

ZASTOSOWANIE PRZEKAŹNIKÓW ORAZ MIKROKONTROLERÓW AVR W SYSTEMACH INTELIGENTNEGO ZARZĄDZANIA OBIEKTAMI BUDOWLANYMI

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania mikrokontrolerów typu ATmega w sterownikach systemów zarządzających automatyką obiektów budowlanych. Omówione zostały zasady łączenia mikrokontrolerów oraz przełączników celu efektywnego sterowania urządzeniami automatyki budynku inteligentnego oraz ograniczenia wynikające z zastosowania tego typu połączeń. Przeprowadzone badania miały na celu zmierzenie wydajności prądowej portów wyjściowych mikrokontrolera i porównanie z zapotrzebowaniem przełączników w celu uzyskania optymalnego rozwiązania do zastosowania w sterownikach systemów zarządzających automatyką obiektów budowlanych.

WSTĘP

Ciągły rozwój elektroniki użytkowej powoduje coraz większą automatyzację życia codziennego. Naturalnym jest, więc, że coraz więcej ludzi zainteresowanych jest tematyką budownictwa inteligentnego, chcąc zautomatyzować sterowanie instalacją elektryczną budynku a nawet obsługę wyposażenia RTV/AGD. Jeszcze do niedawna instalacje budynków inteligentnych były niezwykle kosztowne i specjalizowały się w tej dziedzinie tylko nieliczne firmy. Dopiero po popularyzacji mikrokontrolerów i zwiększeniu ich dostępności dla odbiorców indywidualnych, zaczęły się rozwijać tanie projekty sterowników automatyki domowej. Zastosowanie przełączników w automatyce domowej wydaje się być proste, jednak problemy pojawiają się w momencie, kiedy usiłujemy użyć jednocześnie kilku przełączników mogą pojawić się trudności z zamykaniem i otwieraniem styków przez cewkę przełącznika.

1. BADANIE WYDAJNOŚCI PRĄDOWEJ MIKROKONTROLERA ATMEGA 328P ORAZ PORÓWNANIE Z ZAPOTRZEBOWANIEM PRZEKAŹNIKÓW – BADANIA WŁASNE

1.1. Cel i zakres badań

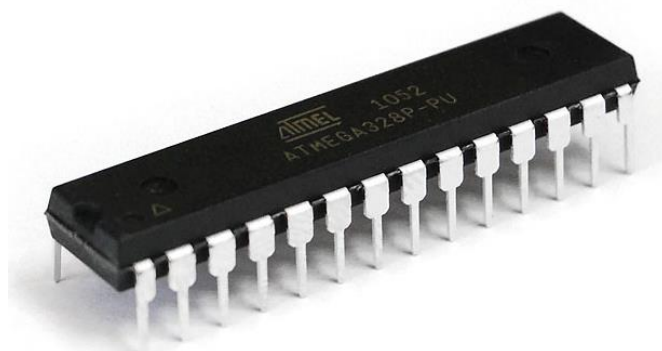
Badania zostały przeprowadzone przy pomocy najpopularniejszym wśród elektroników mikrokontrolerze ATmega 328P oraz dwóch przełączników różnych firm o podobnych parametrach.

Wyniki badań zostały porównane z notami katalogowymi poszczególnych podzespołów. Zakres badań obejmował:

1. Zapoznanie się z metodami sterowania cewek przełączników oraz skutkami niewłaściwego wyzwalania zadziałania cewki.
2. Zapoznanie się z obsługą urządzenia Multimetru Laboratorium Tektronix DMM 4020 używanego do pomiaru badanych parametrów.
3. Wykonanie pomiarów wydajności prądowej wyjść mikrokontrolera oraz zapotrzebowania prądowego cewek przełączników.
4. Analizę wyników pomiarów.
5. Porównanie wyników z notami katalogowymi tych podzespołów.

1.2. Opis badanych podzespołów

Mikrokontroler poddany badaniom należy do najbardziej popularnych wśród elektroników ATmega 328P posiadający 14 wyjść cyfrowych oraz 7 analogowych. Jak więc można zauważyć mikrokontroler może jednocześnie sterować 21 przełącznikami.



