

Automatyka i regulacja automatyczna

Laboratorium

Pytania wprowadzające

Dla każdego z ćwiczeń serii podane są zagadnienia do samodzielnego przygotowania. Należy opanować te zagadnienia w oparciu o treści wykładu, instrukcje ćwiczeniowe i zadania dołączone do ćwiczeń, treść normy IEC 61131-3 lub materiały omawiające tę normę, dokumentację oprogramowania TwinCAT i powiązanego z ćwiczeniami sprzętu PLC/PAC firmy Beckhoff oraz wykorzystując ewentualnie inne wybrane źródła wiedzy. Znajomość wymaganych zagadnień będzie weryfikowana przez testy pisemne lub pytania ustne. Brak przygotowania będzie powodował niedopuszczenie do ćwiczenia i konieczność jego odrobienia w późniejszym terminie.

Ćwiczenie 1. Wprowadzenie do zagadnień konfigurowania i programowania sterowników PLC/PAC – norma IEC 61131-3

1. Wymień podstawowe elementy pakietu TwinCAT oraz scharakteryzuj ich funkcje.
2. Wymień i krótko scharakteryzuj języki programowania sterowników, zgodne z normą IEC 61131-3. Uwzględnij podział na języki tekstowe i graficzne.
3. Scharakteryzuj i porównaj ze sobą języki programowania sterowników ST oraz LD. Jakie różnice występują między nimi w sekcji deklaracji zmiennych, a jakie w głównej sekcji programu?
4. Zapisz przykładowe deklaracje podstawowych rodzajów zmiennych: zmienna binarna niepowiązana z wejściami/wyjściami, zmienna całkowitoliczbowa, zmienna przeznaczona do odczytu wejścia binarnego, zmienna przeznaczona do zapisu wyjścia binarnego. Uwzględnij przypadki z przypisaniem wartości początkowej (inicjalizacją) oraz bez przypisania.
5. W jaki sposób w pakiecie TwinCAT dokonuje się powiązania zmiennych adresowanych przeznaczonych do reprezentacji wejść/wyjść binarnych z fizycznymi sygnałami binarnymi? Opisz krótko w punktach, jakie czynności należy kolejno wykonać.
6. Wymień przykładowe podobieństwa i różnice, występujące pomiędzy językiem programowania sterowników ST a proceduralnymi językami programowania ogólnego przeznaczenia, takimi jak Pascal lub C.
7. Wymień przykładowe podobieństwa i różnice, występujące pomiędzy schematem stycznikowo-przełącznikowym a programem zapisanym w języku LD.
8. Przedstaw program w języku ST realizujący podstawowe, wybrane przez prowadzącego, funkcje logiczne (AND, OR, NOT, EXOR). Uwzględnij podział programu na sekcję deklaracji zmiennych i główną sekcję programu.
9. Przedstaw program w języku LD realizujący podstawowe, wybrane przez prowadzącego, funkcje logiczne (AND, OR, NOT, EXOR). Uwzględnij podział programu na sekcję deklaracji zmiennych i główną sekcję programu.

10. Przedstaw graficznie strukturę realizacji programu w sterowniku PLC/PAC. Zdefiniuj pojęcie czasu cyklu sterownika i podaj typowe wartości tego parametru, cechujące współczesne sterowniki PLC/PAC.

