

# **Program studiów podyplomowych**

## **SYSTEMY STEROWANIA W ENERGETYCE (PLC, DCS)**

opracowany zgodnie z:

Ustawą z dnia 22 grudnia 2015r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji

(Dz.U. z 2018 r. poz. 2153)

Rozp. MNiSzW z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–8 Polskiej Ramy Kwalifikacji

(Dz. U. z 2018 r. poz. 2218)

organizowanych przez

**Wydział Elektryczny Politechniki Wrocławskiej**

Załączniki:

Program kształcenia:

1. Opis studiów podyplomowych,
2. Zakładane efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikowania i dokumentacji,
3. Lista kursów z wymiarem godzinowym oraz liczbą punktów ECTS,
4. Wykaz egzaminów obowiązkowych,
5. Wymiar czasu przeznaczony na pracę końcową,
6. Zakres egzaminu końcowego,

Plan studiów podyplomowych:

7. Zestaw kursów w układzie semestralnym,
8. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym.

Oraz:

9. Waga potrzebna do obliczenia ostatecznego wyniku studiów.

## **Opis studiów podyplomowych**

Nazwa studiów podyplomowych: „Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)”

Organizator studiów podyplomowych: Wydział Elektryczny Politechniki Wrocławskiej

Kierownik studiów: dr inż. Janusz Staszewski, doc. PWr

Czas trwania studiów: 2 semestry – 160 godzin

Liczba punktów ECTS: 30

Zasady naboru: Dyplom ukończenia studiów wyższych 1 lub 2 stopnia. Preferowane będą osoby z wykształceniem z zakresu dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika oraz inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka:

- o przyjęciu decyduje kolejność zgłoszeń,
- w przypadku ukończenia studiów wyższych w zakresie innych dyscyplin, o przyjęciu decyduje Komisja Rekrutacyjna pod przewodnictwem Kierownika Studiów Podyplomowych.

Warunki ukończenia studiów: Praca końcowa zakończona obroną.

Termin zgłoszeń: ciągły.

Liczba słuchaczy: minimalnie 12 osób, maksymalnie 24 osoby.

Telefon kontaktowy: dr inż. Janusz Staszewski, doc. PWr, tel. 71 320-38-76

Krótką charakterystyka studiów podyplomowych:

Program studiów podyplomowych zawiera kursy z zakresu układów logicznych, automatyki, zabezpieczeń elektroenergetycznych, systemów sterowania i regulacji, elementów sieci teleinformatycznej, a przede wszystkim programowalnych sterowników logicznych PLC oraz rozproszonych systemów sterowania DCS. Studia podyplomowe rozszerzają wiedzę oraz przygotowują uczestników do indywidualnego wykonywania projektów technicznych z zakresu szeroko rozumianych układów sterowania w przemyśle, przede wszystkim w energetyce.

W programie studiów podyplomowych jest łącznie 60 godzin wykładów, 68 godzin ćwiczeń laboratoryjnych oraz 32 godziny ćwiczeń projektowych, zatem jak widać główny nacisk studiów położony jest na aspekt praktyczny. Zajęcia prowadzą doświadczeni

pracownicy Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej oraz zaproszeni goście, posiadający stosowną wiedzę, doświadczenie przemysłowe i uprawnienia do prowadzenia zajęć.

Praca końcowa polegać będzie na samodzielnym opracowaniu, pod kierunkiem opiekuna, dwóch projektów, jednego z zakresu automatyki przemysłowej z wykorzystaniem programowalnych sterowników logicznych PLC, drugiego z zakresu systemu sterowania dla typowego zespołu urządzeń będących częścią układu/obszaru technologicznego w energetyce, z wykorzystaniem oprogramowania DCS Freelance.

*Sylwetka absolwenta studiów podyplomowych:*

Absolwenci studiów podyplomowych **Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)** będą przygotowani do samodzielnego wykonywania projektów układów sterowania w energetyce, z wykorzystaniem programowalnych sterowników logicznych PLC oraz systemu odpowiadającego za sterowanie i wizualizację procesu przemysłowego DCS. Będą posiadać również wiedzę z zakresu układów logicznych, automatyki, sterowania i regulacji w energetyce, zabezpieczeń elektroenergetycznych oraz podstawową wiedzę w zakresie sieci teleinformatycznych.

