POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Wydział Elektryczny
Instytut Elektroenergetyki
Zakład Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA

„Kalibracja kanału pomiarowego”

1. Wstęp

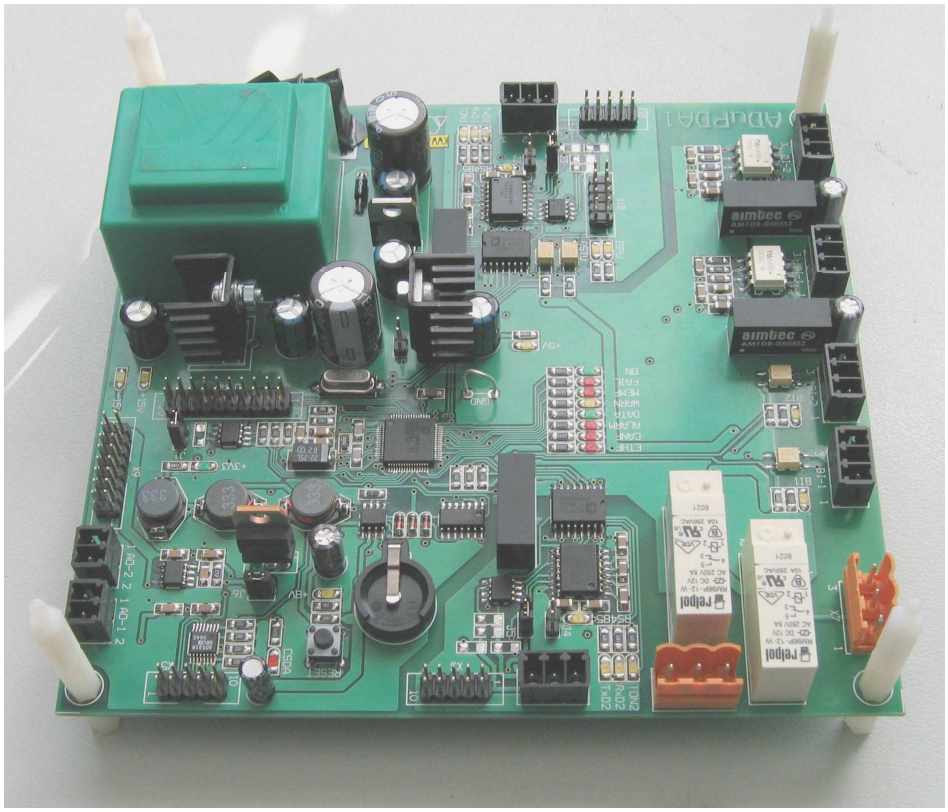
W systemach sterowania i nadzoru stosowane są rozwiązania pozwalające na pomiar takich sygnałów jak napięcie stałe, napięcie zmienne, temperatura lub inne wartości nieelektryczne oraz sygnalizacje stanów logicznych. Przy pomiarach prądu najczęściej stosowany jest pomiar pośredni poprzez pomiar napięcia pochodzącego z układu przetwarzania prąd - napięcie. Takim układem może być przetwornik typu LEM lub przekładnik prądowy.

Sterowanie odbywa się poprzez stany logiczne, napięcia analogowe lub sygnały z modulacją szerokości impulsu (PWM).

Celem tego ćwiczenia jest zapoznanie się z pracą niewielkiego układu nadzorująco - sterującego przeznaczonego do sterownia pracą przetwornicy DC / DC. Układ ten integruje w sobie zarówno elementy pomiarowe jak i sterujące. Wraz z układami komunikacji tworzy on element IED w systemie nadzoru.

2. Badany układ

Ćwiczenie wykonywane jest w oparciu o płytkę drukowaną ADuPDA1. Widok płytki pokazany został na rysunku 1.



