



PRACA DYPLOMOWA

-zarys

**Systemy zarządzania inteligentnym
domem**

Autorzy:

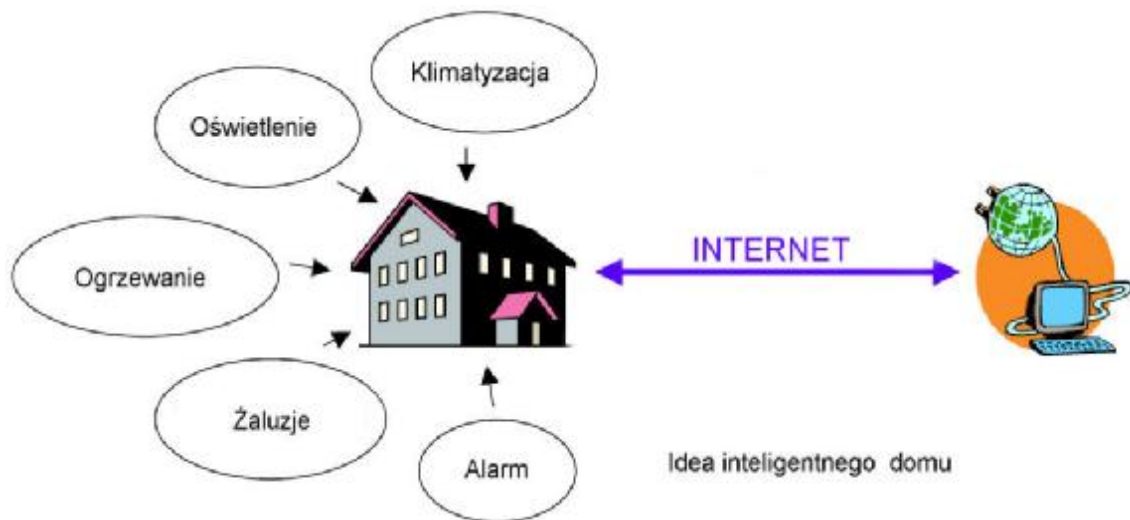
Piotr Kielech, Paweł Sornek, Karol Bieg

Promotor:

mgr inż. Mirosław Sulejczak

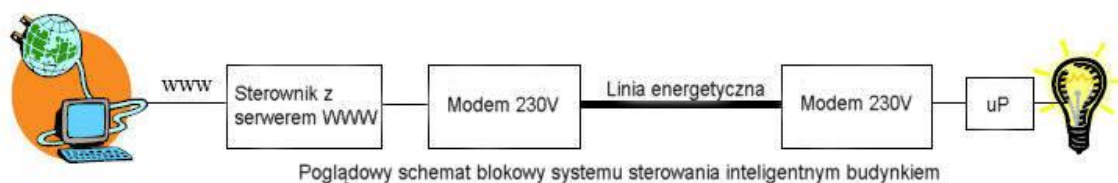
1. WSTĘP

Wiele energii w naszych domach jest marnowana przez człowieka. Przykładem może być nieugaszona lampa w piwnicy lub ciągle pracująca klimatyzacja czy ogrzewanie. Oszczędność energii powinna być głównym celem dzisiejszej cywilizacji. Coraz więcej urządzeń w naszych domach powoduje drastycznie zwiększający się pobór mocy. Również wzrost populacji wpływa na wzrost zużycia energii. Niestety zasoby ziemskie są ograniczone i nie wystarczą na wieczność. Aby ograniczyć pobór mocy należy wprowadzić inteligentną kontrolę urządzeń - niezależną od człowieka. W ten sposób powstał pomysł naszej pracy - stworzenie prostego w obsłudze systemu zarządzania budynkiem mieszkalnym. Dodatkowo musi on umożliwiać zdalną kontrolę. Aby połączyć naszą domową sieć ze światem użyliśmy sieci Internet, ponieważ jest dostępna praktycznie z każdego zakątka świata.