## Załącznik 2

### **Zakładane efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikowania i dokumentacji**

Studia podyplomowe - *Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)* należą do obszaru kształcenia w zakresie dyscyplin: automatyka, elektronika i elektrotechnika.

#### Objaśnienie oznaczeń:

SSE (przed podkreśleniem) – skrótowa nazwa kierunku studiów

W – kategoria wiedzy

U – kategoria umiejętności

K – kategoria kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne – numer efektu uczenia się

*Tabela 1. Wykaz efektów uczenia się*

Kod efektu	Nazwa efektu uczenia się dla kierunku studiów podyplomowych: <i>Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)</i> Po ukończeniu studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia poziomu 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji		Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk poziomu 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji	
<b>Wiedza</b>					
SSE_W01	Ma wiedzę w zakresie działania, metod analizy i syntezy oraz zastosowania w układach sterowania, kombinacyjnych oraz sekwencyjnych układów logicznych.	P6S_WG	<p>ZNA I ROZUMIE: w zaawansowanym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące podstawową wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów, a w przypadku studiów o profilu praktycznym – również zastosowania praktyczne tej wiedzy w działalności zawodowej związanej z ich kierunkiem</p>	P6U_W	<p>ZNA I ROZUMIE: - w zaawansowanym stopniu – fakty, teorie, metody oraz złożone zależności między nimi, - różnorodne, złożone uwarunkowania prowadzonej działalności.</p>
SSE_W02	Ma wiedzę w zakresie podstawowych wiadomości o metodach analizy układów ciągłych i dyskretnych. Zna metody matematycznego modelowania rzeczywistych obiektów sterowania.				
SSE_W03	Ma wiedzę w zakresie oceny stabilności układów ciągłych i dyskretnych oraz w zakresie doboru korektorów, zapewniających polepszenie jakości sterowania i jego optymalizacji.				
SSE_W04	Ma wiedzę niezbędną do zrozumienia funkcji oraz zasad działania nowoczesnej elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej w systemie elektroenergetycznym.				
SSE_W05	Zna problemy współpracy automatyki zabezpieczeniowej z generacją rozproszoną.				
SSE_W06	Ma wiedzę w zakresie podstaw teorii sterowania rozproszonego i monitorowania systemów energetycznych.				
SSE_W07	Rozumie i potrafi opisać zasadę działania układów regulacji turbiny cieplnej, generatora synchronicznego, transformatora oraz układów przekształtnikowych mocy.				

SSE_W08	Ma podstawową wiedzę w zakresie projektowania i eksploatacji sieci teleinformatycznych dedykowanych systemom automatyki i sterowania w energetyce.				
SSE_W09	Ma wiedzę w zakresie architektury i działania programowalnych sterowników logicznych PLC oraz ich zastosowania w układach sterowania.				
SSE_W10	Ma wiedzę w zakresie tworzenia algorytmów i oprogramowania w językach wysokiego poziomu (LADDER, FBD, SCL) programowalnych sterowników logicznych PLC.				
SSE_W11	Ma wiedzę w zakresie rozproszonych systemów sterowania (DCS)				