Rys 1. Płytka ADuPDA

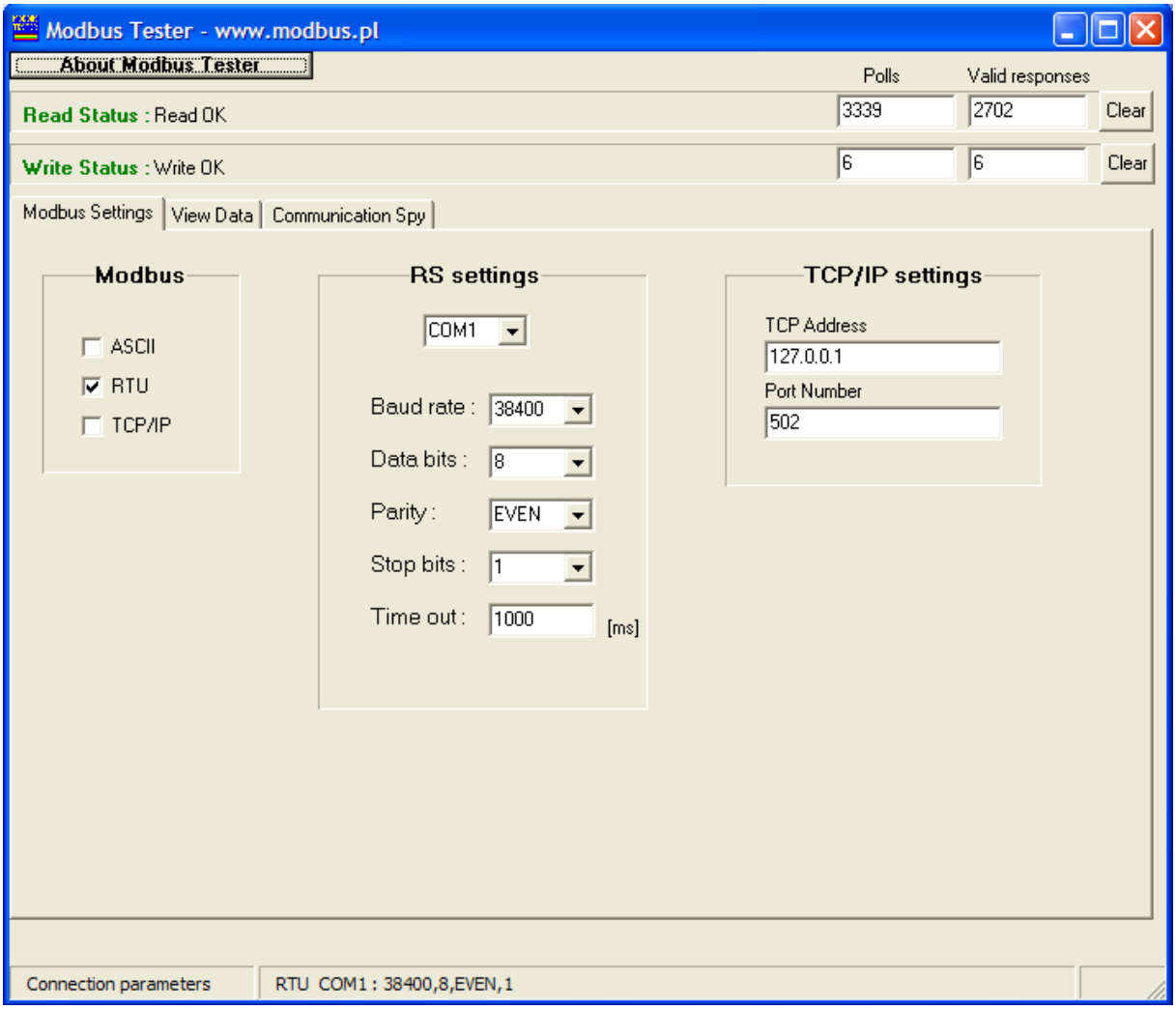
Płytka ta składa się z kilku elementów:

1. Zasilacza sieciowego
2. 2 Wejść analogowych z izolacją galwaniczną
3. 2 Wejść binarnych z izolacją galwaniczną
4. 2 Wyjść analogowych
5. 2 Wyjść sygnałowych zrealizowanych na przekaźnikach
6. 2 Izolowanych torów transmisyjnych RS232 / RS485
7. Mikroprocesora sterującego Philips LPC2138 (ARM7-TDMI)

Badany układ współpracuje z komputerem komunikując się poprzez łącze RS232 wg protokołu MODBUS RTU.

