POLITECHNIKA
LUBELSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI
I INFORMATYKI

Laboratorium: Teletechnika w elektroenergetyce

Modelowanie wymiany danych w standardzie IEC61850 – część II

Robert Jędrychowski

Data modyfikacji: 20 lutego 2024

Cel laboratorium:

Celem ćwiczenia jest zaprezentowanie procesu konfiguracji komunikacji pomiędzy urządzeniami IED wykorzystującymi standard IEC61850. Do wykonania ćwiczenia niezbędne jest użycie i skonfigurowanie dwóch sterowników współpracujących ze sobą. Konfiguracje sterowników są wzajemnie powiązane ze sobą, dlatego istotne jest posiadanie konfiguracji zrealizowanej w części I.

Zakres tematyczny zajęć:

- Konfiguracja sterownika PLC jako urządzenia RTU pełniącego umownie funkcję Client i Subscriber,
- Importowanie konfiguracji zdefiniowanych w plikach .ICD,
- Wykorzystanie danych dostarczanych w raportach poprzez protokół MMS.
- Definiowanie szybkich międzypolowych komunikatów GOOSE.

Pytania kontrolne:

1. W jaki sposób tworzymy wzajemne powiązania pomiędzy sterownikami?
2. Czym charakteryzuje się odczyt danych z raportów?
3. Jakie funkcje realizują komunikaty GOOSE?

1 KONFIGURACJA

Do zrealizowania zadania wykorzystujemy plik Test_IEC_134 zawierający wstępną konfigurację dla sterowników PLC pozwalającą na wykonanie ćwiczenia oraz wykorzystanie sygnałów binarnych i analogowych wprowadzonych na jego wejściach. Zostanie wykorzystany również plik konfiguracyjny .ICD stworzony w pierwszej części ćwiczenia.

1.1 Konfiguracja wstępna

Opierając się na doświadczeniach zdobytych w ramach pierwszej części ćwiczenia, jako pierwsze zadanie należy wykonać konfigurację dla nowego sterownika. W tym celu należy:

- Skopiować plik Test_IEC_134 do własnego katalogu, a następnie uruchomić.
- W dolnej części okna głównego środowiska CoDeSys należy wybrać zakładkę "*Resources*" i otworzyć "*PLC Configuration*".
- Następnie wybierając "IEC61850 Config(FIX)" uruchomić aplikację *IEC61850 Configurator*.

W pierwszej części konfiguracji należy wprowadzić wszystkie niezbędne informacje pozwalające na skonfigurowanie urządzenia IED jako serwera udostępniającego wybrane informacje innym urządzeniom IED w sieci Ethernet.

- W wybieramy drugą edycję standardu ustawiając w oknie rozwijanym parametr IEC61850-7-4 E2.
- W oknie *Configuration* zaznaczyć główny obiekt WAGO6180Server, a następnie w oknie *Features* zaznaczamy i zmieniamy następujące opcje:
    - Server name: zmieniamy nazwę na WAGO_134.
    - Autom. Declare var: zaznaczamy.
    - ETHERNET parameters: ustawiamy pierwszy adres jako 212.182.22.134, maskę 255.255.255.0 oraz drugi adres 212.182.22.1.

- *Client connections*: wybieramy 3 Client.
- Pozostałe pola pozostawić z wartościami domyślnymi.

Następnie przystępujemy do budowy struktury wewnętrznej urządzenia IED. W tym celu wykorzystanych zostanie kilka, często stosowanych węzłów logicznych o charakterystycznych właściwościach.

- W oknie *Configuration* należy zaznaczyć Server, a następnie w oknie *Selection* wybrać *Device* i kliknij przycisk "+". Zostanie dodane urządzenie logiczne (LD) o nazwie „Device" oraz dwa obowiązkowe węzły logiczne (LN) LLN0 i LPHD wraz podstawowymi obiektami danych. Nazwy utworzonych obiektów oraz opis może być zmieniony w oknie *Features*.
- W kolejnym kroku należy uzupełnić listę węzłów logicznych, w tym celu w oknie *Configuration* należy zaznaczyć *Device*. W oknie *Selection* pojawią się grupy węzłów logicznych, które możemy wybrać do rozszerzenia zakresu działania naszej aplikacji. Na potrzeby ćwiczenia dodajemy:
  - Dwa węzły sterujące łącznikami CSWI.
  - Węzeł MMXU.
  - Węzeł GGIO.