Nasz system oparty został na procesorach: 16-bitowym Beck IPC SC12 oraz Atmel AT89S8252 i AT89C2051 jako procesory modułów wykonawczych. Naszym zadaniem było stworzenie systemu przyjaznego oraz łatwego w obsłudze, a także takiego do którego dostęp jest praktycznie z każdego miejsca na świecie. System pracuje w sieci master-slave. Aby kontrolować różne urządzenia w budynku potrzebne jest medium transmisyjne umożliwiające rozsyłanie sygnałów sterujących w obrębie domu. Ponieważ stworzenie nowej sieci w budynku jest często problemowe, mało estetyczne, a przede wszystkim kosztowne poszukaliśmy innego rozwiązania. Użycie istniejącej sieci 115/230V rozwiązuje problem. Procesor SC12 firmy Beck posiada wbudowany serwer WWW oraz CGI, co skłoniło nas do

podjęcia decyzji, iż sterowanie naszym inteligentnym budynkiem odbywać się będzie z poziomu strony internetowej. W dobie informatyzacji i Internetu dostęp do takiego budynku jest bardzo prosty. Dostęp do sterownika podpiętego bezpośrednio do sieci Internet poprzez na przykład modem DSL z zakończeniem Ethernet jest dostępny z każdego komputera na świecie posiadającego przeglądarkę stron WWW oraz dostęp do Internetu (również wydzwaniany). Dzięki zastosowaniu emulacji WAP na serwerach w sieci Internet można w łatwy sposób sterować budynkiem poprzez telefon komórkowy posiadający obsługę WAP. Zbudowany przez nas system jest bardzo łatwy w rozbudowie i można umieścić w obrębie jego działania nawet kilkadziesiąt modułów klienckich obsługujących dowolne urządzenia.



2. MODEM POWERLINE

Aby przesyłać dane poprzez sieć energetyczną należy włączyć przewodnik do sieci 220V. Dodatkowo muszą być spełnione 2 warunki:

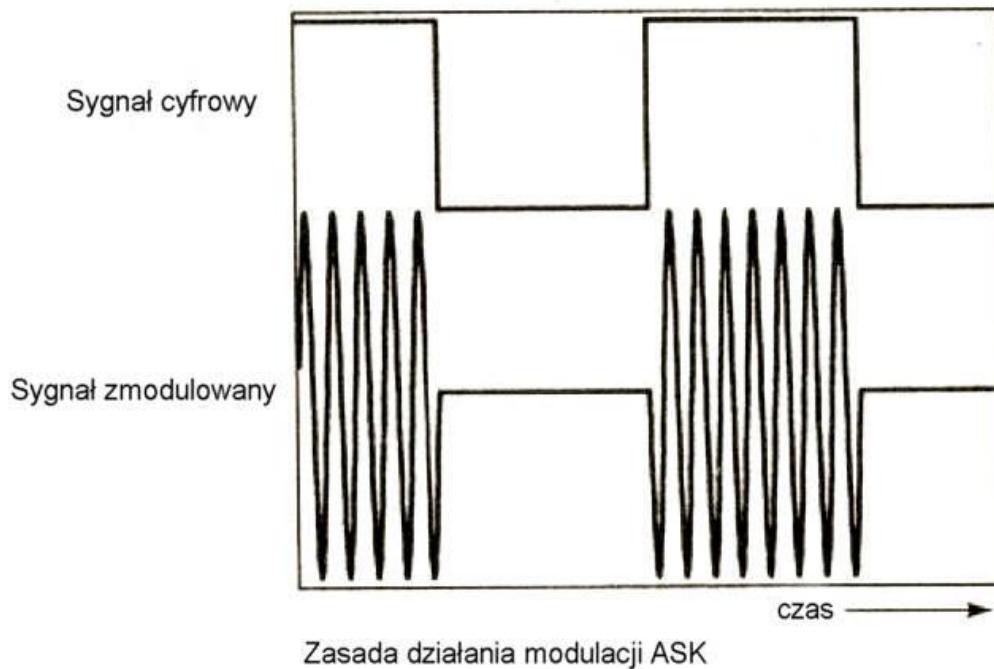
1. Sygnał powinien mieć możliwie największą dopuszczalną amplitudę. Ponieważ w naszej pracy używamy modemu przeznaczonego na rynek Europejski, możemy używać maksymalnej amplitudy 116dbuv wg normy CENELEC EN 50065.
2. Sygnał powinien być bardzo dobrze odseparowany od sygnału zasilającego 220V/50Hz, to znaczy przez wyfiltrowanie napięcia sieciowego i wszystkich zakłóceń z sieci. Ten cel nie jest łatwy do osiągnięcia, ponieważ napięcie sieciowe ma wiele harmonicznym powyżej częstotliwości sieciowej. Występują również różne procesy przejściowe, np. krótkie szpilki o bardzo wysokiej amplitudzie z wystarczająco dużą energią by zniszczyć niezabezpieczone wyjście wzmacniacza lub sygnał wejściowy w modemie. Nie zwracając uwagi na te warunki modem może ulec uszkodzeniu.