Rys. 1. Mikrokontroler ATmega 328P

Podstawowe parametry powyższego mikrokontrolera przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Podstawowe parametry mikrokontrolera ATmega 328P [8]

L.p.	Parametr	ATmega 328/P
1	Liczba pinów	28/32
2	Pamięć FLASH(Bajty)	32K
3	Pamięć SRAM(Bajty)	2K
4	Pamięć EEPROM(Bajty)	1K
5	Złącze SPI	2
6	Złącze I ² C	1
7	Złącze UART	1
8	ADC	10-bitowy 15K SPS
9	Kanały ADC	8
10	Timer/Licznik 8-bitowy	2
11	Timer/Licznik 16-bitowy	1

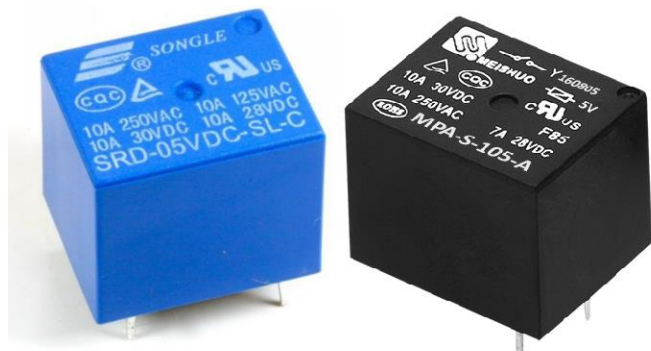
Przełącznik pozwala na sterowanie elementami wykonawczymi pobierającymi prąd do 10 A przy pomocy portów mikrokontrolera lub dowolnego zestawu uruchomieniowego (w tym Arduino, Rasperry Pi i STM32Discovery) oraz przy pomocy mikrokontrolerów AVR [5].

Do poprawnej pracy wystarczy podłączyć zasilanie przekaźnika oraz cyfrowy sygnał sterujący. Przykłady zastosowania [1]:

1. Sterownik oświetlenia.
2. Sterownik układów wykonawczych.
3. Włacznik do urządzeń elektrycznych w tym silników.
4. Sterownik urządzeń automatyki domowej.

Przełączniki użyte do badań to:

1. SONGLE SRD-05VDC-SL-C
2. ROHS MPA-S-105A



Rys. 2. Przełącznik SONGLE SRD-05VDC-SL-C (po lewej) oraz przełącznik ROHS MPA-S-105-A (po prawej)

Porównanie podstawowych parametrów powyższych przełączników przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Zestawienie podstawowych parametrów użytych przełączników [9]

L.p.	Parametr	SONGLE SRD-05VDC-SL-C	ROHS MPA-S-105-A
1	Napięcie cewki	5V	5V
2	Nominalny prąd cewki	71,4 mA	80,0 mA
3	Nominalne obciążenie	10A 250VAC	10A 250VAC
4	Rezystancja styków	Poniżej 100mΩ	Poniżej 100mΩ
5	Trwałość elektryczna	100000	100000
6	Trwałość mechaniczna	1000000	1100000

Jak wynika z powyższego zestawienia obydwa przełączniki zbudowane są w ten sam sposób i mają bardzo podobne parametry techniczne co pozwoli na otrzymanie wyników, które będzie można w łatwy sposób zestawiać ze sobą.

Przełącznik posiada dwa wyprowadzenia wejściowe. Służą one do bezpośredniego sterowania pracą cewki. Aby układ pracował poprawnie należy podłączyć sygnał z mikrokontrolera 5 V oraz masę GND.

Wyprowadzenia wyjściowe oznaczone są, jako NO - domyślnie odłączone, NC - domyślnie podłączone z COM [3]. Podanie sygnału sterującego cewką (5V) uruchamia cewkę, która przelacza styki przełącznika i tworzy połączenie pomiędzy COM i NO rozłączając COM z NC. Plastikowa obudowa przełącznika pozwala w prosty sposób zniwelować ryzyko przebicia izolacji natomiast podczas większej ilości cykli otwórz/zamknij nie bez znaczenia pozostaje problem z nagrzewaniem się przełącznika [4].

1.3. Aparatura pomiarowa

Pomiar parametrów badanych podzespołów musi być wykonany z odpowiednią dokładnością. Niezbędne jest użycie multimetru laboratoryjnego zapewniającego dokładność pomiaru na poziomie pięciu miejsc po przecinku [10]. Multimetr pozwala na pomiar prądu, napięcia, rezystancji oraz częstotliwości.



