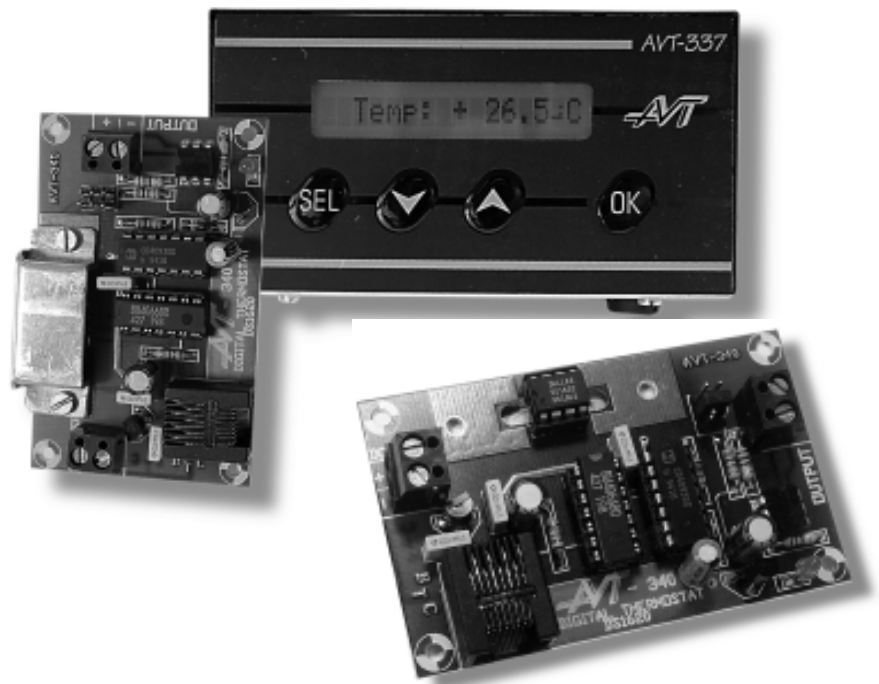


Termostat cyfrowy

kit AVT-340

W numerach marcowym i kwietniowym *Elektroniki Praktycznej* opisaliśmy konstrukcję programatora do scalonych termostatów cyfrowych DS1620 firmy Dallas.

Teraz przedstawiamy opracowanie, które umożliwi praktyczne wykorzystanie tych bardzo interesujących układów. Prezentowany termostat można zastosować np. do sterowania pracą grzałki (pieca) lub chłodziarki, wchodzących w skład systemu klimatyzacyjnego.



Wykonanie w warunkach amatorskich dobrej jakości termostatu jest zadaniem dość skomplikowanym. Bardzo trudne jest poprawne skalibrowanie układu pomiarowego, zapewnienie jego długotrwałej stabilności oraz osiągnięcie wysokiej dokładności dokonywanych pomiarów. Jeżeli dodamy do tego konieczność nadania układowi wykonawczemu histerezy, której wielkość można modyfikować w dowolny sposób bez wpływu na pozostałe parametry termostatu, okazuje się, że samodzielne wykonanie regulatora analogowego przekracza możliwości przeciętnego amatora.

Większość tych problemów rozwiązano w układach DS1620 opracowanych przez amerykańską firmę Dallas. Szczegółowe informacje o tych układach zamieściliśmy w artykułach prezentujących programator AVT-337 w EP3 i 4/97. Teraz pokrótce

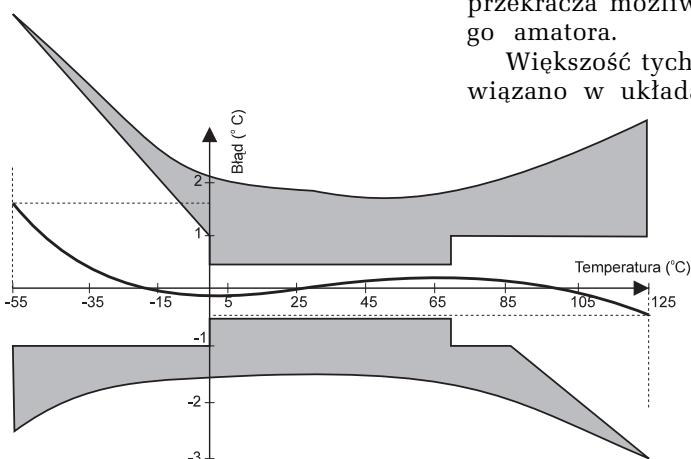
przypomnimy podstawowe właściwości tych układów.