Możliwe jest użycie połączenia z siecią z izolacją napięcia poprzez transformator sieciowego lub bez. Ze względów bezpieczeństwa postanowiliśmy użyć wersji z izolacją w postaci transformatora separującego. Transformator zapewnia izolację galwaniczną pomiędzy zasilaniem a modemem. W ten sposób możemy uniknąć przepięć, których skutkiem są awarie sprzętu.

Połączenia w instalacjach domowych są zawsze równoległe pomiędzy fazą a przewodem neutralnym np. Poprzez gniazdko zasilające. Aby oddzielić sygnał nośny od napięcia sieciowego 50Hz zwykle używa się filtrów górno przepustowych. Ponieważ stosunek pomiędzy napięciem sieciowym, a amplitudą sygnału nośnego jest większy niż 30, wymagany jest filtr zapewniający odpowiednią stromość zboczy charakterystyki amplitudowej. Mimo wszystko górno przepustowy filtr nie zapewnia odseparowania zakłóceń od wzmacniacza. Aby zabezpieczyć modem przed szybkimi zakłóceniami, muszą być użyte szybkie diody. Są to bardzo szybkie diody Zenera, które potrafią zareagować w kilka nanosekund i są w stanie przetworzyć duże porcje energii w ciepło.

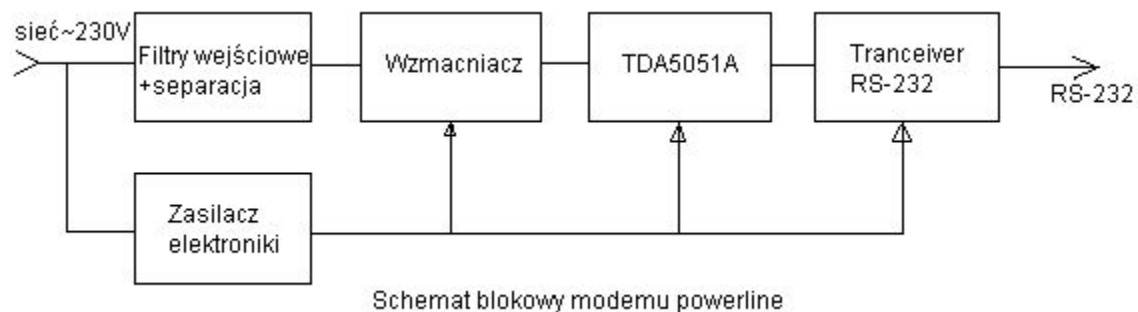
Do naszej pracy wybraliśmy chip Philips TDA5051A ponieważ potrzebuje tylko kilka zewnętrznych dodatkowych elementów i jest łatwo dostępny w Polsce. Również cena tego układu jest atrakcyjna. Układ TDA 5051A zawiera w sobie wszystkie niezbędne elementy odpowiedzialne za nadawanie oraz odbiór danych poprzez sieć energetyczną. Układ ten

pracuje w modulacji ASK polegającej na kluczowaniu amplitudy. Ideę tej modulacji obrazuje rysunek:



Sygnałem niosącym informacje jest amplituda fali nośnej o częstotliwości 125kHz. Zarówno nadawanie jak i odbiór danych synchronizowany jest poprzez wewnętrzny oscylator podłączony do zewnętrznego kwarcu. Pozwala to na uniezależnienie częstotliwości fali nośnej, oraz pracy układu filtru cyfrowego od warunków zewnętrznych takich jak np. temperatura otoczenia.

W trybie nadawania fala nośna generowana jest przez odczyt pamięci ROM. Synchronizowany sygnałem generatora. Dane z pamięci ROM podawane są na przetwornik C/A. Następnie analogowy już sygnał doprowadzany jest do wyjściowego wzmacniacza mocy.