3. Przygotowanie do ćwiczenia

Konfiguracja i dostęp do nadzorowanego obiektu realizowany jest poprzez protokół MODBUS RTU. Po stronie komputera do komunikacji służy program Modbus Tester.
Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy odpowiednio skonfigurować program do połączenia z płytką. Okno konfiguracji programu widoczne jest na rysunku 2.



Rys. 2 Konfiguracja programu Modbus Tester

W zakładce „Modbus settings” należy ustawić takie opcje jak:

- Modbus – RTU
- Baud Rate – 38400
- Data bits – 8
- Parity – EVEN
- Stop bits – 1
- Właściwy port COM

Protokół MODBUS jest protokołem pracującym w trybie master-slave. W tym przypadku urządzeniem odpytującym jest komputer który wysyła zapytania do płytki sterującej. Wszystkie dostępne dane w protokole MODBUS zorganizowane są w rejestrach. W protokole zdefiniowane są cztery typy rejestrów:

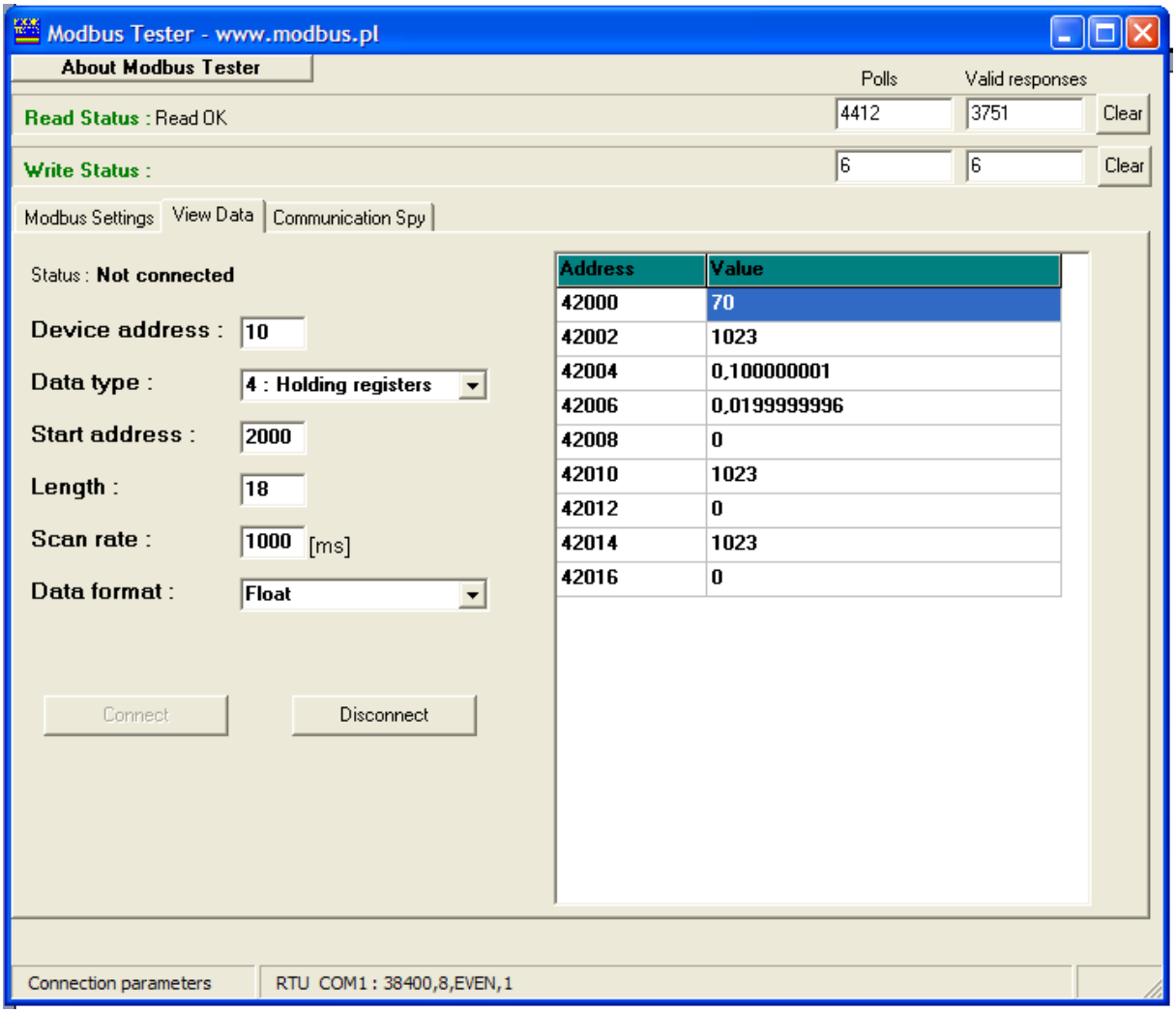
- input registers – rejestry tylko do odczytu dla danych numerycznych
- holding registers - rejestry do zapisu i odczytu dla danych numerycznych
- discrete inputs – rejestry bitowe tylko do odczytu
- coils – rejestry bitowe do odczytu i zapisu

