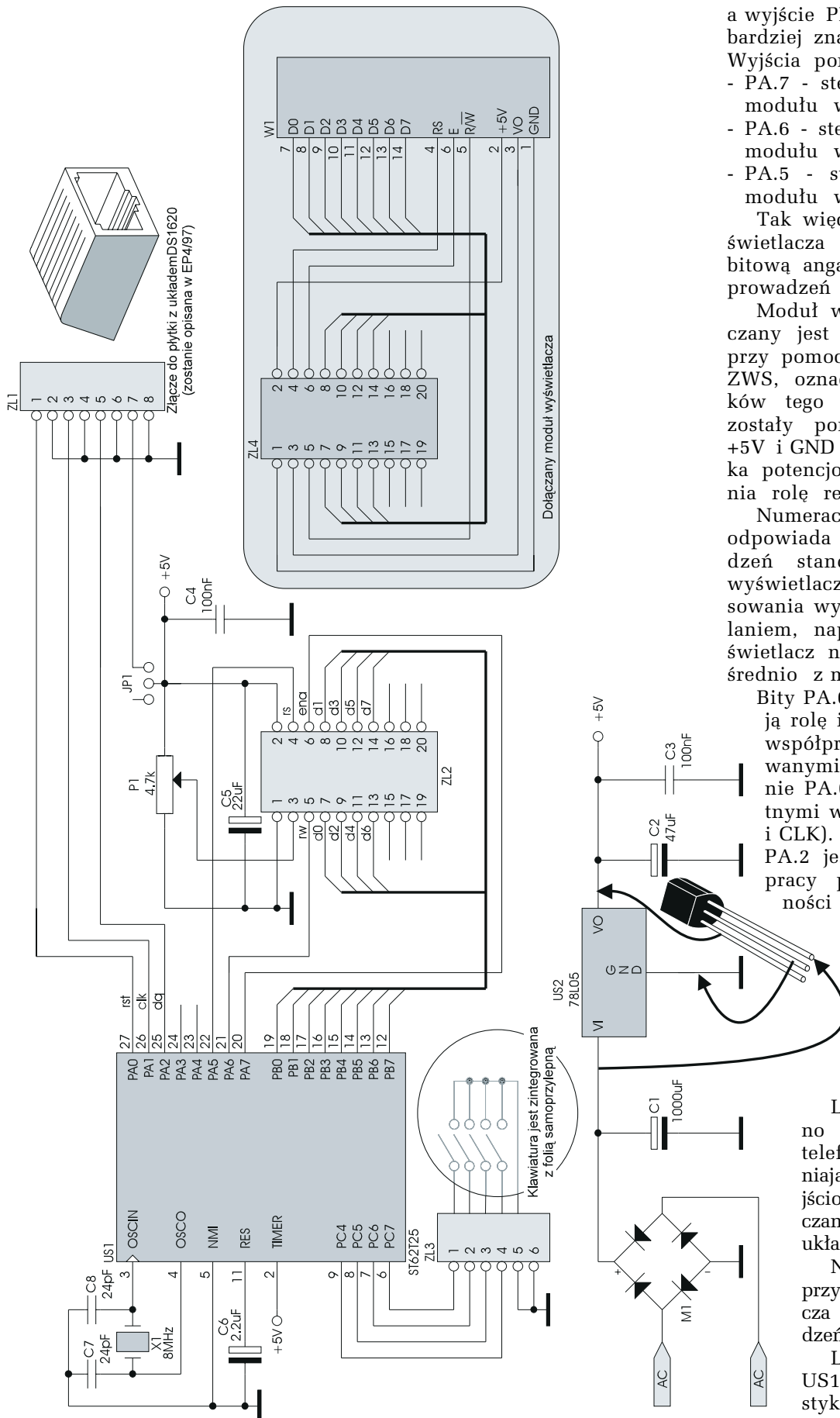
Zastosowany w urządzeniu procesor ST62T25 ma wbudowaną pamięć programu typu EPROM o pojemności blisko 4kB, 3 konfigurowalne porty I/O (20 linii), licznik Watchdog oraz 15-bitowy timer. Nie są to wszystkie elementy jego wyposażenia, lecz w tym projekcie autor nie wykorzystał pozostałych modułów procesora, nie będziemy więc ich omawiać.

Kolejnym elementem, dzięki któremu udało się bardzo uprościć konstrukcję programatora, jest wyświetlacz alfanumeryczny LCD z wbudowanym kontrolerem. Możliwe jest zastosowanie wyświetlacza o konfiguracji 1x16 lub 2x8 znaków, przy czym w niektórych przypadkach mogą się okazać konieczne zmiany w programie obsługującym wyświetlacz. Zalecane jest stosowanie standardowych wersji wyświetlacza z generatorem znaków zgodnych z normą Hitachi HD44780.

Mikrokontroler US1 steruje pracą wyświetlacza poprzez 8-bitową szynę danych, którą tworzy port wejścia - wyjścia PB.x. Wyjście oznaczone PB.0 jest wyjściem najmniej znaczącej pozycji (LSB),



Rys. 7. Kolejność transmisji bitów z i do układu DS1620.