W trybie odbioru, sygnał trafia do wzmacniacza wejściowego o programowanym wzmocnieniu (zależnym od poziomu sygnału wejściowego). Następnie sygnał ten przetworzony zostaje przez przetwornik A/C i w postaci cyfrowej poddawany jest filtracji w celu usunięcia częstotliwości różnych od częstotliwości fali nośnej. Tak obrabiony sygnał trafia do cyfrowego demodulatora i dalej już jako dane na wyjście układu.

Na potrzeby modemu zaprojektowany został także kompletny układ zasilania. Ponieważ opisywany modem z definicji zostanie podłączony do sieci ~220V, na płycie drukowanej przewidziano miejsce na wlutowanie transformatora sieciowego TS2/16. abezpieczeniem przepięciowym układu są bezpiecznik oraz warystor. Wzrost napięcia sieciowego spowoduje wzrost prądu płynącego przez warystor. wskutek czego zostanie przepalony bezpiecznik. Ponieważ układ nie pobiera więcej niż 100 mA prądu zastosowany został standardowy mostek prostowniczy 1 A oraz stabilizator 78L05.

Układ interfejsu TTL/RS232C zbudowany został w oparciu o układ MAX 232. Ze względu na ograniczony dopuszczalny pobór prądu szczególnie ważne jest aby zastosować właśnie układ firmy Maxim, zamiast np. układu ICL 232. Układ MAX 232 wyposażony został w wewnętrzną przetwornicę napięcia, do której poprawnego działania niezbędne są dwa kondensatory. Przetwornica ta dostarcza napięć +10V oraz -10V potrzebnych do przeprowadzenia transmisji poprzez łącze RS232C.

Ostatnim blokiem funkcjonalnym układu jest interfejs umożliwiający sprzężenie modemu z siecią energetyczną. Jego zasadniczym elementem jest transformator, którego zadaniem jest galwaniczne oddzielenie układu od sieci zasilającej. przy jednoczesnym zapewnieniu przenoszenia sygnału fali nośnej zarówno przy nadawaniu jak i odbieraniu danych.

Funkcję transformatora sprzęgającego może spełniać fabryczny produkt firmy Newport Components o oznaczeniu 78250. Można go również, podobnie jak w prototypie, wykonać we własnym zakresie. Transformator posiada po 20 zwojów zarówno po stronie pierwotnej jak i wtórnej, które nawinięto na kubku ferrytowym o stałej $AL=3400nH/z^2$ wykonanym z ferrytu F2001. Do nawinięcia uzwojenia użyto drutu nawojowego w emalii DNE 0,5 mm. Wykonując transformator należy oddzielić uzwojenia warstwą ceratki izolacyjnej. Zwarcie pomiędzy uzwojeniami może doprowadzić do uszkodzenia układu.

Pary elementów LC tworzą filtr środkowo-przepustowy mający na celu odfiltrowanie częstotliwości 50 Hz oraz pozostałych zakłóceń. Doskonale przenoszona jest natomiast

częstotliwość fali nośnej, która zależna jest od częstotliwości generatora kwarcowego i w naszym przypadku wynosi $8 \text{ MHz}/64 = 125 \text{ kHz}$.

Znając już zastosowanie wszystkich bloków funkcjonalnych układu możemy opisać idee jego funkcjonowania. W trybie nadawania dane przychodzące z komputera poprzez interfejs RS232C/TTL sterują wejściem DATAin układu TDA 5051. Jeśli na wejściu DATAin, panuje logiczna "1" amplituda fali nośnej (częstotliwość 125 kHz) na wyjściu TXout wynosi 0V. Powoduje to wymuszenie logicznej "1" zarówno na wyjściu DATAout układu nadającego dane jak i we wszystkich innych odbiornikach podłączonych do sieci ~220V.

W trybie odbioru brak sygnału częstotliwości nośnej powoduje wystąpienie logicznej "1" na wyjściu DATAout. Jeśli sygnał ten trafia przez transformator TR2 do układu wzmacniacza zbudowanego w oparciu o tranzystor T1. to po wzmocnieniu doprowadzany jest na wejście RXin układu TDA 5051. Poddawany jest następnie filtracji, demodulacji, czego wynikiem jest pojawienie się logicznego "0" na wyjściu DATAout drugiego modemu. Powoduje to oczywiście (poprzez interfejs TTL/RS232C) wysłanie tej informacji do komputera.