1.2 Konfiguracja wymiany danych pomiędzy urządzeniami IED

Celem zadania jest zdefiniowanie współpracy pomiędzy dwoma urządzeniami IED, z których jedno pracuje jako Server, a drugie jako Client. Jak się okaże w trakcie realizacji ćwiczenia, podział ten jest podziałem umownym i opisuje jedynie kierunek przepływu informacji dla określonych danych. W kolejnym kroku realizacji konfiguracji dla dwóch IED należy:

- W narzędziu *IEC 61850 Configurator* ustawiamy się na zakładce *Client*, wybieramy z *Menu* opcje *File -> Open* i wskazujemy na plik utworzony w pierwszej części ćwiczenia **Test_IEC_132.ICD.**
  - W oknie *SCL import* wskazujemy WAGO_132. Zostanie zaimportowana stworzona w pierwszej części ćwiczenia konfiguracja zapisana w pliku .ICD lub innym zgodnym ze standardem.
  - Rozwijamy strukturę węzła logicznego MMXU w celu wskazania właściwego atrybutu np. **vMMXU1 -> MX -> PPV->phsAB -> mag -> f.** W obszarze *Features* ustawiamy:
    - Polling time – T#7s,
    - Dla Read datap. var. – **rMMXU_Rxx** oraz zaznaczamy opcję automatycznego tworzenia zmiennej do odczytu z serwera.
    - Dla Write datap. var. – **rMMXU_Wxx** oraz zaznaczamy opcję automatycznego tworzenia zmiennej do zapisu na serwer.
    - Operacje powtarzamy dla pozostałych DO w węźle **vMMXU1**.
  - Rozwijamy strukturę węzła logicznego CSWI w celu wskazania właściwego atrybutu np. **wCSWI1 -> CO -> Pos->Oper-> ctlVal** W obszarze *Features* ustawiamy:
    - Polling time – T#7s,
    - Dla Read datap. var. – **xCSWI_Rxx** oraz zaznaczamy opcję automatycznego tworzenia zmiennej do odczytu z serwera.
    - Dla Write datap. var. – **xCSWI_Wxx** oraz zaznaczamy opcję automatycznego tworzenia zmiennej do zapisu na serwer.
    - Operacje powtarzamy dla węzła **wCSWI2**.
  - Zdefiniowane zmienne możemy wykorzystać w programie głównym PLC_PRG(RPG) sterownika przypisując je do zdefiniowanych zmiennych

lokalnych. Będziemy mogli sprawdzić, czy odpowiednie wartości zostały przeniesione w raportach poprzez komunikacie MMS (TCP/IP) pomiędzy sterownikami.

- Przechodzimy do zakładki *Subscriber* gdzie:
  - Wybieramy przycisk **Import** i wskazujemy na **Test_IEC_132.ICD**.
  - Importujemy zawartość wyświetlonego DataSet zdefiniowanego dla GOOSE
  - Dla poszczególnych danych wyświetlonych w formie tabeli ustawiamy:
    - Variable name – **xIEC_goose_xx**, dla wielkości binarnych,
    - Variable name – **rIEC_goose_xx**, dla wartości analogowych,
    - Zaznaczamy automatyczną deklaracje zmiennych.
    - Alternatywnie możemy wybrać również przycisk *Variablenamen autom. anlegen* w celu automatycznego przeniesienia nazw z importowanej konfiguracji.
  - Zaimportowane dane, w postaci przypisanych do nich zmiennych można by bezpośrednio wykorzystać w aplikacji np. w programie głównym, tak jak to było robione w pierwszej części ćwiczenia.

1.3 Uzupełnienie konfiguracji

Po zaimportowaniu danych w zakładkach *Client* i *Subscriber* możemy przystąpić do uzupełnienia konfiguracji w zakładce *Server*. Zadaniem kolejnych działań jest pokazanie, w jaki sposób poprzez referencje i komunikaty GOOSE możemy łączyć informacje oferowane przez różne IED. Wykorzystamy zarówno informacje analogowe jak i binarne przenoszone przez komunikaty GOOSE. W tym celu należy:

- Rozwijamy konfigurację serwera WAGO_134 i ustawiamy się na węźle MMXU1
  - Ustawiamy się na węźle MMXU1, a następnie dodajemy DO **PhV** pozwalającego na wprowadzenie napięć fazowych.
  - Ustawiamy się na nowododanym obiekcie danych **PhV** i uzupełniamy jego strukturę o dodatkowe DA. Z FC=CDC dodajemy **phsB**, **phsC** i **neut**,
  - Rozwijamy strukturę węzła logicznego MMXU1 w celu wskazania właściwego atrybutu np. **MMXU1 -> PhV-> phsA-> cVal -> mag -> f.** W obszarze *Features* ustawiamy:
    - Triger option – **Dchg.**
    - Naciskamy przycisk *Add* w celu wskazania zewnętrznej referencji. W otwartym oknie dialogowym wskazujemy na jedną ze zmiennych przypisanych do danych analogowych przenoszonych przez GOOSE.
    - Wybrana zmienna wypełni nam pole Variable datap.
    - Automatyczną deklarację - element □, pozostawiamy odznaczoną (zaznaczenie spowodowałoby wygenerowanie drugiej zmiennej o takiej samej nazwie, błąd kompilacji)
  - W ten sposób wprowadziliśmy wielkości zmierzone przez PLC_132 jako DA węzła MMXU1 w drugim PLC.
  - Należy powtórzyć operację dla kolejnych DO **PhV** i przypisać kolejne wartości dostępnych sygnałów analogowych.
- Rozwijamy konfigurację serwera WAGO_134 i ustawiamy się na węźle GGIO1.
  - Ustawiamy się na węźle GGIO1, a następnie dodajemy cztery DO **Ind1** pozwalającego na wprowadzenie wielkości binarnych.
  - Rozwijamy strukturę węzła logicznego GGIO1 w celu wskazania właściwego atrybutu np. **GGIO1 -> Ind1-> stVal.** W obszarze *Features* ustawiamy:
    - Triger option – **Dchg.**

        - Naciskamy przycisk *Add* w celu wskazania zewnętrznej referencji. W otwartym oknie dialogowym wskazujemy na jedną ze zmiennych przypisanych do danych binarnych przenoszonych przez GOOSE.
        - Wybrana zmienna wypełni nam pole Variable datap.
        - Automatyczną deklarację - element □, pozostawiamy odznaczoną.
    - W ten sposób wprowadziliśmy wielkości wysłane przez PLC_132 jako DA węzła GGIO1 w drugim PLC.
    - Należy powtórzyć operację dla kolejnych DO **Ind** i przypisać kolejne wartości dostępnych sygnałów binarnych.
- Dla węzłów MMXU1 i GGIO1 pojawiły się w ich strukturze katalogi *Imputs*, należy otworzyć jeden z nich i zaznaczyć *ExtRef*, a następnie zapoznać się z jego konfiguracją.

1.4 Zapis konfiguracji i przypisanie zmiennych systemowych

Jeśli konfiguracja przebiegła pomyślnie należy ją zapisać i zamknąć okno konfiguratora, w tym celu należy:

- Wybrać opcje File->SaveAs i zapisać projekt jako plik Test_IEC_134 z rozszerzeniem .CID. Plik ten zostanie wykorzystany w drugiej części ćwiczenia.
- Aby zapisać wszystkie zmiany, naciśnij "**OK**", spowoduje to zamknięcie okna *IEC 61850 Configurator* i powrót do programu CoDeSys**.**
- Wszystkie nowe zmienne są zapisane jako Wartości Globalne (Global Variables), które znajdują się w **Resources > Global Variables > IEC81650C_Generated_GVL.**
- Aby powiązać komunikat IEC z programem sterownika należy powiązać zdefiniowane zmienne ze zmiennymi lokalnymi lub zmiennymi systemowymi opisującymi wejścia i wyjścia sterownika. W tym celu należy otworzyć POUs > PLC_PRG(PRG) w obszarze roboczym programu głównego wpisać:
    - Przykład przypisania do zmiennej IED: **xIEC_DI_00:=**Zmienna_systemowa (BI);
    - Przypisanie do zmiennej lokalnej zmiennej protokołu IEC np. Zmienna_lokalna (REAL)**:= rIEC _00**;
    - Przypisanie do zmiennej systemowej zmiennej protokołu IEC dla zmiennych przypisanych do modułów obsługujących wyjścia np. Zmienna_systemowa (BO)**:= xIEC_DO_00**;
- W zakładce w Resources > Task settings należy sprawdzić czy istnieje Task dla programu głównego PLC_PRG. Jeżeli nie jest on dodany należy go utworzyć i przypisać program główny z ustawieniami domyślnymi.
- Należy skompilować program i jeśli nie ma błędów wgrać do pamięci sterownika.
- Sprawdzić poprawność działania konfiguracji.

W programie Notepad++ otworzyć zapisany plik Test_IEC_134.CID i zapoznać się z jego strukturą.