

Sterownik pieca c.o.

wersja II

Do czego to służy?

W artykule chciałem nawiązać do publikacji EdW z grudnia 2002 oraz listopada 2003, w których zaprezentowałem sterownik pieca centralnego ogrzewania. Projekt spotkał się z dużym zainteresowaniem, dlatego postanowiłem opracować nową wersję sterownika opartą na mikrokontrolerze ATMEGA8. Jest to procesor AVR o strukturze RISC; główne jego zalety to wbudowana pamięć EEPROM, cztery 10-bitowe oraz dwa 8-bitowe przetworniki A/C, 23 programowalne we/wy. Zastosowanie powyższego mikrokontrolera uprościło układ, a jednocześnie zwiększyło jego funkcjonalność. Tak jak poprzednia wersja, sterownik składa się z dwóch płytek:

Płytki zasilacza – gdzie znajduje się transformator wraz z układem wypracowującym napięcie zasilania 5V, potrzebne do zasilenia całego układu. Na płytce znajdują się również dwa przekaźniki załączające pompkę wodną oraz wentylator nadmuchowy. Ze względu na fakt, iż moduł znajduje się w pomieszczeniu z piecem, dorzuciłem tam również przycisk P4- ON/OFF (załączający wentylator) oraz sygnalizację dźwiękową w postaci buzzera.

Płytki LCD – która zawiera procesor ATMEGA8, przyciski sterujące oraz wyświetlacz LCD.

Jak to działa?

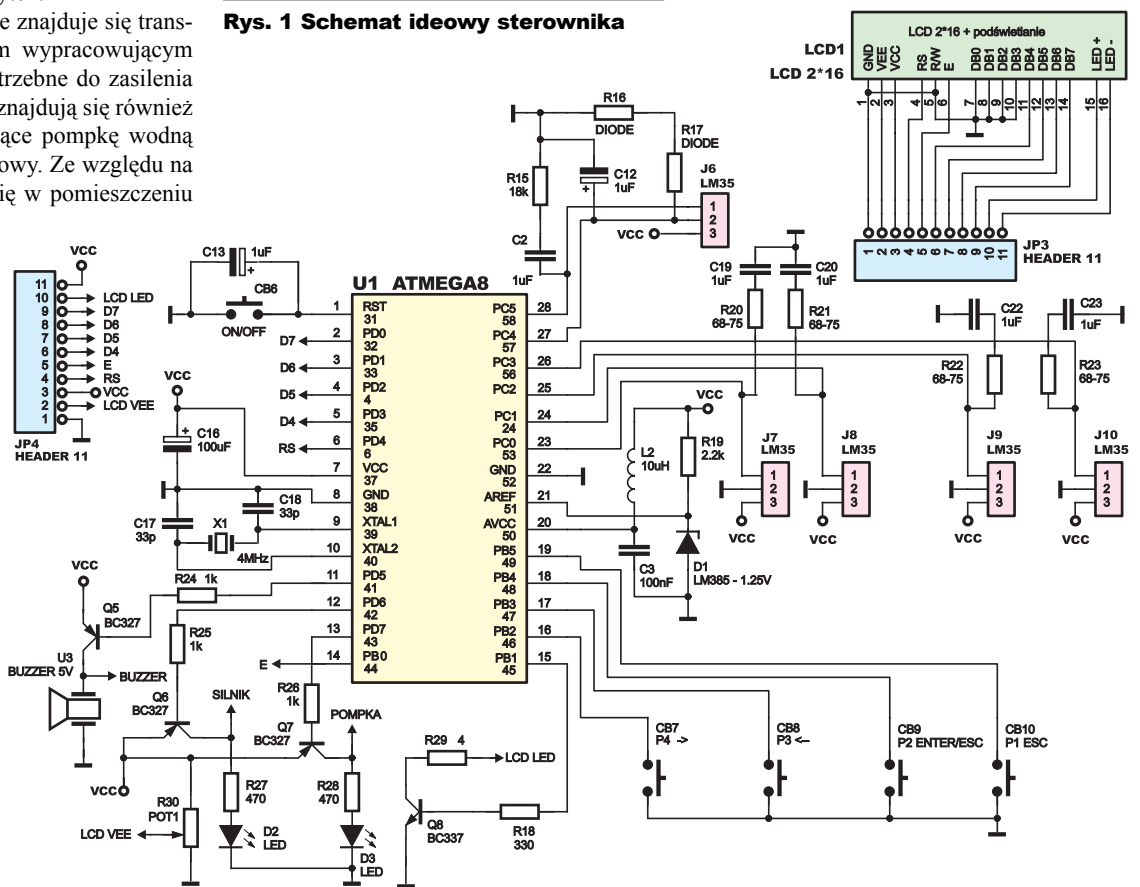
Rysunek 1 przedstawia schemat ideowy sterownika, natomiast rysunek 2 – zasilacza. Rysunek 3 pokazuje główną pętlę regulacji – pozostała niezmienna w odniesieniu do poprzedniej wersji sterownika. W celu zwiększenia uniwersalności układu wprowadziłem tryb serwisowy,