DS1620 - powtórka

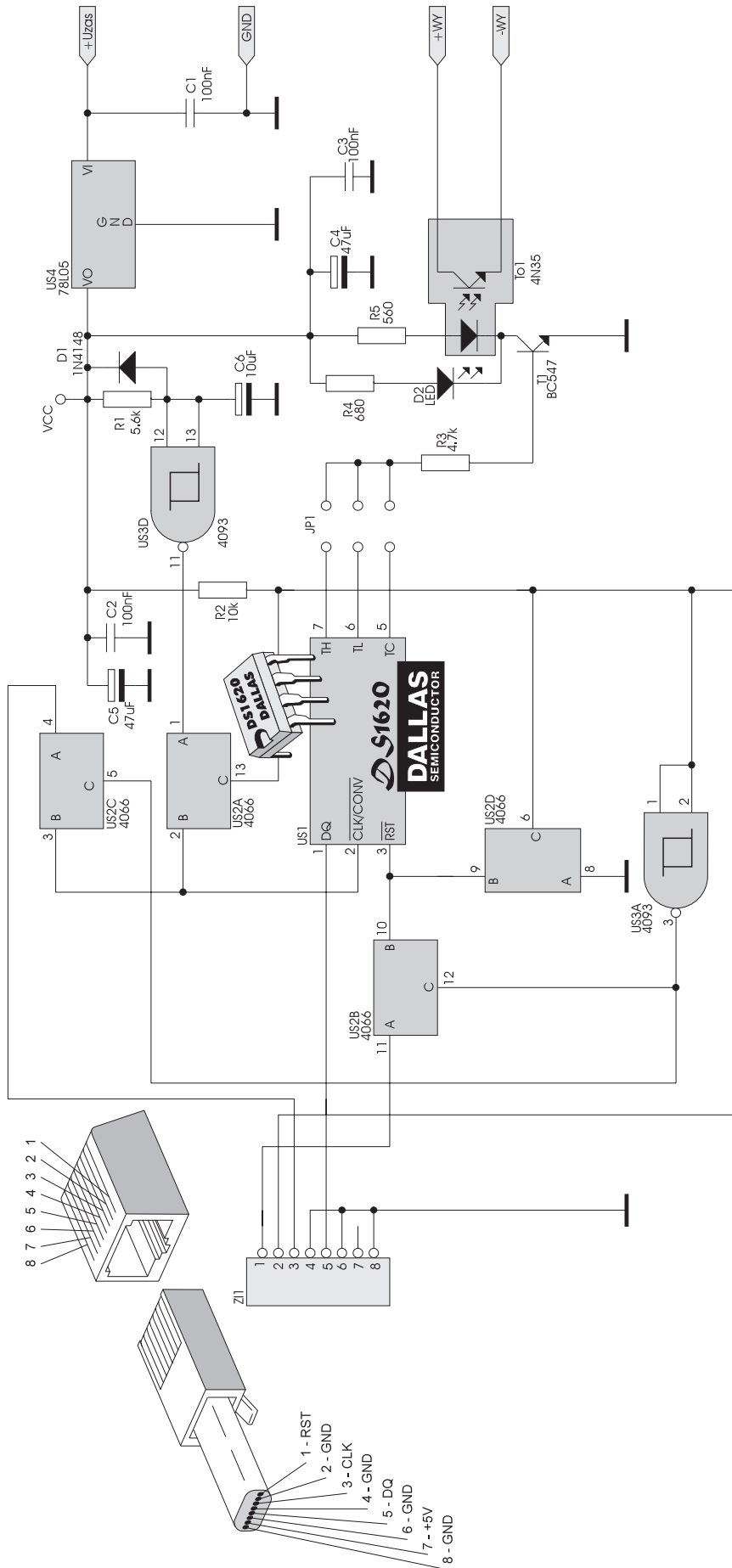
We wnętrzu układu DS1620 zintegrowano kompletny termostat cyfrowy oraz komparatory wyjściowe sterujące zewnętrznymi układami regulującymi temperaturę. Zakres temperatury, mierzonej przez wbudowany w układ czujnik, mieści się w przedziale $-55..+125^{\circ}\text{C}$. Rozdzielczość pomiaru wynosi $0,5^{\circ}\text{C}$, co jest wartością w pełni wystarczającą w większości aplikacji.