Każda informacja wysłana z danego modułu natychmiast do niego powraca. Jest to wynikiem tego, że w trybie nadawania odbiornik także pracuje, przesyłając dane na powrót do modułu. Ma to szczególne znaczenie przy testowaniu poprawności działania modemu.



Zdjęcie modemu 230V

3. STEROWNIK SYSTEMU Z PROCESOREM BECK IPC@CHIP

Procesor @Chip SC12 firmy Beck wybraliśmy jako jednostkę centralną dla modułu sterującego. Posiada on wiele funkcji między innymi Wbudowany serwer WWW dzięki któremu odbywa się sterowanie w naszym inteligentnym budynku. Charakteryzuje się on prostotą programowania, oraz dużym wsparciem technicznym ze strony firmy Beck IPC @Chip w postaci wielu bibliotek. Procesor jest niezawodny co zapewnia naszemu systemowi bezawaryjną pracę.



Parametry Techniczne:

- 186-20MHz 16 Bit CPU
- 512 KB RAM, 512 KB Flash
- System operacyjny RTOS w pamięci Flash
- Możliwość wgrzywania programów poprzez port szeregowy oraz Ethernet
- TCP/IP, PPP, HTTP, FTP, Telnet, POP3, SMTP oraz DHCP
- Ethernet 10BaseT
- 2 szybkie porty szeregowy w standardzie TTL-RS232 RXD, TXD, CTS, RTS
- Magistrala I2C, Watchdog
- 2 wejścia oraz wyjścia timerów
- Intel® Magistrala Adresowa
- 14 programowalnych pinów I/O

Procesor @Chip SC12 firmy Beck IPC@Chip® jest częścią rodziny mikroprocesorów i mikrokontrolerów opartych o architekturę x86 Intela. e Mikrokontroler @Chip SC12® jest oparty na procesorze kompatybilnym z 80C186/188. Procesor posiada wbudowany port Ethernet oraz porty szeregowy. Procesor posiada 512 KB wewnętrznej pamięci DRAM oraz 512 KB pamięci FLASH. Mikrokontroler @Chip SC12® Posiada także wbudowane następujące funkcje:

- 6 programowalnych sygnałów “chip select“
- 6 zewnętrznych źródeł przerw
- 2 stopniowy sprzętowy watchdog
- Dwa liczniki
- Dwa kontrolery DMA
- Interfejs 10BASET
- Dwa asynchroniczne porty szeregowy
- Magistralę I2C
- Wbudowany serwer WWW z obsługą CGI
- Serwer FTP pozwalający na szybkie wgrywanie nowego oprogramowania
- Serwer Telnet dzięki któremu dostajemy szybki dostęp do zasobów procesora
- Prosty system operacyjny RTOS

RTOS:

RTOS czyli System operacyjny czasu rzeczywistego to system oprogramowania zapewniający nadzorowanie, sterowanie i reagowanie na zdarzenia zew. jednocześnie z realizacją obliczeń związanych z prog. użytkowymi. Nieodłącznym atrybutem SOCR jest rozbudowany, wielopoziomowy mechanizm przerw priorytetowych – reakcja na sygnały z procesu technologicznego wg ich wartości. Innym ważnym elementem SOCR jest jego zegar czasu rzeczywistego. Umożliwia on realizację zadań uwarunkowanych czasowo, czy też kontrolę zależności czasowych w procesie technologicznym.

Do cech charakterystycznych systemów czasu rzeczywistego zaliczyć można:

- ciągłość działania (stany oczekiwania na wystąpienie zdarzenia) zależność od otoczenia
- współbieżność
- przewidywalność
- punktualność
- uzależnienie pracy systemu mikrokomputerowego od wymagań czasowych obiektu
- niezawodność
- zapewnienie bezpiecznej pracy obiektu w przypadku awarii

Podstawą naszego systemu jest technologia CGI wykorzystywana w procesie sterowania przez internet:

CGI (Common Gateway Interface) jest specyfikacją określoną dla protokołu HTTP, umożliwiającą uruchomienie przez klienta programu na odległym serwerze WWW, przekazanie danych do tego programu, a także odbiór przez klienta wyników działania programu. Programy takie nazywane są często skryptami CGI.