który w pełni pozwoli dostosować sterownik do własnych wymagań. Było to możliwe dzięki wykorzystaniu pamięci EEPROM, w której nastawy pamiętane są również przy braku napięcia zasilania. W tabeli 1 opisane są wszystkie zmienne wykorzystywane do konfiguracji. Do trybu serwisowego (TS) wchodzi się poprzez wciśnięcie równoczesne przycisków P2 i P4 przed włączeniem sterownika. Po poszczególnych zmiennych „poruszamy się” przez przyciski P3 (góra) i P4 (dół), edycja zmiennej następuje poprzez wciśnięcie przycisku P2 (w tym przypadku P2 działa jak ENTER), zmiana wartości następuje przy użyciu P3 (góra) i P4 (dół), po ustawieniu żądanej

wartości wychodzimy przyciskiem P2 (tu działa jak ESCAPE). Po ustawieniu wszystkich zmiennych zgodnie z wymaganiami należy wyłączyć i włączyć sterownik, wtedy nastąpi automatyczne zapamiętanie wartości w pamięci EEPROM wprowadzonych. Dla nas oznacza to, że konfiguracja serwisowa sterownika została zakończona. Jeżeli użytkownik nie skonfigurował zmiennych, program korzysta z wartości domyślnych do momentu edycji ich w trybie serwisowym. Dzięki takiej możliwości każdy sam jest w stanie dobrać powyższe parametry, a przy okazji poeksperymentować z najlepszym ich dobraniem dla swojego pieca.

Uwaga: program umieszczony w Elportalu

Rys. 1 Schemat ideowy sterownika



to wersja o pełnych właściwościach, ale z czasem pracy ograniczonym do 1000 godzin (41 dni). Autor udostępni pełną wersję bez ograniczeń czasowych wszystkim Czytelnikom EdW, którzy się do niego zwrócą (adres mailowy na końcu artykułu).

Główne zadania procesora to pomiar temperatury, odczyt stanu przycisków sterowania oraz obsługa pompki, wentylatora i wyświetlacza LCD, który jest interfejsem pomiędzy użytkownikiem a sterownikiem. Do pomiaru temperatury posłużyły mi analogowe czujniki temperatury LM35, dzięki którym temperatura przetwarzana jest na napięcie zrozumiałe dla procesora. W pierwotnej wersji program wykorzystuje dwa czujniki temperatury podłączone pod wejścia Atmegi ADC0= T pieca oraz ADC1= T bojlera, obydwie zmienne wymagane są do prawidłowej pracy sterownika. Układ elektryczny został zaprojektowany tak, by wejścia analogowe ADC4 i ADC5 mogły dokonać pomiaru temperatury ujemnej, np. zewnętrznej. Aktualnie program obsługuje wyłącznie wejścia ADC0 i ADC1.