Na rys.1 przedstawiono wykres charakteryzujący wartość bezwzględnego błęd pomiaru temperatury w zależności od temperatury mierzonej. Grubszą linią zaznaczono na rysunku wartość typową tego błęd, zaś szare obszary powyżej i poniżej określają granice błęd dopuszczanego przez producenta. Przeprowadzone przez nas próby laboratoryjne wykazały, że praktycznie wszystkie testowane układy wykazywały błęd wyznaczony grubą linią na rys.1.

Sygnal z czujnika temperatury jest przetwarzany do postaci cyfrowej przez wbudowany



Rys. 1. Charakterystyka dokładności pomiaru temperatury.



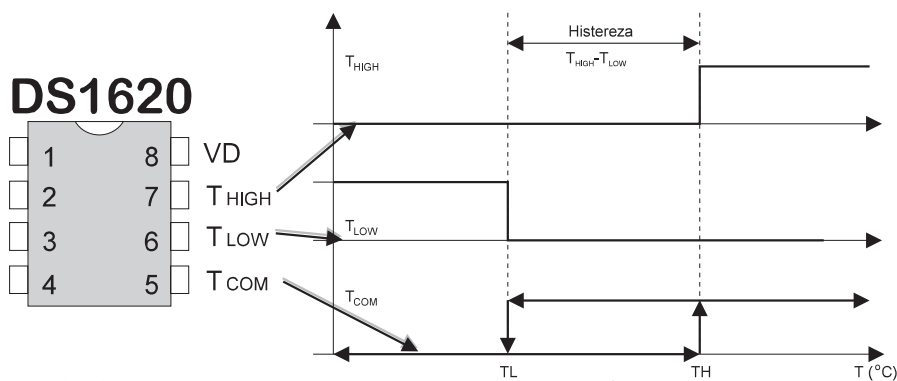
Rys. 2. Schemat elektryczny termostatu.

w DS1620 konwerter A/C o rozdzielczości 9 bitów. Dane o temperaturze są zapisane w postaci liczby binarnej, kodowanej w systemie U2 ze znakiem (uzupełnienia do dwóch). Rolę znacznika określającego znak przetworzonej temperatury spełnia najstarszy, dziewiąty bit.

Przetworzona informacja porównywana jest z zawartością dwóch 9-bitowych rejestrów (znajdujących się także w DS1620), w których zapisano informację o dwóch progach temperatury, które nazwano TH (ang. Temperature High) oraz TL (ang. Temperature Low). Wartości wpisane do tych rejestrów są wartościami odniesienia dla komparatorów cyfrowych, sterujących układami wyjściowymi. Zależności pomiędzy temperaturą zewnętrzną, wartościami wpisanymi do rejestrów TH i TL i stanami wyjść układu DS1620 omówimy w dalszej części artykułu.

Obydwa wymienione rejestry umożliwiają przechowywanie zapisanej w nich danej bez zasilania, ponieważ zostały one zaimplementowane w komórkach pamięci EEPROM. Dzięki temu wpisane do rejestrów dane są przechowywane aż do momentu kolejnego przeprogramowania, do czego jest niezbędny dedykowany tym układom programator. Do końca marca 1997 żaden z liczących się producentów programatorów nie ogłosił informacji o możliwości programowania scalonych termostatów DS1620 przy pomocy standardowego programatora. Można natomiast zastosować do tego celu programator opracowany w laboratorium AVT z myślą o scalonych termostatach, który jest dostępny w ofercie handlowej firmy pod oznaczeniem AVT-337.

