

## **Program kształcenia i plan kursu doksztalającego:**

# **„Szkolenie z Podstaw Elektroenergetycznej Automatyki Zabezpieczeniowej” edycja 1**

opracowany zgodnie z Zarządzeniami Wewnętrznymi PWr nr 13/2012

organizowanego przez Wydział Elektryczny  
Politechniki Wrocławskiej

Załączniki:

Program kształcenia:

1. Opis kursu doksztalającego,
2. Lista przedmiotów z wymiarem godzinowym,
3. Wykaz zaliczeń i egzaminów obowiązkowych,
4. Wymiar czasu przeznaczony na pracę końcową,
5. Zakres egzaminu końcowego,
6. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia przedmiotów realizowanych w ramach kursu doksztalającego,

Plan kursu doksztalającego:

1. Zestaw kursów w kolejności ich realizacji w układzie semestralnym,
2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym.

## **Opis kursu doształcającego**

Nazwa szkolenia: „Szkolenie z Podstaw Elektroenergetycznej Automatyki Zabezpieczeniowej”

Organizator szkolenia: Wydział Elektryczny Politechniki Wrocławskiej

Kierownik szkolenia: dr inż. Grzegorz Wiśniewski

Czas trwania szkolenia: 2 semestry – 150 godzin,

Oplata za szkolenie: 6000 zł,

Zasady naboru: Preferowane będą osoby z wykształceniem elektrycznym, pokrewnym lub osoby z potwierdzonym świadectwem pracy w branży elektrycznej z minimalnym stażem 2 lata.

Warunki ukończenia szkolenia: Praca końcowa zakończona obroną,

Termin zgłoszeń: ciągły

Data rozpoczęcia szkolenia: luty 2013 (w przypadku zgłoszenia się wymaganej liczby kandydatów)

Telefon kontaktowy: Dr inż. Grzegorz Wiśniewski, tel. 0-71 320-3386

### Krótką charakterystyką szkolenia:

Celem szkolenia będzie dostarczenie uczestnikom wiedzy przydatnej w obsłudze, zarządzaniu i projektowaniu układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej z wykorzystaniem nowych technologii. Zajęcia będą prowadzone zaocznie w formie wykładów i laboratoriów. Szczególny nacisk położony zostanie na edukację inżynierską pod kątem zrozumienia celów, zasad i sposobów realizacji zabezpieczeń, elementów sieci elektroenergetycznych oraz zapewnienia forum wymiany doświadczeń i uzgodnień normatywnych. Praca końcowa polegać będzie na samodzielnym opracowaniu, pod kierunkiem promotora, wybranego zagadnienia dotyczącego – projektu zabezpieczeń

elementów systemu elektroenergetycznego np. linii, GPZ (Głównego Punktu Zasilającego), stacji etc..

Szkolenie będzie miało charakter dydaktyczno-praktyczny i przeznaczone będzie głównie dla pracowników branży elektrycznej pracującej w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz w firmach branży obsługujących sektor energetyczny.”

Sylwetka uczestnika szkolenia:

Uczestnik kursu doształającego z „Podstaw Elektroenergetycznej Automatyki Zabezpieczeniowej” nabędzie umiejętności posługiwania się wiedzą na stanowiskach pracy:

- specjalista w zakresie konstrukcji i eksploatacji cyfrowych urządzeń automatyki i cyfrowych systemów sterowania obiektami i procesami,
- specjalista w zakresie projektowania układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (EAZ) potrafiący określić kryterialne wielkości decyzyjne odpowiednie dla zabezpieczanego systemu,
- specjalista w zakresie instalacji i użytkowania układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (EAZ) .