Tak jak w poprzedniej wersji sterownika użyłem trzech przycisków sterujących:

P2(ENT & ESC) – służy do wyboru czujnika temperatury, w obecnej formie programu mamy wybór pomiędzy temperatura pieca lub bojlera, w celu informacyjnym w rzędzie drugim na pozycji szesnastej LCD umieściłem znakową informację o zmianie temperatury pieca (Tpieca rośnie „->”, maleje „-<”, niezmienna „-”), w trybie serwisowym P2 używamy podczas wejścia (ENTER) i wyjścia

(ESCAPE) z trybu zmiany wartości np. Todn1.

P3(↑) – służy do zmiany Todn, czyli temperatury zadanej, do której osiągnięcia sterownik dąży. Po jednokrotnym wywołaniu P3 na LCD pojawi się aktualna wartość Todn, natomiast po przytrzymaniu na czas 1s przechodzimy w tryb zmiany wartości i za pomocą P3(↑) oraz P4(↓) ustawiamy nową wartość Todn, którą zatwierdzamy P2 (ESC). W trybie serwisowym P3 jest używany do zwiększania wartości.

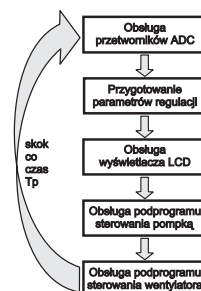
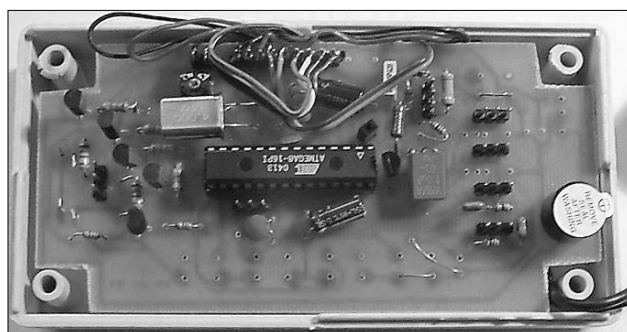
P4(↓) – służy do załączenia sterownika po włączeniu zasilania oraz do sterowania wentylatorem (ręczne wyłączenie/włączenie). W trybie serwisowym używany do zmniejszania wartości. P4 jest powielony na płycie zasilacza w celu możliwości załączenia wentylatora przy piecu.

Jak widać „sterowanie piecem” sprowadza się do konfiguracji sterownika poprzez P2-P4, reszta spada na barki programu, oczywiście informacje zwrotną dostajemy z wyświetlacza LCD o rozdzielczości 2*16 znaków.

Informacje o załączeniu pompki cyrkulacyjnej (zielona) i wentylatora (czerwona) otrzymujemy za pomocą dwóch diod D3, D2.

Działanie sterownika

Zgodnie z rysunkiem 3 program sterownika pracuje w pętli regulacji, wskakując co czas



Rys. 3 Pętla regulacji sterownika

próbkowania Tp do poszczególnych podprogramów. Pierwsze trzy z nich to czyste pobranie i przetworzenie danych, które powędrują na wyświetlacz oraz będą użyte w pętli regulacji. Omówienia wymaga obsługa:

Pompki – w jej działaniu wyodrębniłem trzy tryby:

- rozruchowy przy pierwszym rozruchu pieca, trwa do momentu, gdy Tpieca =>Todn lub gdy błąd regulacji (E=Todn - Tpieca) >12, start pompki następuje od temperatury określonej w trybie serwisowym zmienną Start_pomp,
- tryb pracy normalnej, pompka działa, gdy błąd regulacji (E=Todn - Tpieca) < 8,
- tryb wygaśnięcia pieca, wówczas temperatura priorytetową jest Tbojlera, a E=Tbojlera-Tpieca (pompka działa gdy E > 0). Wykrycie gaśnięcia pieca następuje poprzez obserwację zmian temperatury pieca dE przy załączonym wentylatorze.

(dE = E - Epoprzednia), dE - pochodna błędu, E - wartość błędu z Tp, Epoprzednia-wartość błędu z Tp.