Ponieważ typową długością danych na jakich operuje MODBUS jest 16-bitów aby przesłać liczbę zmiennoprzecinkową typu float potrzeba 2 rejestrów. Stąd należy to uwzględnić ustalając adresy poszczególnych wartości. Adresy rejestrów dla płytki ADuPDA1 znajdują się w tabeli 1.

Adres	Typ	Tryb	Typ	Opis
1000	float	R	input reg.	mierzone napięcie w jednostkach wewnętrznych (0-1023)
1002	float	R	input reg.	mierzony prąd w jednostkach wewnętrznych (0-1023)
1004	float	R	input reg.	wartość zadająca z regulatora (0-1023)
1006	float	R	input reg.	mierzone napięcie w jednostkach po kalibracji
1008	float	R	input reg.	mierzony prąd w jednostkach po kalibracji
2000	float	R/W	holding reg.	zadane napięcie (w jednostkach po kalibracji)
2002	float	R/W	holding reg.	zadany prąd (w jednostkach po kalibracji)
2004	float	R/W	holding reg.	wzmocnienie części proporcjonalnej regulatora K_P
2006	float	R/W	holding reg.	wzmocnienie części całkującej regulatora K_I
2008	float	R/W	holding reg.	wzmocnienie części różniczkującej regulatora K_D – nieużywane
2010	float	R/W	holding reg.	zmierzona wartość górnego punktu kalibracji napięcia
2012	float	R/W	holding reg.	zmierzona wartość dolnego punktu kalibracji napięcia
2014	float	R/W	holding reg.	zmierzona wartość górnego punktu kalibracji prądu
2016	float	R/W	holding reg.	zmierzona wartość dolnego punktu kalibracji prądu
3000	bit	R/W	coil	załączenie przekaźnika 1
3001	bit	R/W	coil	załączenie przekaźnika 2
3002	bit	R/W	coil	reset pamięci EEPROM
3003	bit	R/W	coil	reset kalibracji napięcia bez zapisu do pamięci EEPROM
3004	bit	R/W	coil	reset kalibracji prądu bez zapisu do pamięci EEPROM
4000	bit	R	discrete	stan wejścia binarnego BI-1 (1 gdy brak napięcia)
4001	bit	R	discrete	stan wejścia binarnego BI-2 (1 gdy brak napięcia)

Tabela 1. Adresy rejestrów płytki ADuPDA1

Aby odczytać wybrany rejestr lub grupę rejestrów należy ustawić odpowiednie parametry w zakładce „View Data” programu Modbus Tester. Widok działającego programu przedstawia rysunek 3.