Oprócz dwóch rejestrów określających progi temperatury w strukturze układu DS1620 dostępny jest jeszcze jeden rejestr w macierzy EEPROM (tym razem 8-bitowy), który spełnia rolę rejestru konfiguracji. Pozwala on m.in. ustalić tryb pracy termostatu, dzięki czemu użytkownik może określić sposób dokonywania pomiarów (jednokrotne wyzwalone przez mikrokomputer z zewnątrz, wielokrotne w trybie stand-alone, itp.).



Rys. 3. Charakterystyka obrazująca zmiany na wyjściach układu w zależności od temperatury.

Nie będziemy szczegółowo opisywać struktury rejestrów i sposobu ich adresowania, ponieważ wiele szczegółowych informacji na ten temat opublikowaliśmy w EP3 i 4/97 (przy okazji opisu konstrukcji programatora).

Opis układu

Schemat elektryczny termostatu przedstawiono na rys.2. Jest to nieco bardziej rozbudowana wersja prostego termostatu, który przedstawiliśmy w EP3/97 (mini-projekt AVT-1129). Udoskonalenie wprowadzone do prezentowanego układu polega na umożliwieniu programowania układu DS1620, który jest zamontowany w układzie, bez konieczności wymontowywania go każdorazowo, jeżeli wystąpi konieczność zmiany nastaw.

Rolę interfejsu współpracującego z programatorem (AVT-337) spełnia układ kluczy analogowych US2A..D oraz monowibrator US3D. Po włożeniu do złącza ZL1 kabla łączącego termostat z programatorem stan logiczny na wyprowadzeniu 2 ZL1 zmienia się z „1” na „0”. Dzieje się tak, ponieważ w programatorze AVT-337 wyprowadzenie drugiego złącza wyjściowego jest zwarte do masy. Po odłączeniu tego kabla na wyprowadzeniu 2 ZL1 pojawia się „1” logiczna, którą wymusza rezystor R2.

Stanem logicznym z wyprowadzenia 2 ZL1 sterowane jest wejście załączające klucze analogowe US2A oraz US2D. Bramka US3A neguje stan logiczny z wyprowadzenia 2 ZL1, przez co klucze US2B, US2C oraz US2A, US2D pracują parami na przemian. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania włożenie wtyczki do gniazda

ZL1 powoduje otwarcie kluczy US2B i US2C, otwierając tym samym drogę dla sygnałów podawanych na styki złącza ZL1. Wyprowadzenia interfejsu szeregowego układu US1 są dołączane do odpowiednich wyprowadzeń złącza ZL1, umożliwiając programowanie US1 oraz odczyt zawartości wewnętrznych rejestrów i aktualnej temperatury.

Po wyjęciu wtyczki z gniazda ZL1 lub odłączeniu kabla od programatora klucze US2B i US2C są blokowane, a US2A i US2D są otwierane ustalając standardową konfigurację pracy układu DS1620 jako samodzielnego termostatu.

Układ DS1620 wymaga po każdorazowym zaprogramowaniu krótkiej inicjalizacji, która odbywa się automatycznie po odłączeniu i ponownym włączeniu zasilania. Aby ułatwić restart układu po programowaniu, zastosowano dodatkowy monowibrator generujący poziom logicznego „0” na wejściu CLK/CONV US1 z pewnym opóźnieniem w stosunku do pojawienia się napięcia zasilającego. Rolę monowibratora spełnia bramka Schmitta US3D oraz układ całkujący R1, C6. Dioda D1 przyspiesza rozładowanie się kondensatora po odłączeniu zasilania.

Układ US4 jest stabilizatorem napięcia. Zastosowano układ o stosunkowo małej mocy, ale stało się to możliwe dzięki bardzo małemu poborowi prądu przez wszystkie układy zastosowane w termostacie. Aby ograniczyć moc wydzielaną w US4, co