CGI umożliwia tworzenie interaktywnych, dużych aplikacji typu: sklep internetowy, obsługa baz danych, obsługa list dyskusyjnych, prezentacja różnych informacji w zależności od danego klienta, tworzenie dynamicznych stron HTML, tzn. takich, które na podstawie danych odebranych od klienta są generowane przez program uruchomiony na serwerze WWW.

Komunikacja z użyciem CGI może przebiegać następująco:

1. Serwer wysyła dokument HTML z formularzem do klienta
2. Po wprowadzeniu danych, klient wysyła do serwera żądanie uruchomienia skryptu CGI oraz dane z formularza
3. Serwer WWW odbiera dane i uruchamia program CGI
4. Program CGI odbiera dane, przetwarza je, przekazuje wyniki do serwera
5. Serwer odsyła wyniki do klienta

Na serwerze WWW skrypty CGI są lokowane w oddzielnym katalogu, np. cgi-bin, często wskazywanym przez alias cgi-bin. Pliki z tego katalogu są uruchamiane jako programy. Skrypty CGI muszą mieć prawa wykonywania dla wszystkich użytkowników (chmod 755 plik).

Program CGI może być napisany w dowolnym języku programowania działającym w systemie operacyjnym danego serwera, np.: C/C++, Perl, Bourne shell, Visual Basic. Na różnych platformach sprzętowych (Unix, Windows) mogą wystąpić różnice w implementacji programów CGI, np. ze względu na zmienne środowiskowe Visual Basic na WindowsNT. Testować programy CGI należy najpierw lokalnie, z linii komend.

Gdy serwer uruchamia program CGI, tworzone są zmienne środowiskowe. Niektóre z nich to:

- REQUESTED_METHOD – metoda przekazywania danych: GET lub POST.
- QUERY_STRING – łańcuch znaków (niekodowany) za znakiem '?' w URL-u wywołującym program (dla metody GET).
- CONTENT_LENGTH – liczba bajtów dołączonych danych (dla metody POST).

Dane z formularza klienta przekazywane są do serwera WWW i skryptu CGI w postaci łańcucha znaków: nazwa1=dana1&nazwa2=dana2

gdzie nazwa jest nazwą pola, zdefiniowaną w poleceniu INPUT formularza HTML, a dana jest informacją wprowadzoną w to pole, zakodowaną zgodnie z atrybutem ENCTYPE.

Wyniki działania program CGI powinien wysłać na standardowe wyjście stdout, skąd zostaną przesłane przez serwer WWW do przeglądarki klienta. Program CGI może generować różne rodzaje danych wyjściowych (np. dokument HTML, tekst, obrazek, itp.).

Program CGI powinien wysłać na stdout:

1. nagłówek w postaci tekstu: "Content-type: typdanych", gdzie typdanych określa, w standardzie MIME, rodzaj danych wysyłanych przez program, np. text/plain, text/html, image/gif; przeglądarka internetowa klienta na podstawie otrzymanego nagłówka określi sposób prezentacji danych.
2. pustą linię tekstu;
3. dane typu określonego w nagłówku.



Zdjęcie sterownika systemu z procesorem BECK IPC@CHIP

4. Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 firmy Atmel został wykorzystany w naszej pracy do obsługi bardziej skomplikowanych modułów wyjściowych przeznaczonych do montażu jako urządzenia naściennie. Zbudowany przez nas moduł oparty na tym procesorze posiada dołączony czujnik temperatury oraz Wyświetlacz LCD, pokazujący aktualną temperaturę.