Rys 3. Zakładka „View Data”

W tym przypadku odczytano wszystkie rejestry typu „holding register”. Prawidłowymi parametrami **w tym przypadku** są:

- Adres urządzenia - 10
- Typ danych – holding registers
- Adres pierwszego rejestru – 2000 (patrz tabela 1)
- Długość danych – 18 (9 rejestrów po 2 słowa każdy)
- Scan rate – 200ms (częstotliwość aktualizacji wyników)
- Data format – float (w przypadku danych binarnych powinno być wybrane „bit”)

Po ustawieniu wszystkich parametrów należy wcisnąć przycisk „Connect”. Gdy nie ma błędów w danych i komunikacji na górze okna zostanie wyświetlone „Read Status:Read OK”
Gdy ustawiono nieprawidłowy adres lub zakres danych program wyświetli komunikat „ILLEGAL DATA ADDRESS”. Wszystkie zmiany w ustawieniach wprowadzane są przy następnym odpytaniu urządzenia.

Zakładka „Communication Spy” pozwala obejrzeć przebieg komunikacji pomiędzy urządzeniami. Wyświetlane są na niej bajty w formacie hex.

4. Przebieg ćwiczenia

4.1 Charakterystyka przetwarzania wybranego toru pomiarowego

Dla wybranego przez prowadzącego kanału należy dokonać pomiaru:

1. Wartości minimalnej napięcia powodującego ustawienie pierwszego bitu przetwornika
2. Wartości maksymalnej napięcia dla kanału pomiarowego odpowiadającej pełnemu zakresowi przetwornika 10-bitowego – 2^10 – 1
3. Charakterystyki przetwarzania toru pomiarowego

Charakterystykę należy wyznaczyć poprzez zadawanie 15 punktów pomiarowych i spisanie dla nich wartości przetwornika. Wartości te znajdują się w rejestrach 1000 i 1002 odpowiednio dla przetwornika napięcia i prądu.

4.2 Kalibracja urządzenia

Kalibracja urządzenia jest to działanie polegające na odwzorowaniu wartości rzeczywistych sygnałów wejściowych w przestrzeń działania urządzenia. Urządzenie najlepiej komunikuje się z człowiekiem podając wartości rzeczywiste sygnałów, zamiast wartości z przetwornika A/C. Przy kalibracji urządzenia przyjmowane jest założenie, że charakterystyka jego toru pomiarowego jest liniowa. Powoduje to powstawanie błędów pomiaru, gdy taka właściwość nie jest spełniona. Stąd najważniejsze dla układów pomiarowych jest utrzymywanie maksymalnej liniowości w całym zakresie pracy urządzenia.
Kalibracja urządzenia przeprowadzana jest w dwóch punktach wybranych z zakresu pomiarowego urządzenia zwanych w tej instrukcji punktem górnym i punktem dolnym. Punkt górny powinien leżeć blisko górnej granicy przetwarzania ale nadal w jej liniowym zakresie. Punkt dolny powinien być wybrany blisko dolnej granicy przetwarzania ale powyżej 0, gdyż często początkowy odcinek charakterystyki jest silnie nieliniowy.
Te dwa punkty pozwalają wyznaczyć w urządzeniu współczynniki równania prostej, dzięki której możliwe jest podawanie rzeczywistej wartości zmierzonej dla dowolnej wartości napięcia w zakresie pomiarowym.

Dla wybranego kanału należy dokonać kalibracji:

1. nastaw napięcie blisko dolnego zakresu przetwarzania na wejściu pomiarowym
2. do rejestru o adresie 2012 lub 2016 (zależnie od kanału pomiarowego) wpisz wartość napięcia zmierzoną miernikiem
3. nastaw napięcie blisko górnego zakresu przetwarzania
4. do rejestru o adresie 2010 lub 2014 wpisz wartość napięcia zmierzoną miernikiem

Od tej pory w rejestrach 1006 i 1008 będą pojawiać się wartości rzeczywiste mierzonych napięć.