Rys. 3. Multimetr laboratoryjny Tektronix DMM4020

Podstawowe parametry multimetru:

1. Rozdzielczość 5.5 cyfr
2. Dokładność pomiaru napięcia stałego VDC 0.015% (1 yr.)
3. Pomiar napięcia w zakresie od 200 mV do 1000 V z rozdzielczością do 1 μ V
4. Pomiar prądu w zakresie od 200 μ A do 10 A z rozdzielczością do 1 nA
5. Pomiar rezystancji w zakresie od 200 Ω do 100 M Ω z rozdzielczością 1 m Ω
6. Pomiar napięcia, natężenia prądu i rezystancji
7. Pomiar True RMS (AC, AC + DC)
8. Testowanie Diod i ciągłości obwodu
9. Pomiar Częstotliwości
10. Pomiar rezystancji dwu i czteroprzewodowo
11. Dedykowany pomiar prądu upływu DC
12. Sześć dedykowanych przycisków pozwalających na szybki i łatwy dostęp do kluczowych funkcjonalności urządzenia
13. Standardowo oprogramowanie National Instrument's LabVIEW SignalExpress™ TE Limited Edition.

Do zasilania zarówno mikrokontrolera jak i przełączników zostanie wykorzystany zasilacz laboratoryjny z możliwością płynnej regulacji zarówno prądu jak i napięcia. Do badań wykorzystany zostanie zasilacz laboratoryjny DC Yihua 3005D 30V 5A. Zasilacz laboratoryjny na prądy do 5A Yihua to niezawodny i precyzyjny sprzęt laboratoryjny z regulowanym i stabilizowanym napięciem DC i regulowanym (ograniczonym) poborem prądu. Napięcie i prąd wyjściowy są regulowane za pomocą przycisków + i - na panelu głównym zasilacza. Zasilacze posiadają zabezpieczenie chroniące przed skutkami zwarcia a co za tym idzie przed przeciążeniem i uszkodzeniem. Chłodzenie zapewnia wbudowany wentylator. Wyposażone są w 2 czytelne wyświetlacze LED. Zasilacze mogą być wykorzystywane przy projektowaniu wyrobów elektroniki, pracach naukowych, w laboratoriach, na liniach produkcyjnych oraz w dydaktyce.



Rys. 4. Zasilacz laboratoryjny DC Yihua 3005D

Porównanie podstawowych parametrów zasilacza przedstawiono w tabeli 3.

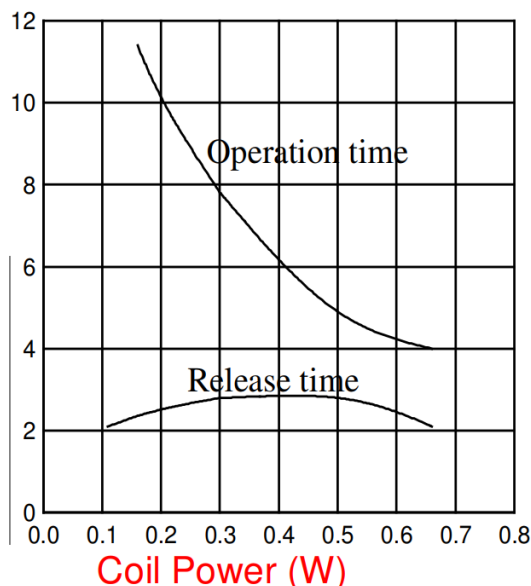
Tab. 3. Zestawienie podstawowych parametrów zasilacza DC Yihua 3005D

L.p. Parametry regulacji		
1	Napięcie wyjściowe	od 0 do 30V z dokładnością od 0.01V
2	Dokładność napięciowa	+/- 0.02V
3	Stabilność napięciowa	<0.01%+3mV
4	Stabilność obciążenia	<0.01%+3mV
5	Czas	100uS
6	Falowania napięcia szumów	<0.1% Vrms
7	Współczynnik temperatury	<300PPM/C
L.p. Parametry prądowe		
1	Napięcie wyjściowe	od 0 do 30V z dokładnością od 0.01V
2	Dokładność napięciowa	+/- 0.02V
3	Stabilność napięciowa	<0.01%+3mV
4	Stabilność obciążenia	<0.01%+3mV
5	Czas	100uS
6	Falowania napięcia szumów	<0.1% Vrms
7	Współczynnik temperatury	<300PPM/C
8	Napięcie wyjściowe	od 0 do 30V z dokładnością od 0.01V

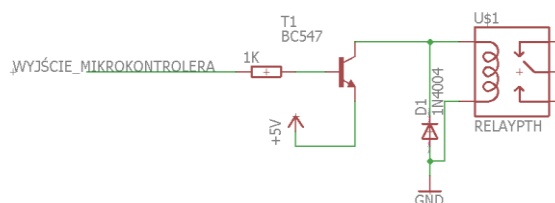
1.4. Wyniki badań (Wnioski)