Ćwiczenie 2. Standardowe bloki funkcjonalne – norma IEC 61131-3

1. Wymień jednostki organizacyjne programu (POU) zdefiniowane w normie IEC 61131-3. Scharakteryzuj jednostkę bloku funkcjonalnego i wskaż, czym różni się ona od pozostałych jednostek.
2. Wymień podstawowe grupy standardowych bloków funkcjonalnych zdefiniowanych w normie IEC 61131-3. Wymień bloki należące do poszczególnych grup (oznaczenie bloku, nazwa angielska, nazwa polska).
3. Wymień (oznaczenie bloku, nazwa angielska, nazwa polska) i ogólnie scharakteryzuj dwustanowe standardowe bloki funkcjonalne. Omów dokładnie jeden z bloków, wskazany przez prowadzącego (sygnały we/wy, opis działania, tablica przejść, przebiegi czasowe).
4. Wymień przykłady zastosowań dwustanowych standardowych bloków funkcjonalnych w programach dla urządzeń PLC/PAC. Podaj prosty program przykładowy w języku ST lub LD, wykorzystujący te bloki.
5. Wymień (oznaczenie bloku, nazwa angielska, nazwa polska) i ogólnie scharakteryzuj standardowe bloki funkcjonalne detekcji zbrocza. Omów dokładnie jeden z bloków, wskazany przez prowadzącego (sygnały we/wy, opis działania, przebiegi czasowe).
6. Wymień przykłady zastosowań standardowych bloków funkcjonalnych detekcji zbrocza w programach dla urządzeń PLC/PAC. Podaj prosty program przykładowy w języku ST lub LD, wykorzystujący te bloki.
7. Wymień (oznaczenie bloku, nazwa angielska, nazwa polska) i ogólnie scharakteryzuj standardowe bloki funkcjonalne liczników. Omów dokładnie jeden z bloków, wskazany przez prowadzącego (sygnały we/wy, opis działania, przykładowe przebiegi czasowe).
8. Wymień przykłady zastosowań standardowych bloków funkcjonalnych liczników w programach dla urządzeń PLC/PAC. Podaj prosty program przykładowy w języku ST lub LD, wykorzystujący te bloki.
9. Wymień (oznaczenie bloku, nazwa angielska, nazwa polska) i ogólnie scharakteryzuj standardowe bloki funkcjonalne czasomierzy. Omów dokładnie jeden z bloków, wskazany przez prowadzącego (sygnały we/wy, opis działania, przebiegi czasowe).
10. Wymień przykłady zastosowań standardowych bloków funkcjonalnych czasomierzy w programach dla urządzeń PLC/PAC. Podaj prosty program przykładowy w języku ST lub LD, wykorzystujący te bloki.

Ćwiczenie 3. Realizacja układów kombinacyjnych w językach ST i LD

1. Co to jest układ kombinacyjny? Podaj opis matematyczny układów kombinacyjnych.
2. Co to jest funkcja logiczna (podaj przykład)? Wymień przykładowe formy reprezentacji funkcji logicznych. Jaki jest związek pomiędzy układami kombinacyjnymi a funkcjami logicznymi?

3. Określ, w jakich przypadkach używa się w praktyce układów kombinacyjnych i wymień trzy przykłady zastosowań.
4. Określ, jak można odróżnić układ kombinacyjny od sekwencyjnego.
5. Czy można w prosty sposób odtworzyć model matematyczny układu kombinacyjnego (np. tablicę prawdy), dostępnego w postaci „czarnej skrzynki”, tzn. tylko poprzez sygnały wejściowe i wyjściowe? Czy da się w takim przypadku określić jednoznacznie ile pomiarów trzeba wykonać, aby taki model uzyskać?
6. Jakie elementy sprzętowe można zastosować do realizacji układów kombinacyjnych (pomijając sterowniki przemysłowe i inne układy programowalne)? Podaj przykładowy schemat układu opartego na takich elementach.
7. Omów metodę Karnaugh minimalizacji funkcji logicznych, w szczególności wyjaśnij: pojęcie minimalizacji funkcji logicznej, zasady tworzenia map Karnaugh, zastosowanie kodu Graya w metodzie Karnaugh, sposób traktowania wartości nieokreślonych, reguły zaznaczania obszarów i określania na ich podstawie zminimalizowanej postaci funkcji logicznej.
8. Omów sposób obsługi niedozwolonych/awaryjnych kombinacji sygnałów wejściowych w układach kombinacyjnych.
9. Opanuj praktyczną umiejętność minimalizacji funkcji logicznych metodą Karnaugh (zadania przykładowe, dołączone do ćwiczenia).
10. Opisz w punktach metodologię projektowania i uruchomienia układów kombinacyjnych z wykorzystaniem sterowników PLC/PAC.

Ćwiczenie 4. Realizacja układów sekwencyjnych w językach ST i LD

1. Co to jest układ sekwencyjny? Podaj opis matematyczny układów sekwencyjnych.
2. Określ, w jakich przypadkach używa się w praktyce układów sekwencyjnych i wymień trzy przykłady zastosowań.
3. Podaj różnice pomiędzy automatami synchronicznymi i asynchronicznymi. Który typ automatu można zaimplementować wykorzystując sterowniki PLC/PAC?
4. Jakie elementy sprzętowe można zastosować do realizacji układów sekwencyjnych (pomijając sterowniki przemysłowe i inne układy programowalne)? Podaj przykładowy schemat układu opartego na takich elementach.
5. Scharakteryzuj automat Moore'a oraz automat Mealy'ego i podaj ich opisy matematyczne. Jakie są między nimi różnice? Jaki jest związek pomiędzy układami sekwencyjnymi a automatami stanowymi (Moore'a, Mealy'ego)?
6. Odpowiedz TAK/NIE na podstawowe pytania dotyczące automatu Moore'a:
 - a. Czy można go przedstawić za pomocą grafu skierowanego?
 - b. Czy może mieć nieskończoną liczbę stanów?
 - c. Czy musi posiadać zdefiniowany stan początkowy?
 - d. Czy możliwe jest osiągnięcie przez automat kilkakrotnie tego samego stanu?
 - e. Czy możliwe jest bezpośrednie przejście z jednego do tego samego stanu (tzn. ze stanu X do stanu X)?
 - f. Czy automat może znajdować się w kilku stanach jednocześnie?