**Lista przedmiotów z wymiarem godzinowym:**

Lp.:	Nazwa przedmiotu	Skrócony opis przedmiotu	Wymiar godzinowy
1.	Podstawowe zadania systemu elektroenergetycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz systemu elektroenergetycznego – generacja, przesył, dystrybucja i odbiory.</li> <li>• Struktura krajowego i europejskiego systemu elektroenergetycznego.</li> <li>• Wymagania stawiane układom zabezpieczeń: niezawodność, selektywność, szybkość.</li> <li>• Rezerwowanie zabezpieczeń - lokalne i zdalne.</li> <li>• Obowiązujące akty prawne i normy obligatoryjne i fakultatywne.</li> </ul>	4
2.	Podstawowe układy stacji WN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przykładowe układy obwodów pierwotnych,</li> <li>• Przykładowe układy obwodów wtórnych,</li> <li>• Zasilanie potrzeb własnych,</li> <li>• Komunikacja urządzeń stacyjnych (PN-IEC) 61850</li> </ul>	4
3.	Rodzaje zakłóceń w pracy systemu.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwarcia: silnoprądowe, słaboprądowe, wewnętrzne zwojowe.</li> <li>• Typowe przebiegi prądów zwarciovych.</li> <li>• Skutki zwarć.</li> <li>• Przetężenia – przyczyna i skutki.</li> <li>• Niestabilność w pracy systemu: termiczna (przeciążeniowa), , częstotliwościowa, kątowa (statyczna i dynamiczna), napięciowa.</li> <li>• Kołysania mocy.</li> </ul>	6

4.	Wielkości kryterialne i błędy pomiaru.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przekładniki napięciowe elektromagnetyczne i pojemnościowe.</li> <li>• Błędy transformacji przekładników napięciowych.</li> <li>• Przekładniki prądowe (TP, TPX, TPY, TPZ) – błędy przy przetężeniach oraz w stanach nieustalonych.</li> <li>• Przekładniki Ferreantiego.</li> <li>• Przekładniki elektroniczne.</li> <li>• Składowe symetryczne i ich właściwości.</li> <li>• Podstawowe zasady pomiarów sygnałów kryterialnych. Określanie amplitud poszczególnych harmonicznnych, filtracja składowych symetrycznych, pomiar mocy czynnej i biernej, pomiar impedancji, reaktancji i rezystancji, pomiar przesunięcia fazowego, pomiar częstotliwości.</li> <li>• Sposoby korekcji błędów pomiarowych.</li> </ul>	4
5.	Generatory jako obiekty zabezpieczane.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zasady zabezpieczania generatorów.</li> </ul>	4
6.	Zabezpieczenia transformatorów.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prądy magnesowania transformatorów – udary.</li> <li>• Zabezpieczenia nadprądowe.</li> <li>• Zabezpieczenia różnicowe. Działanie przy zwarciaach zwojowych.</li> <li>• Zabezpieczenia odległościowe.</li> <li>• Zabezpieczenia gazowo – przepływowe (Buchholza).</li> <li>• Zabezpieczenia cieplne i przeciążeniowe.</li> <li>• Zasady nastawiania zabezpieczeń.</li> </ul>	6
7.	Zabezpieczenia linii przesyłowych (220 i 400 kV) oraz linii 110 kV.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobór zabezpieczeń odległościowych i porównawczych.</li> <li>• Zabezpieczenia nadprądowe i nadprądowe ziemnozwarciowe.</li> <li>• Zabezpieczenia linii krótkich.</li> </ul>	4
8.	Zabezpieczenia szyn zbiorczych najwyższych napięć i napięć rozdzielczych (w GPZ-ach).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Możliwości błędnych działań.</li> <li>• Rezerwa wyłącznikowa.</li> <li>• Zasady nastawiania zabezpieczeń.</li> </ul>	4