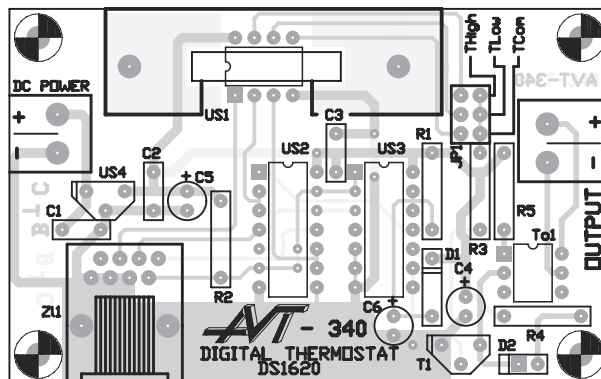
mogłoby powodować nagrzewanie się obudowy tego układu, a w konsekwencji błędną pracę termostatu, napięcie zasilające termostat powinno mieścić się w zakresie 7..10V. Do zasilania termostatu najlepiej jest zastosować standardowy stabilizowany zasilacz wtyczkowy o mocy rzędu 1..3W.

Obwód wyjściowy

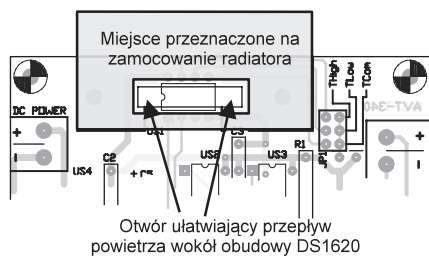
Układ DS1620 jest wyposażony w trzy wyjścia sygnalizujące wyniki porównania aktualnej temperatury otoczenia z zawartością rejestrów TH i TL. Wyjścia te są oznaczone na schemacie z rys.2 jako TH, TL i TC. Stan wysoki na tych wyjściach oznacza odpowiednio: temperatura otoczenia jest wyższa niż zadana w rejestrze TH (można je wykorzystać do włączenia układu chłodzącego), temperatura otoczenia jest niższa niż zadana w rejestrze TL (można je wykorzystać do sterowania grzałki lub pieca), temperatura otoczenia mieści się w oknie histerezy wyznaczonej przez zawartość rejestrów TH i TL.

Sposób działania tych wyjść przedstawiono na rys.3.

Ponieważ w rzeczywistych aplikacjach stosuje się na ogół termostat do wykonywania z góry określonych zadań, to nie jest konieczne buforowanie wszystkich trzech wyjść. Wybór wyjścia wykorzystywanego w aplikacji jest dokonywany przy pomocy jumpera JP1 (rys.2). Tranzystor T1 spełnia rolę bufora-wzmacniacza sterującego diodą nadawczą tranzystora To1. W chwili załączenia tej diody zapalana jest jednocześnie dioda LED D2, która sygnalizuje załączenie sterowanego urządzenia zewnętrznego (grzałki, chł-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.



Rys. 5. Miejsce zainstalowania radiatora na płytce drukowanej.

dziarki). Rezystory R4 i R5 ograniczają prąd płynący przez diody LED.

Zastosowanie transoptora zapewniło izolację galwaniczną termostatu od potencjału sterowanego urządzenia, co minimalizuje ryzyko porażenia. Niezbędne jest za to zastosowanie dodatkowych elementów wykonawczych. Możliwe jest także zastosowanie w miejsce transoptora 4N35 optotriaka, np. MOC3010, który pozwala na bezpośrednie wystawianie triaka mocy.

Montaż i uruchomienie

Płytką drukowaną termostatu (dwustronna z metalizacją) przedstawiona została na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na rys.4. Montaż układu nie powinien sprawić żadnego kłopotu naszym Czytelnikom, nieco pracy będzie natomiast wymagało wykonanie radiatora dla układu US1. Jest on niezbędny, ponieważ oporność termiczna obudowy układu DS1620 jest stosunkowo duża, co powoduje, że podczas szybkich zmian temperatury otoczenia termostat będzie reagował z pewnym opóźnieniem, co nie jest dopuszczalne w niektórych zastosowaniach. Przykład radiatora przedstawiono na zdjęciu prezentującym modelowy układ termostatu po wyjęciu z obudowy.

Zalecany jest montaż termostatu w taki sposób, aby płytka była umieszczona pionowo w obudowie. Jeżeli taki montaż nie jest z jakichś przyczyn dopuszczalny, można płytkę montować w dowolnym

innym położeniu. Aby ułatwić przepływ powietrza (które jest nośnikiem informacji o temperaturze) wokół obudowy układu US1, w płytce wykonano prostokątny otwór (rys.5). Kontakt termiczny struktury US1 z otoczeniem poprawiają także duże pola miedzi, które ulokowano wokół niego.