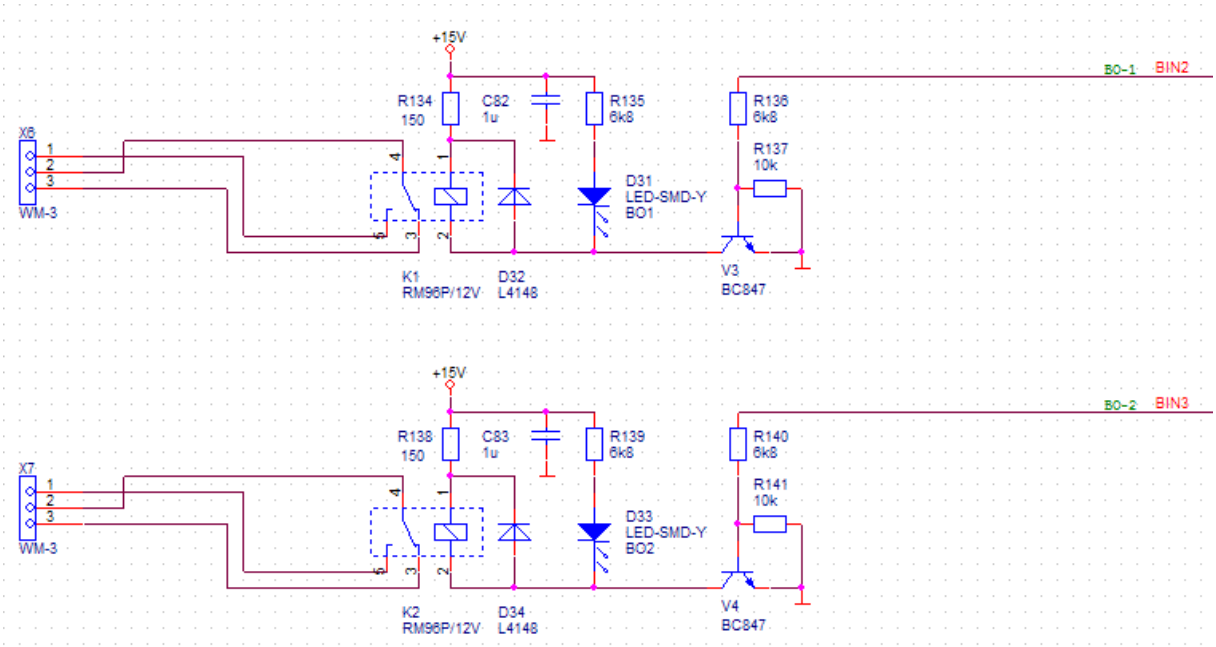
4.3 Charakterystyka przetwarzania po kalibracji urządzenia

Wykonaj charakterystykę przetwarzania jak w punkcie 4.1 ale spisując dane z rejestrów 1006 i 1008. Porównaj wyniki pomiarów przez płytkę z zadanym napięciem.

4.4 Sprawdź działanie wejść binarnych na wejściach BI-1 i BI-2

Określ napięcie przy którym następuje pewna zmiana stanu z 1 na 0 i z 0 na 1 na wejściu.

4.5 Sprawdź działanie wyjść binarnych poprzez zadawanie wartości w rejestrach 3000 i 3001. Schemat wyjść binarnych widoczny jest na rysunku 4.



Rys 4. schemat wyjść binarnych

Zwróć uwagę że możliwa jest zmiana logiki wyjść binarnych poprzez użycie innej pary styków przekaźnika.

5. Opracowanie
   - Wykreśl charakterystykę przetwarzania toru pomiarowego przed i po kalibracji
   - Wyznacz współczynniki kalibracji (a,b z równania prostej)
   - Określ błędy nieliniowości (całkowy i różniczkowy) w torze pomiarowym
   - Skąd wynikają rozbieżności między wartościami zadanymi a zmierzonymi?
   - Spostrzeżenia i wnioski
6. Pytania kontrolne
   - Jakie znasz rodzaje przetworników A/C ? Opisz krótko ich działanie
   - Jakie błędy występują przy przetwarzaniu analogowo-cyfrowym ?
   - Opisz protokół MODBUS
   - Jaka jest różnica między protokołem MODBUS RTU a MODBUS ASCII ?
   - Na jakie sposoby można zorganizować komunikację w rozbudowanym systemie nadzoru? Do jakiego sposobu komunikacji przystosowany jest protokół MODBUS?
   - Jakich informacji brakuje w badanym systemie i co można poprawić, by był on lepiej przystosowany do współpracy z koncentratorem danych?