Badany mikrokontroler jak widać nie będzie w stanie zasilić bezpośrednio więcej niż dwóch przekaźników. Znamionowy prąd cewki wymagany do prawidłowego jej działania wynosi od 70 do 85 mA [2]. Na wykresie (Rys. 5) można zaobserwować iż, już w przypadku ustawienia trzech wyjść cyfrowych w stan wysoki wydajność prądowa nie przekroczy 65mA. Taki stan rzeczy nie oznacza, że przekaźnik nie zadziała, natomiast zasilanie cewki przekaźnika niedostatecznie dużym prądem powoduje zwiększenie czasu działania operacji łączeniowych styków (Rys. 6) i co za tym idzie zwiększenie temperatury samego przekaźnika [7].

Przegrzanie przekaźnika jest bardzo niebezpieczne i może spowodować jego uszkodzenie lub przebicie izolacji i zwarcie. Aby nie dopuścić do powyższych sytuacji należy dostarczyć do sterowania cewki przekaźnika prąd nie mniejszy niż 80 mA [6]. Nie trzeba jednak rezygnować z mikrokontrolerów. Wystarczy zastosowanie tranzystora bipolarnego diody oraz rezystora (Rys. 7). Układ taki dostarczy do przekaźnika odpowiednio dużą moc, aby zapewnić poprawne jego działanie nawet we współpracy z kilkunastoma innymi przekaźnikami i pozwoli na łatwe sterowanie przekaźnikiem przy pomocy mikrokontrolerów.

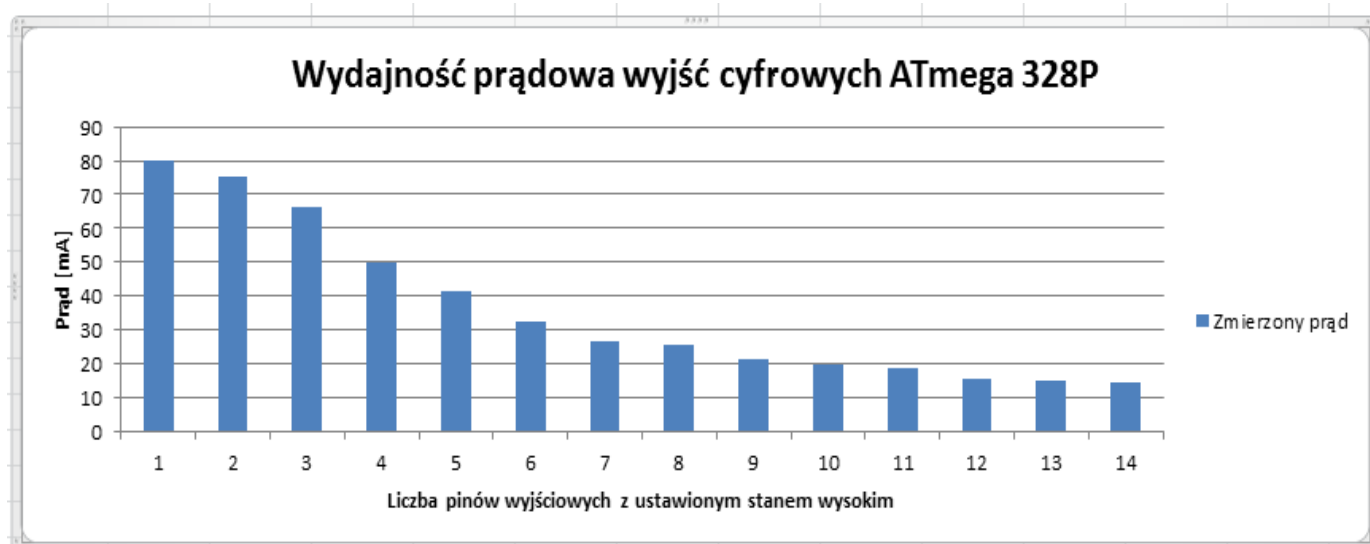


Rys. 6. Wykres zależności czasu operacji łączeniowych przekaźnika od mocy zasilającej cewkę