- g. Czy możliwe jest uzyskanie kilku kombinacji sygnałów wyjściowych dla jednego stanu?
 - h. Czy możliwe jest uzyskanie takiej samej kombinacji sygnałów wyjściowych dla różnych stanów?
7. Narysuj przykładowy graf automatu Moore'a. Nazwij elementy, które go tworzą i omów ich znaczenie.
 8. Opisz w punktach metodologię projektowania i uruchomienia układów sekwencyjnych z wykorzystaniem sterowników PLC/PAC.
 9. Jaka instrukcja języka ST pozwala w wygodny sposób kodować funkcjonalność automatu stanowego? Podaj przykładowy graf automatu Moore'a i odpowiadający mu kod programu w języku ST.
 10. Opanuj praktyczną umiejętność projektowania i uruchamiania układów sekwencyjnych z uwzględnieniem wszystkich niezbędnych etapów (zadania przykładowe, dołączone do ćwiczenia).

Ćwiczenie 5. Realizacja układów czasowych i sekwencyjno-czasowych w językach ST i LD

1. Omów szczegółowo bloki funkcjonalne czasomierzy zdefiniowane w normie IEC 61131-3. Dla każdego z bloków podaj symbol, nazwę angielską i polską, wejścia, wyjścia, zasadę działania i przebiegi czasowe. Wyjaśnij różnicę w działaniu poszczególnych czasomierzy.
2. Omów format zapisu stałych reprezentujących przedziały czasowe, określony przez normę IEC 61131-3. Przedstaw w tym formacie przykładowe przedziały czasu:
 - a. 123 milisekundy,
 - b. 2 godziny + 45 sekund,
 - c. 4 dni + 12 minut + 20 sekund.
3. Opanuj umiejętność projektowania i programowania układów czasowych (zadania przykładowe, dołączone do ćwiczenia). Wykorzystaj język ST lub LD oraz odpowiednio wybrane bloki czasomierzy.
4. Zdefiniuj pojęcie układu sekwencyjno-czasowego. Czym różni się on od układu sekwencyjnego?
5. Określ, w jakich przypadkach używa się w praktyce układów sekwencyjno-czasowych i wymień trzy przykłady zastosowań.
6. W jaki sposób, mając dostęp tylko do wejść i wyjść układu, można odróżnić układ sekwencyjno-czasowy od układu sekwencyjnego bez uzależnień czasowych? Jaka cecha w działaniu takiego układu wskaże, że jest to na pewno układ sekwencyjno-czasowy?
7. Omów metodykę projektowania układów sekwencyjno-czasowych oraz sposób ich implementacji z wykorzystaniem sterowników PLC/PAC.
8. Wyjaśnij, jaki typ czasomierzy używa się w metodycznym projektowaniu układów sekwencyjno-czasowych i dlaczego oraz w jaki sposób dołącza się te czasomierze do bazowego automatu sekwencyjnego, aby uzyskać uzależnienia czasowe (uwzględnij aspekt notacji na grafie automatu Moore'a oraz implementację w języku ST).

9. Opanuj praktyczną umiejętność projektowania i uruchamiania układów sekwencyjno-czasowych z uwzględnieniem wszystkich niezbędnych etapów (zadania przykładowe, dołączone do ćwiczenia).
10. W przypadku bardziej złożonych zadań sterownia sekwencyjnego i sekwencyjno-czasowego, stosuje się zazwyczaj kilka automatów stanowych, wzajemnie ze sobą powiązanych. Jaki jest cel takiego podejścia? W jaki sposób w programie dla sterownika PLC/PAC dokonać powiązania pomiędzy kilkoma automatami stanowymi? Które z zadań przykładowych dla układów sekwencyjno-czasowych, dołączonych do ćwiczenia, korzystnie jest rozwiązać podaną metodą?