Czas, po którym sterownik przejdzie w stan wygaśnięcia definiujemy zmienną T_gasnie w trybie serwisowym (TS). W tym stanie sterownik dąży do utrzymania maksymalnej temperatury wody w bojlerze – wyłącza pompkę, gdy E(= Tbojlera - Tpieca) => 0

Wentylatora, który załączamy przyciskiem P4. W trybie rozruchowym działa, gdy błąd E >= 4, natomiast w trybie pracy normalnej, gdy E >= 2 – obydwie wartości konfigurowalne w TS jako Progsil_1 i Progsil_2.

Sterownik realizuje również funkcje przedmuchiwa załączaną co czas T_przed_on i trwającą T_przed_ile. Warunkiem wystąpienia przedmuchiwa jest normalny tryb pracy oraz błąd regulacji w przedziale -12 < E <= 0.

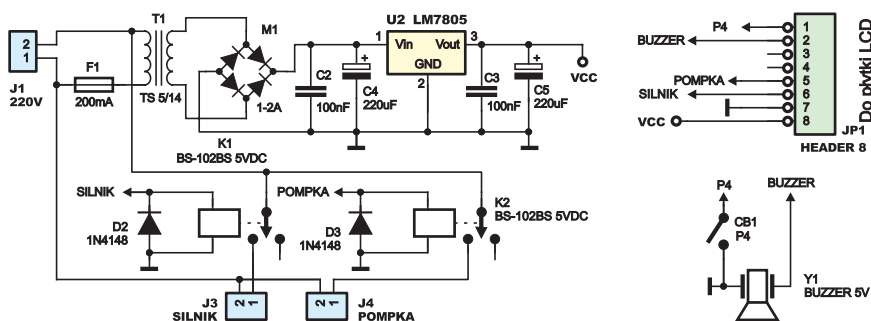
Inne funkcje sterownika to:

- sygnalizacja przegrzania pieca, gdy Tpieca > Tprzeprz (Tprzeprz konfigurowalna w TS),
- automatyczne wyłączenie sterownika po czasie 20*Tp, gdy pompka oraz wentylator nie pracują, wówczas Atmega8 przechodzi

LP	Zmienna	Minimalna wartość	Maksymalna wartość	Przykładowa wartość	Opis
1	Jasność	0	248	200	Jasność wyświetlacza LCD, 0 to maksymalna jasność, 248 to jasność minimalna
2	Czas Tp	10	40	20	Czas próbkowania w sekundach
3	Todn1	30	50	40	Dolny próg Todn
4	Todn2	60	80	70	Górny próg Todn
5	Progsil_1	0	10	4	Przy rozruchu pieca wyłączenie nadmuchu przy T= Todn - Progsil_1
6	Progsil_2	1	5	2	Przy pracy normalnej pieca załączenie nadmuchu przy T= Todn - Progsil_2
7	Tprzeprz	80	100	80	Temperatura, przy której załącza się alarm przegrzania się pieca
8	T_przed_on	1	20	6	Czas w minutach, po którym załącza się przedmuch pieca
9	T_przed_ile	8	40	10	Czas w sekundach włączenia przedmuchiwa pieca
10	Start_pomp	30	50	35	Temperatura, przy której załączana jest pompka przy rozruchu pieca
11	Prog_pomp	0	5	0	Próg wyłączenia pompki w trybie wygaśnięcia pieca
12	T_gasnie	2	20	6	Czas w minutach, po którym sterownik przechodzi w tryb wygaśnięcia
13	T_pracy	0	1000	-	Informacja: godziny pracy sterownika

Tabela 1

Rys. 2 Schemat ideowy zasilacza



w stan uśpienia, w celu jego ponownego uruchomienia należy zresetować sterownik, – regulacja jasności podświetlenia LCD za pomocą zmiennej Jasność z TS.