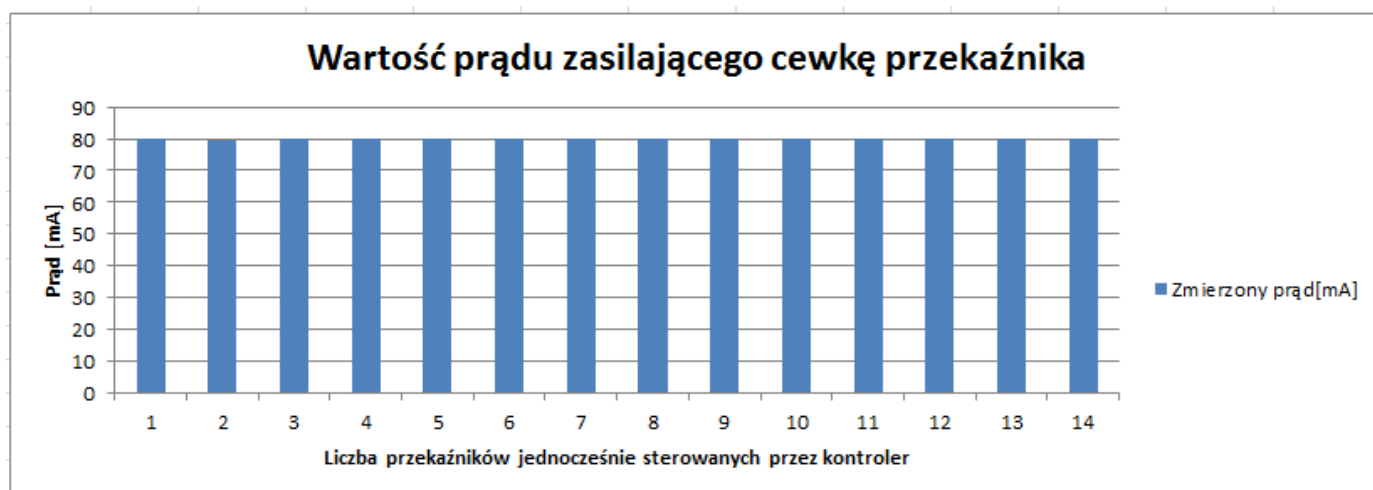


Rys. 7. Schemat układu sterowania przekaźnikiem stworzony w celu zapewnienia odpowiednich parametrów zasilania cewki przekaźnika

Po zastosowaniu powyższego schematu do każdego przekaźnika prąd zmierzony na wejściu cewki każdego przekaźnika był równy zalecanemu prądowi nawet przy zastosowaniu jednocześnie kilkunastu przekaźników (Rys 8). Ograniczony został problem z przegrzewaniem cewki i wydłużaniem czasu działania przekaźnika.



Rys. 5. Wydajność prądowa wyjścia cyfrowego ATmega 328P w zależności od ilości wyjść cyfrowych ustawionych w stan wysoki



Rys. 8. Wartość prądu zasilającego cewkę przekaźnika w zależności od ilości przekaźników sterowanych przez mikrokontroler ATmega 328P

BIBLIOGRAFIA

1. Baranowski R., *Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce*, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2005
2. Dominiko S., *Przekaźniki Elektroenergetyczne, Wydanie II*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1970
3. Francuz T., *AVR Praktyczne Projekty*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2014
4. Francuz T., *AVR Układy Peryferyjne*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2014
5. Korniluk W., Woliński W. K., *Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa, Wydanie III*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2012
6. Platt C., *Make: Electronics: Learning Through Discovery, Second Edition*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2016
7. Riley M., *Inteligentny dom. Automatykacja mieszkania za pomocą platformy Arduino, systemu Android i zwykłego komputera*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2013
8. Nota katalogowa mikrokontrolera ATmega 328P
9. Nota katalogowa przekaźnika SONGLE SRD-05VDC-SL-C
10. Instrukcja obsługi Multimetr laboratoryjny Tektronix DMM4020

Application of AVR microcontrollers and relays in intelligent building automation management systems

Continuing the development of consumer electronics brings ever greater automation of everyday life. It is natural that more and more people are interested in intelligent building, wanting to automate the control of the building's electrical system and even the use of home appliances. Until recently, intelligent building installations were extremely costly and specialized in only a few companies. Only after the popularization of microcontrollers and their availability to individual consumers began to develop cheap home automation controllers. The use of relays in home automation seems to be straightforward, but problems arise when we try to use several relays at the same time, there may be difficulties in closing and opening contacts through the relay coil.

Autorzy:

inż. **Mateusz Sałuch** – Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych, Katedra Nauk Technicznych, Zakład Mechaniki i Budowy Maszyn, m.saluch@pswbp.pl

mgr inż. **Daniel Tokarski** – Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych, Katedra Nauk Technicznych, Zakład Budownictwa