9.	Zabezpieczenia linii w sieciach o niskich prądach zwarć z ziemią.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zabezpieczenia nadprądowe, nadprądowe kierunkowe i ziemnozwarciowe.</li> <li>• Sieci z izolowanym punktem neutralnym.</li> <li>• Sieci z kompensowanym punktem neutralnym.</li> <li>• Sieci z uziemionym przez rezystor punktem neutralnym.</li> </ul>	4
10.	Zabezpieczenia silników.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zasady zabezpieczania silników.</li> </ul>	4
11.	Zabezpieczenia źródeł rozproszonych przyłączonych do sieci rozdzielczej SN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura systemu.</li> <li>• Wymagania stawiane układom zabezpieczeń.</li> <li>• Obowiązujące akty prawne i normy obligatoryjne i fakultatywne.</li> </ul>	4
12.	Dokładna lokalizacja miejsca zwarcia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobór metody i sposoby identyfikacji miejsca zwarcia.</li> </ul>	4
13.	Zabezpieczenia obszarowe – stosowanie PMU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowoczesne zabezpieczenia wykorzystujące pomiary fazorów synchronicznych.</li> </ul>	2
14.	Automatyka przeciwawaryjna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPZ (samoczynne ponowne załączenie)</li> <li>• SZR (samoczynne załączenie rezerwy)</li> <li>• SCO (samoczynne częstotliwościowe odciążanie)</li> <li>• Podnapięciowe odciążanie</li> <li>• Redukcja generacji przy niestabilności kątowej.</li> <li>• Podział systemu przy kołysaniach.</li> </ul>	4
15.	Podstawy działań restytucyjnych.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zasady przywracania systemu.</li> </ul>	4
16.	Omówienie wybranych zabezpieczeń przez producentów.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zasady nastawiania i obsługi wybranych przykładowych zabezpieczeń.</li> </ul>	4
17.	Laboratorium – sprawdzanie działania zabezpieczeń.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symulacja komputerowa.</li> <li>• Pomiary w laboratorium.</li> </ul>	30
17.	Sprawdzanie działania zabezpieczeń u producenta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zajęcia praktyczne w wybranym dziale zakładu produkującego aparaturę przekaźnikową i zabezpieczeniową.</li> </ul>	50
19.	Seminarium końcowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentacja zawierająca wyniki pracy końcowej,</li> <li>• Dyskusja na temat sposobów realizacji i osiągniętych efektów.</li> </ul>	4

**Wykaz zaliczeń i egzaminów obowiązkowych:**

Lp.:	Nazwa przedmiotu	Forma kursu	Forma zaliczenia	Prowadzący
1.	Podstawowe zadania systemu elektroenergetycznego	wykład	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Wilhelm Rojewski
2.	Podstawowe układy stacji WN.	wykład	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Waldemar Dołęga
3.	Rodzaje zakłóceń w pracy systemu.	wykład	egzamin	Prof. dr hab. inż. Jan Iżykowski, Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rosołowski
4.	Wielkości kryterialne i błędy pomiaru.	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Janusz Szafran, Prof. dr hab. inż. Andrzej Wiszniewski
5.	Generatory jako obiekty zabezpieczane.	wykład	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Wilhelm Rojewski, Dr hab. inż. Bohdan Synal
6.	Zabezpieczenia transformatorów.	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Waldemar Rebizant, Dr inż. Daniel Bejmert, Prof. dr hab. inż. Andrzej Wiszniewski
7.	Zabezpieczenia linii przesyłowych (220 i 400 kV) oraz linii 110 kV.	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Jan Iżykowski, Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rosołowski
8.	Zabezpieczenia szyn zbiorczych najwyższych napięć i napięć rozdzielczych (w GPZ-ach).	wykład	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Wilhelm Rojewski, Dr hab. inż. Bohdan Synal
9.	Zabezpieczenia linii w sieciach o niskich prądach zwarć z ziemią.	wykład	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Mirosław Łukowicz, Dr inż. Witold Dzierżanowski

10.	Zabezpieczenia silników.	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rosołowski
11.	Zabezpieczenia źródeł rozproszonych przyłączonych do sieci rozdzielczej SN.	wykład	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Wilhelm Rojewski
12.	Dokładna lokalizacja miejsca zwarcia.	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Jan Iżykowski
13.	Zabezpieczenia obszarowe – stosowanie PMU	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Jan Iżykowski
14.	Automatyka przeciwwawaryjna.	wykład	egzamin	Dr inż. Wilhelm Rojewski, Prof. dr hab. inż. Andrzej Wiszniewski
15.	Podstawy działań restytucyjnych.	wykład	zaliczenie na ocenę	Prof. dr hab. inż. Jan Iżykowski
16.	Omówienie wybranych zabezpieczeń przez producentów.	wykład	zaliczenie	Przedstawiciel producenta
17.	Laboratorium – sprawdzanie działania zabezpieczeń.	laboratorium	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Krzysztof Solak, Dr inż. Marcin Habrych, Dr inż. Witold Dzierżanowski,
18	Sprawdzanie działania zabezpieczeń u producenta.	laboratorium	zaliczenie	Przedstawiciel producenta
19.	Seminarium końcowe.	seminarium	zaliczenie na ocenę	Dr inż. Marcin Habrych, Dr inż. Grzegorz Wiśniewski,