Montaż i uruchomienie

Układ elektryczny sterownika nie jest skomplikowany, dlatego nie będę go szczegółowo omawiał. Idea konstrukcji i działania jest podobna do wersji poprzedniej. Układ należy zmontować na dwóch płytkach: zasilacz (rysunek 4) – zamknięty w obudowie Z - 30A, natomiast obudowa Z-34 skrywa płytkę LCD (rysunek 5) oraz wejścia czujników temperatury pieca i bojlera. Płytki zostały zaprojektowane w formie EAGLE. Moduł zasilacza najlepiej



umieścić blisko pieca w tym samym pomieszczeniu, natomiast moduł wyświetlacza LCD oczywiście w pomieszczeniu mieszkalnym, co pozwoli nam efektywnie wykorzystać sterownik i ograniczyć obsługę pieca do minimum, czyli załadowania opału, gdy nastąpi taka konieczność i zostaniemy o tym poinformowani. Jako przewody sygnałowe dla analogowych czujników temperatury należy użyć przewodów ekranowanych, a ich długość nie powinna przekraczać 20m. Należy pamiętać również o zaopatrzeniu LM-a w kondensator ceramiczny 100nF pomiędzy zasilaniem a masą.

W zależności od potrzeb do modułu LCD lub zasilacza należy dodać przycisk załączenia zasilania głównego dla sterownika. Program w formacie bin jest dostępny na stronie Elportalu EdW.

Przed zaprogramowaniem procesora należy dokonać konfiguracji bitów zabezpieczających jak w ramce obok.

Projektując i programując układ starałem się zachować prostotę funkcjonalną sterownika, a določony tryb serwisu przyniesie użyt-

Lockbits:

Lockbit 65: 11
Lockbit 43: 11
Lockbit 21: 11

Fusebits:

Fusebit C: 1 (BODLEVEL musi być 2.7)
Fusebit B: 0 (BODEN enabled)
Fusebit KL: 10 (6 CK, 64 mS delay)
Fusebit A987: 1111 (1111 external XTAL)

Fusebits High

Fusebit M: 1 (PIN PC6 is IO pin) Ustawić na 1, gdy będzie jeszcze programowany
Fusebit J: 1 (WDT enabled by WDTCR)
Fusebit I: 0 (SPI enabled)
Fusebit H: 1 (CKOPT 1)
Fusebit G: 1 (Erase EEPROM when chip erase)
Fusebit FE: 00 (1024 words boot size, C00)
Fusebit D: 1 (Reset vector is \$0000)

Do zaprogramowania mikroprocesora można użyć programu Bascom AVR oraz prostego interfejsu,

którego konfigurację przedstawiam poniżej:

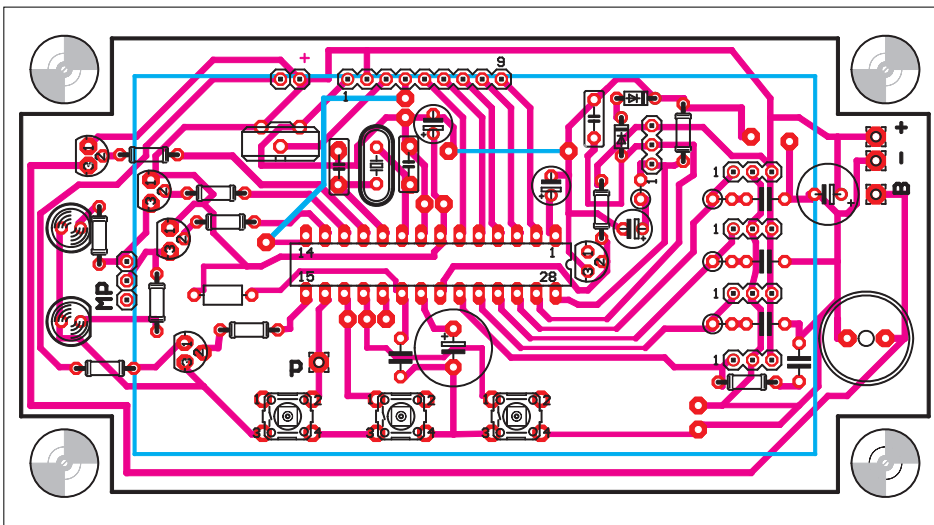
DB25(złącze męskie do PC) pin	Atmega8 pin
2, D0	MOSI, pin 17
4, D2	RESET, pin 1
5, D3	SCK, pin 19
11, BUSY	ISO, pin 18
18-25,GND	GROUND

ownikowi więcej korzyści niż trudności w jego obsłudze. W przypadku uwag lub zapytań proszę o kontakt e-mailowy.