Kod efektu	Nazwa efektu uczenia się dla kierunku studiów podyplomowych: <i>Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)</i> Po ukończeniu studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia poziomu 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji		Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk poziomu 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji	
<b>Umiejętności</b>					
SSE_U01	Potrafi dokonać analizy i syntezy oraz praktycznie zastosować w układach sterowania, z wykorzystaniem metod minimalizacji, kombinacyjne i sekwencyjne układy logiczne	P6S_UW	<p>POTRAFI: wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz wykonywać zadania w warunkach nie w pełni przewidywalnych przez: – właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji, – dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych</p> <p>wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać problemy oraz wykonywać zadania typowe dla działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów – w przypadku studiów o profilu praktycznym</p>	P6U_U	<p>POTRAFI: - innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach, - samodzielnie planować własne uczenie się przez całe życie, - komunikować się z otoczeniem, uzasadniać swoje stanowisko</p>
SSE_U02	Potrafi analizować układ ciągły i dyskretny automatyki, umie stworzyć model matematyczny układu. Potrafi ocenić właściwości określonego układu automatyki.				
SSE_U03	Potrafi dokonać oceny stabilności układu regulacji oraz zaprojektować korektory zapewniające uzyskanie pożądanych cech układu sterowania.				
SSE_U04	Potrafi zaprogramować i zbadać cyfrowe zabezpieczenia stosowane w układach generacji rozproszonej.				
SSE_U05	Potrafi zidentyfikować protokoły komunikacyjne w układach automatyki zabezpieczeniowej.				
SSE_U06	Potrafi wykorzystać i oprogramować w języku LADDER, FBD lub SCL sterownik PLC i jego układy peryferyjne.				
SSE_U07	Potrafi samodzielnie, w oparciu o istniejący sterownik PLC, zrealizować zadanie, bądź część złożonego zadania z dziedziny automatyki.				
SSE_U08	Potrafi opisać główne cechy rozproszonego systemu sterowania (DCS).				
SSE_U09	Potrafi stworzyć bazę danych funkcji kontrolnych DCS oraz zaprojektować procedury sterowania sekwencyjnego.				

Kod efektu	Nazwa efektu uczenia się dla kierunku studiów podyplomowych: <i>Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)</i> Po ukończeniu studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia poziomu 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji		Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk poziomu 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji	
<b>Kompetencje społeczne</b>					
SSE_K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, aby wykonywać projekty inżynierskie.	P6S_KK	<p>JEST GOTÓW DO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści</li> <li>- uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu</li> </ul>	P6U_K	<p>JEST GOTÓW DO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kultywowania i upowszechniania wzorów właściwego postępowania w środowisku pracy i poza nim,</li> <li>- samodzielnego podejmowania decyzji, krytycznej oceny działań własnych, działań zespołów, którymi kieruje, i organizacji, w których uczestniczy, przyjmowania odpowiedzialności za skutki tych działań.</li> </ul>
SSE_K02	Potrafi współpracować z zespołem przy realizacji złożonego zadania inżynierskiego pełniąc powierzona rolę w zespole, potrafi wykonać przydzielone zadania zgodnie z harmonogramem prac.	P6S_KR	<p>JEST GOTÓW DO:</p> <p>odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych,</li> <li>- dbałości o dorobek i tradycje zawodu</li> </ul>		



**Tabela 2.** Wykaz efektów uczenia się realizowanych w ramach poszczególnych kursów wraz ze sposobem ich weryfikowania i dokumentacji

L.p.	Nazwa kursu	Osiągane efekty uczenia się	Sposób weryfikowania i dokumentacji
1.	Wykorzystanie układów logicznych w systemach sterowania	SSE_W01, SSE_U01, SSE_K01, SSE_K02	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie analizy prawidłowości zastosowanych rozwiązań w realizacji ćwiczeń laboratoryjnych, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych. Zaliczenie laboratorium na ocenę, na podstawie aktywności na zajęciach i sprawozdań z ćwiczeń, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
2.	Projektowanie układów automatyki	SSE_W02, SSE_W03, SSE_U02, SSE_U03, SSE_K01, SSE_K02	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie egzaminu, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych. Zaliczenie laboratorium na ocenę, na podstawie aktywności na zajęciach i sprawozdań z ćwiczeń, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
3.	Układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej	SSE_W04, SSE_W05, SSE_U04, SSE_U05, SSE_K01, SSE_K02	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie egzaminu, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych. Zaliczenie laboratorium na ocenę, na podstawie aktywności na zajęciach i sprawozdań z ćwiczeń, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
4.	Sterowanie rozproszone i monitorowanie systemów energetycznych	SSE_W06, SSE_K01	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie końcowej pracy pisemnej, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
5.	Sterowanie scentralizowane i regulacja w elektroenergetyce	SSE_W07, SSE_K01	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie końcowej pracy pisemnej, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
6.	Elementy informatyki i sieci teleinformatycznych w układach sterowania	SSE_W08, SSE_K01	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie końcowej pracy pisemnej, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.