### **Wymiar czasu przeznaczony na pracę końcową:**

Na pracę końcową każdemu uczestnikowi kursu przysługuje 12 godzin, z których 4 godzin będą stanowiły seminarium dyplomowe poświęcone ogólnym zasadom pisania pracy końcowej, natomiast 8 godzin każdy uczestnik studiów podyplomowych ma do wykorzystania na indywidualne konsultacje ze swoim promotorem.

### **Zakres egzaminu końcowego:**

Egzamin końcowy składa się z dwóch części:

- prezentacji pracy końcowej z wykorzystaniem środków audiowizualnych. W trakcie prezentacji uczestnik kursu przedstawia cel i zakres pracy, sposób rozwiązania problemu oraz wynikające z pracy wnioski. Czas trwania prezentacji ok. 10 min.
- sprawdzenia wiedzy Uczestnika szkolenia w zakresie podanym w programie kształcenia (egzamin ustny), związanym z tematyką realizowanej pracy końcowej - kursant odpowiada na pytania zadane przez komisję egzaminacyjną.

**Wymagania dotyczące terminu zaliczenia przedmiotów realizowanych w ramach kursu doształcającego:**

Warunkiem dopuszczenia uczestnika szkolenia do egzaminu końcowego jest uzyskanie pozytywnych ocen z wszystkich kursów objętych programem kształcenia. Kursant ma 4 tygodnie od zakończenia ostatniego semestru na uzyskanie wszystkich wymaganych zaliczeń kursów.

**Zestaw kursów w kolejności ich realizacji w układzie semestralnym*****SEMESTR I (66 h).***

Lp.:	Nazwa przedmiotu	Wymiar godzinowy
1.	Podstawowe zadania systemu elektroenergetycznego	4
2.	Podstawowe układy stacji WN.	4
3.	Rodzaje zakłóceń w pracy systemu.	6
4.	Wielkości kryterialne i błędy pomiaru.	4
5.	Generatory jako obiekty zabezpieczane.	4
6.	Zabezpieczenia transformatorów.	6
7.	Zabezpieczenia linii przesyłowych (220 i 400 kV) oraz linii 110 kV.	4
8.	Zabezpieczenia szyn zbiorczych najwyższych napięć i napięć rozdzielczych (w GPZ-ach).	4
9.	Zabezpieczenia linii w sieciach o niskich prądach zwarć z ziemią.	4
10.	Zabezpieczenia silników.	4
11.	Zabezpieczenia źródeł rozproszonych przyłączonych do sieci rozdzielczej SN.	4
12.	Dokładna lokalizacja miejsca zwarcia.	4
13.	Zabezpieczenia obszarowe – stosowanie PMU	2
14.	Automatyka przeciwwawaryjna.	4
15.	Podstawy działań restytucyjnych.	4
16.	Omówienie wybranych zabezpieczeń przez producentów.	4

***SEMESTR II (84 h).***

Lp.:	Nazwa przedmiotu	Wymiar godzinowy
17.	Laboratorium – sprawdzanie zabezpieczeń.	30
18.	Sprawdzanie działania zabezpieczeń u producenta.	50
19.	Seminarium końcowe	4

## **Zestaw egzaminów w układzie semestralnym**

Na podstawie egzaminów zostaną zaliczone następujące kursy:

### **SEMESTR I:**

1. Rodzaje zakłóceń w pracy systemu – wykład,
2. Automatyka przeciwwawaryjna – wykład.

### **SEMESTR II:**

1. Praca dyplomowa – egzamin końcowy.