Rys. 8. Schemat elektryczny modułu sterownika programatora.

a wyjście PB.7 jest wyjściem najbardziej znaczącej pozycji (MSB). Wyjścia portu PA spełniają rolę:

- PA.7 - sterowanie wejścia ENA modułu wyświetlacza W1;
- PA.6 - sterowanie wejścia R!W modułu wyświetlacza W1;
- PA.5 - sterowanie wejścia RS modułu wyświetlacza W1.

Tak więc obsługa modułu wyświetlacza w trybie z szyną 8-bitową angażuje w sumie 11 wyprowadzeń mikrokontrolera US1.

Moduł wyświetlacza W1 dołączany jest do płytki sterownika przy pomocy 20-pinowego złącza ZWS, oznaczonego Zl2. Do styków tego złącza doprowadzone zostały ponadto linie zasilania +5V i GND oraz napięcie z suwaka potencjometra P1, który spełnia rolę regulatora kontrastu.

Numeracja pinów złącza Zl2 odpowiada kolejności wyprowadzeń standardowych modułów wyświetlacza. W przypadku zastosowania wyświetlacza z podświetlaniem, napięcie zasilające podświetlacz należy pobierać bezpośrednio z modułu wyświetlania.

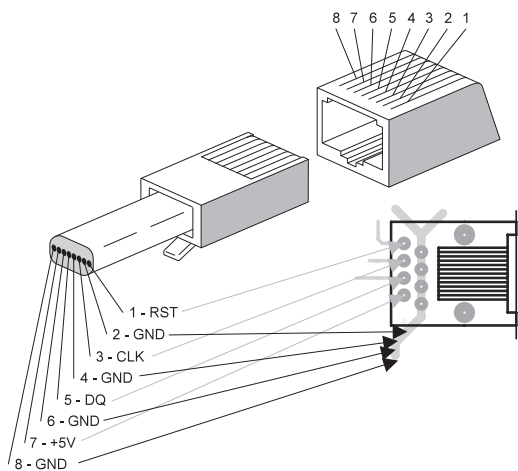
Bity PA.0, PA.1 i PA.2 spełniają rolę interfejsu szeregowego, współpracującego z programowanymi układami DS1620. Linie PA.0 i PA.1 są permanentnymi wyjściami (sygnały RST i CLK). Kierunkowość linii PA.2 jest zmieniana w czasie pracy programatora w zależności od wybranego kierunku przesyłania informacji. Za zmianę kierunkowości tego portu odpowiada program wpisany w wewnętrznej pamięci programu

US1.

Linie PA.0..2 dołączono do 8-stykowego złącza telefonicznego Zl1 spełniającego rolę złącza wyjściowego, do którego dołączony jest programowany układ DS1620.

Na rys.9 przedstawiono przybliżony wygląd tego złącza i kolejność wyprowadzeń wraz z oznaczeniami.

Linie PC.4..7 układu US1 są wejściami portu 4-stykowej klawiatury. Połączono je ze złączem Zl3, które umożliwia dołączenie



Rys. 9. Wyprowadzenia złącza zastosowanego w programatorze.

nie do programatora klawiatury foliowej (stanowi ona jednocześnie element estetycznej płyty czołowej). W przypadkach, kiedy konstruktor nie zamierza korzystać z klawiatury foliowej jest możliwe

dołączenie zwykłej klawiatury wykonanej np. z czterech mikroprzełączników (zgodnie ze schematem z rys.8).

Oscylator X1 wraz z kondensatorami C7 i C8 spełniają rolę układu wzbudzającego i stabilizującego częstotliwość generatora taktującego układu US1. W układzie zastosowano kwarc o częstotliwości rezonansowej 8MHz, co jest wartością maksymalną dla procesora ST62T25.

Kondensator C6 odpowiada za generację ujemnego impulsu na wejściu RES procesora US1 po włączeniu zasilania. Impuls ten powoduje, że procesor rozpoczyna pracę zawsze od tego samego adresu pamięci programu. Rezystor podciągający wejście RES do plusa zasilania wbudowany jest w strukturę układu US1.

Na płycie programatora znajduje się stabilizator napięcia (US2) oraz mostek prostowniczy (M1) wraz z filtrem pojemnościowym (C1, C2), które to elementy umożliwiają poprawną pracę programatora zasilanego napięciem stałym lub zmiennym.

Ponieważ pobór prądu przez system jest bardzo mały, jako US2 zastosowany został stabilizator serii „L” o wydajności prądowej 100mA. Jeżeli zastosowany moduł wyświetlacza W1 będzie miał wbudowany podświetlacz LED lub elektroluminescencyjny, to wydajność prądowa tego stabilizatora może okazać się za mała. Wynika to z faktu, że układy podświetlania wymagają zasilania prądem o wartości rzędu 40..120mA (czasami nawet więcej). Zastosowanie takiego wyświetlacza wiąże się więc z koniecznością wymiany układu US2 na wersję „M” lub standardową.

Piotr Zbysiński, AVT