L.p.	Nazwa Kursu	Osiągnięte efekty uczenia się	Sposób weryfikowania i dokumentacji
7.	Programowalne sterowniki logiczne PLC w układach sterowania	SSE_W09, SSE_W10, SSE_U06, SSE_U07, SSE_K01, SSE_K02	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie obecności i oceny z laboratorium, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych. Zaliczenie laboratorium na ocenę, na podstawie aktywności na zajęciach, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
8.	Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania	SSE_W09, SSE_W10, SSE_U06, SSE_U07, SSE_K01, SSE_K02	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie analizy prawidłowości zastosowanych algorytmów w realizacji projektu końcowego, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych. Zaliczenie laboratorium na ocenę, na podstawie aktywności na zajęciach i projektu końcowego, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.
9.	Systemy sterowania i nadzoru DCS	SSE_W11, SSE_U08, SSE_U09, SSE_K01, SSE_K02	Zaliczenie wykładu na ocenę, na podstawie analizy prawidłowości zastosowanych algorytmów w realizacji projektu końcowego, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych. Zaliczenie projektu na ocenę, na podstawie aktywności na zajęciach oraz projektu podstawowego i końcowego, udokumentowane wpisem do indeksu i na kartę ocen uczestnika studiów podyplomowych.

## Lista kursów z wymiarem godzinowym oraz liczbą punktów ECTS

Lp	Nazwa kursu w języku polskim	Punkty ECTS*	Forma dydaktyczna	Wymiar godzin
1.	Wykorzystanie układów logicznych w systemach sterowania	1 Z	wykład	6
2.	Wykorzystanie układów logicznych w systemach sterowania	2 Z	laboratorium	8
3	Projektowanie układów automatyki	3 E	wykład	8
4.	Projektowanie układów automatyki	2 Z	laboratorium	10
5.	Układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej	3 E	wykład	8
6.	Układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej	2 Z	laboratorium	10
7.	Sterowanie rozproszone i monitorowanie systemów energetycznych	2 Z	wykład	8
8.	Sterowanie scentralizowane i regulacja w elektroenergetyce	2 Z	wykład	8
9.	Elementy informatyki i sieci teleinformatycznych w układach sterowania	1 Z	wykład	4
10.	Programowalne sterowniki logiczne PLC w układach sterowania	1 Z	wykład	6
11.	Programowalne sterowniki logiczne PLC w układach sterowania	2 Z	laboratorium	20
12.	Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania	1 Z	wykład	6
13.	Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania	3 Z	laboratorium	20
14.	Systemy sterowania i nadzoru DCS	1 Z	wykład	6
15.	Systemy sterowania i nadzoru DCS	4 Z	projekt	32
<b>Razem</b>		<b>30</b>		<b>160</b>

\*) Z – zaliczenie, E – egzamin

## Wykaz egzaminów obowiązkowych

Na podstawie egzaminów zostaną zaliczone następujące kursy:

1. *Projektowanie układów automatyki* – wykład, semestr 1,
2. *Układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej* – wykład; semestr 1,
3. Projekty końcowe zaliczające kursy:
  - a. *Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania,*
  - b. *Systemy sterowania i nadzoru DCS*– egzamin końcowy, semestr 2,

## **Wymiar czasu przeznaczony na prace końcowe**

Praca końcowa studiów podyplomowych *Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)* polega na realizacji projektów w ramach kursów *Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania* oraz *Systemy sterowania i nadzoru DCS*. Prowadzący, na początku zajęć określa minimalną liczbę godzin, konieczną do realizacji projektu. Możliwe są również dodatkowe konsultacje, w liczbie nieprzekraczającej sumarycznie 2 godzin, po uprzednim uzgodnieniu z opiekunami projektów.