Układ US1 należy wlotować bezpośrednio w płytkę drukowaną, bez korzystania z podstawki. Radiator mocowany wokół tego układu powinien stykać się z górną częścią jego obudowy, którą należy posmarować grubą warstwą pasty silikonowej, która w znacznym stopniu ogranicza rezystancję termiczną styku obudowa-radiator. W egzemplarzach modelowych testowano radiatory aluminiowe wykonane z giętej blachy oraz walcowanych kształtek.

Dokładny montaż i zastosowanie wysokiej jakości elementów gwarantuje uniknięcie wszelkich kłopotów podczas uruchamiania układu. W praktyce ogranicza się ono do sprawdzenia, czy stabilizator US4 pracuje poprawnie.

Zaleca-



ny układ połączeń zewnętrznych przedstawiono na rys.6. Jak widać na tym rysunku, zastosowany został zewnętrzny wyłącznik pozwalający na restart termostatu po zakończeniu programowania. Po zakończeniu programowania programatorem AVT-337 nastaw temperatur (zapis rejestrów TH i TL)

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 5,6kΩ
- R2: 10kΩ
- R3: 4,7kΩ
- R4: 680Ω
- R5: 560Ω

Kondensatory

- C1, C2, C3: 100nF
- C4, C5: 47µF/25V
- C6: 10µF/25V

Półprzewodniki

- D1: 1N4148
- D2: dowolny LED
- T1: BC547
- To1: 4N35 lub podobny
- US1: DS1620
- US2: 4066
- US3: 4093
- US4: 78L05

Różne

- JP1: Jumper 3x2
- Z1: złącze telefoniczne 8-stykowe ARK2-2szt.

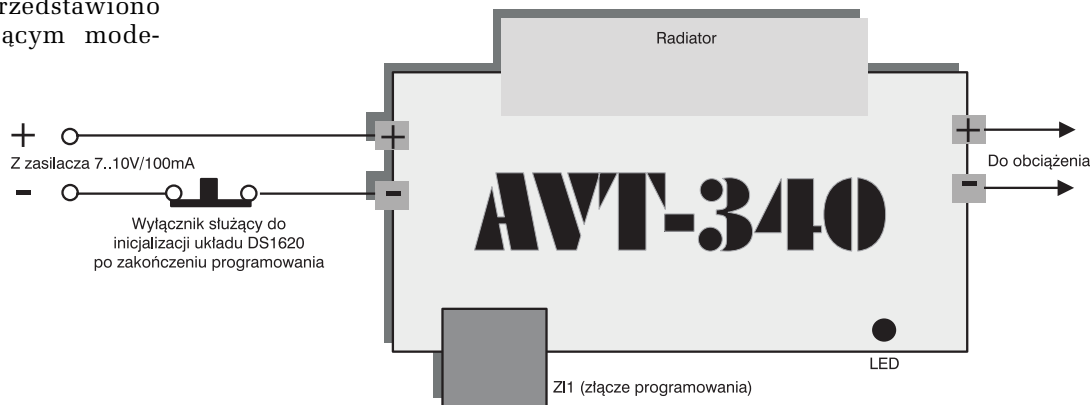
należy pamiętać o wpisaniu do rejestru statusu (konfiguracyjnego) jednego z dwóch trybów pracy:

- AIn i Shot, lub
- AIn i Rept.

W ten sposób układ DS1620 zostaje skonfigurowany do pracy samodzielnej (bez sterowania zewnętrznego poprzez szynę szeregową). Jeżeli taki wpis nie zostanie wykonany termostat może nie rozpocząć pracy po włączeniu zasilania.

W zależności od typu aplikacji należy wybrać, przy pomocy JP1, rodzaj wykorzystywanego wyjścia termostatu DS1620 oraz typ optoizolatora zastosowanego jako To1.

Piotr Zbysiński, AVT



Rys. 6. Schemat połączeń zewnętrznych termostatu.