Następnym etapem (ewolucji sterownika) będzie implementacja algorytmu Fuzzy Logic (Logika Rozmyta) w systemach mikroprocesorowych. Algorytm ten idealnie nadaje się do procesu nieliniowego, jakim jest sterowanie piecem centralnego ogrzewania.

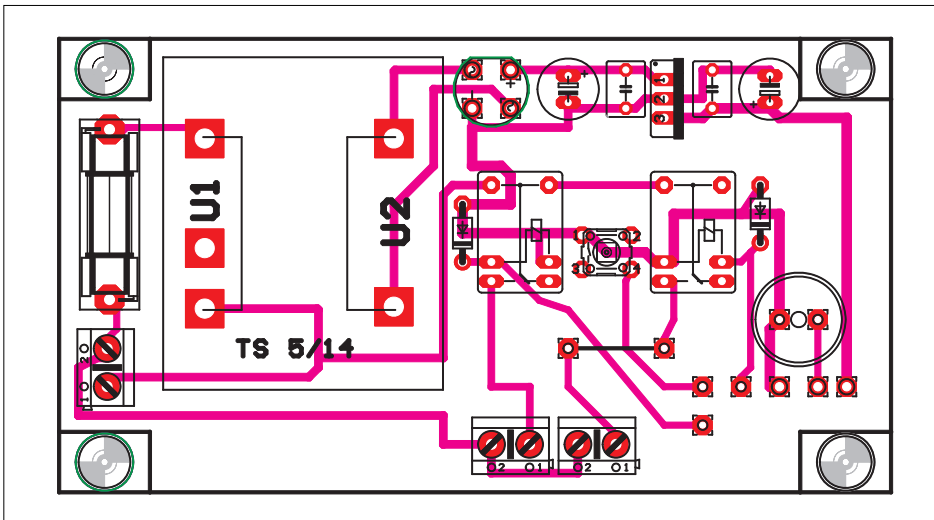
Krzysztof Nawacki

krzysztof.nawacki@wp.pl



Rys. 4 Schemat montażowy sterownika

Rys. 5 Schemat montażowy zasilacza



Wykaz elementów

Zasilacz

C2,C3 100nF ceramiczny
C4,C5 220µF/25V
CB1 mikrostryk typu RESET - 9mm
D1 mostek prostowniczy 1.5A
D2,D3 N4148
T1 TS 5/14, transformator 7,3V/ 0,7A
U1 LM7805
U2 buzzer 5V
F1 bezpiecznik 200mA
J1-J4 złącze do przewodów
JP1 złącze
K1,K2 przekaźnik 5V 120R 2.0A 1"przełączający

Sterownik

R15 18kΩ
R18 330kΩ
R19 2,2kΩ
R20-R23 68-75kΩ
R24-R26 1kΩ
R29 4Ω
R30 4,7kΩ - 10kΩ potencjometr
C2,C12-13,C19-C23 1µF
C3 100nF
C16 100µF
C17,C18 33pF
CB7-CB9 mikrostryk typu RESET - 9mm
D1 LM385 1,2V
D2,D3 LED
D4,D5 1N4148
LCD1 moduł LCD 2*16 znaków;
wys. znak 5,56 mm, STN, podświetlenie LED
U1 Atmega8-16PI
U3 buzzer 5V
L2 10µH dławik
O5-O7 BC327
O8 BC337
Y2 kwarc 4MHz
JP3,JP4,JP6-J10 złącze typu goldpin

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2805