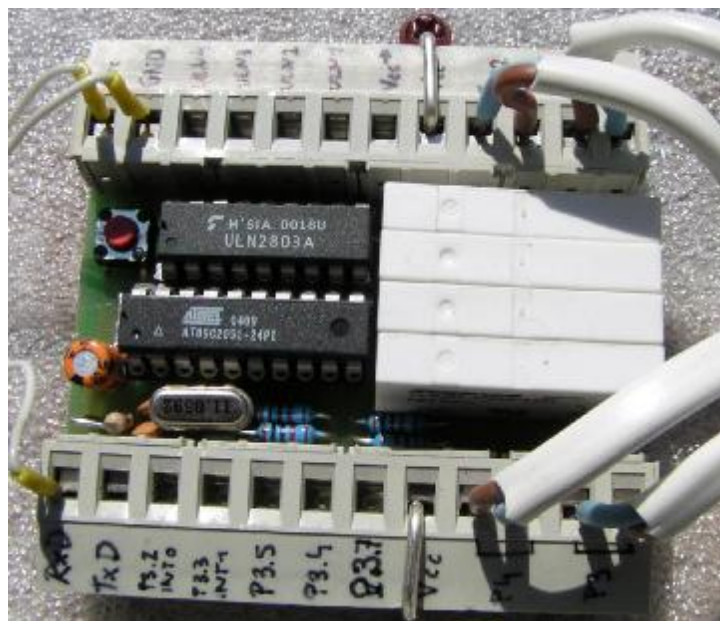
Mikrokontroler typu AT89S8252 jest kompatybilny z rodziną MCS-51 oraz wyposażony jest w wewnętrzną pamięć programu typu Flash EEPROM z możliwością programowania tej pamięci w systemie.

Najważniejsze parametry mikrokontrolera AT89S8252:

- kompatybilny z rodziną MCS-51,
- 8kB wewnętrznej pamięci programu typu Flash EEPROM,
- możliwość programowania pamięci programu w systemie (ISP),
- 2kb wewnętrznej pamięci danych typu EEPROM z możliwością programowania pamięci w systemie,
- 256 bajtów pamięci danych typu RAM,
- częstotliwość zegara od 0Hz do 24MHz, (możliwość pracy statycznej),
- trzy 16-bitowe liczniki/timery,
- 32 programowalne linie wejścia/wyjścia,
- 9 źródeł przerwań,
- rozbudowany układ transmisji szeregowej,
- dodatkowy układ transmisji szeregowej typu SPI (służy też do programowania pamięci programu),
- programowalny układ czuwający (watchdog),
- kilka trybów pracy z obniżonym poborem mocy,
- trzy poziomy zabezpieczenia przed odczytem programu,
- rejestry specjalne do obsługi dodatkowych funkcji.

5. Mikrokontroler AT89C2051

Mikrokontroler AT89C2051 został w naszym systemie wykorzystany jako procesor w modułach klienckich. Ze względu na swoje niewielkie rozmiary wykorzystaliśmy go do stworzenia modułu przeznaczonego do montażu podtynkowego – czyli niewidocznego dla oczu. Jest On łatwy w programowaniu i niezawodny w swoim działaniu dzięki temu zapewniać będzie niezawodną pracę modułów klienckich.



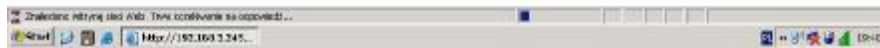
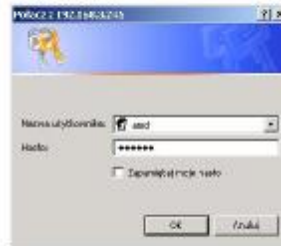
Zdjęcie modułu wykonawczego z mikrokontrolerem AT89C2051

Cechy mikrokontrolera AT89C2051:

- kompatybilny z układami rodziny MCS-51
- 2kB wewnętrznej pamięci typu Flash-EPROM
- zegar: 0Hz do 24MHz
- 8-bitowa jednostka centralna
- 128B wewnętrznej pamięci RAM
- 15 programowalnych linii we/wy,
- dwa szesnastobitowe liczniki/zegary
- interfejs szeregowy
- wbudowany analogowy komparator

6. Obsługa systemu:

Aby skorzystać z systemu należy na dowolnym komputerze podłączonym do sieci internet włączyć przeglądarkę stron WWW i wpisać adres IP sterownika. Pojawi się okno logowania, jak na poniższym rysunku:



Po prawidłowym zalogowaniu otworzy się strona przedstawiona na kolejnym zrzucie:



Teraz wystarczy kliknąć w odpowiednie symbole aby włączać i wyłączać przyporządkowane im urządzenia. Aby nie sterować ręcznie klimatyzacją i ogrzewaniem wystarczy w polu „Ustaw temperaturę” wpisać zadaną wartość i zatwierdzić przyciskiem „Ustaw”. System sam zadba, włączając ogrzewanie lub klimatyzację, aby utrzymać temperaturę na żądanym poziomie.