## **Zakres egzaminu końcowego**

Egzamin dyplomowy składa się z trzech części:

1. prezentacja projektu końcowego kończącego kurs *Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania*, z wykorzystaniem stanowiska laboratoryjnego i środków audiowizualnych. W trakcie prezentacji uczestnik studiów podyplomowych przedstawia cel i zakres projektu, sposób rozwiązania problemu, dokonuje pokazu projektu oraz omawia wynikające z pracy wnioski. Czas trwania - ok. 10 min.,
2. prezentacja projektu końcowego kończącego kurs *Systemy sterowania i nadzoru DCS* z wykorzystaniem stanowiska laboratoryjnego i środków audiowizualnych. W trakcie prezentacji uczestnik studiów podyplomowych przedstawia cel i zakres projektu, sposób rozwiązania problemu, dokonuje pokazu projektu oraz omawia wynikające z pracy wnioski. Czas trwania - ok. 10 min.,
3. sprawdzenie wiedzy uczestnika studiów podyplomowych w zakresie podanym w programie kształcenia (egzamin ustny), związanym z tematyką studiów podyplomowych - słuchacz odpowiada na pytania zadane przez komisję egzaminacyjną.

Warunkiem dopuszczenia uczestnika studiów podyplomowych do egzaminu końcowego jest uzyskanie pozytywnych ocen z wszystkich kursów objętych programem kształcenia. Słuchacz ma 2 tygodnie od zakończenia semestru II na uzyskanie wszystkich wymaganych wpisów i zaliczeń kursów.

## Zestaw kursów w układzie semestralnym

*Tabela 1. Wykaz kursów w realizowanych w I semestrze*

Lp.	Nazwa kursu	Punkty ECTS	liczba godzin			
			Wykład	Laboratorium	Projekt	Razem
1.	Wykorzystanie układów logicznych w systemach sterowania	3	6	8		14
2.	Projektowanie układów automatyki	5	8	10		18
3.	Układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej	5	8	10		18
4.	Programowalne sterowniki logiczne PLC w układach sterowania	3	6	20		26
5.	Sterowanie rozproszone i monitorowanie systemów energetycznych	1	4			4
<b>Razem</b>		<b>17</b>	<b>32</b>	<b>48</b>		<b>80</b>

*Tabela 2. Wykaz kursów realizowanych w II semestrze*

Lp.	Nazwa kursu	Punkty ECTS	liczba godzin			
			Wykład	Laboratorium	Projekt	Razem
1.	Sterowanie rozproszone i monitorowanie systemów energetycznych	1	4			4
2.	Sterowanie scentralizowane i regulacja w elektroenergetyce	2	8			8
3.	Elementy informatyki i sieci teleinformatycznych w układach sterowania	1	4			4
4.	Układy zaawansowane PLC w systemach sterowania	4	6	20		26
5.	Systemy sterowania i nadzoru DCS	5	6		32	38
<b>Razem</b>		<b>13</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>80</b>

## **Zestaw egzaminów w układzie semestralnym**

Na podstawie egzaminów zostaną zaliczone następujące kursy:

### **SEMESTR I:**

1. *Projektowanie układów automatyki* – wykład.
2. *Układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej* – wykład.

### **SEMESTR II:**

1. Egzamin końcowy.



### **Waga potrzebna do obliczenia ostatecznego wyniku studiów**

Ostateczny wynik studiów podyplomowych stanowi średnia ważona:

- z wagą  $\varepsilon$ , średniej ważonej (punktami ECTS) ocen przebiegu studiów podyplomowych (zaliczeń i egzaminów):

$$\begin{aligned} \text{\textit{śr. ważona ocen przebiegu studiów podyplomowych}} &= \\ &= \Sigma(\text{\textit{ocena}} * \text{\textit{punkty ECTS}}) / \Sigma \text{\textit{punkty ECTS}} \end{aligned}$$

oraz

- z wagą  $1 - \varepsilon$ , średniej arytmetycznej ocen projektów końcowych i egzaminu końcowego.

**Wartość  $\varepsilon$ , dla studiów podyplomowych  
„Przemysłowe Systemy Automatyki (PLC, DCS)”  
wynosi 2/3.**