

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Napędy elektryczne				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RAIR-1-601-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Automatyka i Robotyka	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	6
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Roskosz Maciej (mroskosz@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Silniki elektryczne – podstawowe charakterystyki. Obliczenia parametrów napędów elektrycznych, układów napędowych i hamulcowych. Praca w zespole, jej podział i odpowiedzialność personalna.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna podstawowe maszyny elektryczne oraz podstawowe charakterystyki maszyn elektrycznych	AIR1A_W08	Kolokwium, Sprawozdanie
M_W002	Ma podstawową wiedzę z zakresu obliczania mocy napędów maszyn i ich doboru	AIR1A_W08	Kolokwium
M_W003	Ma wiedzę z zakresu obliczeń parametrów oraz doboru elementów maszyn.	AIR1A_W01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
M_W004	Zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące przy pracy z napędami maszyn	AIR1A_W08	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W005	Posiada wiedzę z zakresu eksploatacji i wytwarzania elementów maszyn napędowych	AIR1A_W11, AIR1A_W08	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

Umiejętności: potrafi			
M_U001	Posiada umiejętność połączenia prostych układów napędowych	AIR1A_U07	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_U002	Zna zasady funkcjonowania klasycznych maszyn elektrycznych. Umie analizować proste układy pomiarowe wielkości elektrycznych i wielkości nieelektrycznych. Potrafi przeprowadzać pomiary i opracowywać wyniki z uwzględnieniem oceny niepewności pomiaru.	AIR1A_U08	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Potrafi korzystać z katalogów, instrukcji obsługi dla układów napędowych.	AIR1A_U08	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń
M_U004	Potrafi obliczać proste układy napędowe oraz właściwie dobrać elementy maszyn. Umie obliczać moc układów napędowych i układów hamulcowych	AIR1A_U07	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz umiejętność pracy w zespole	AIR1A_K01	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu

## Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
54	26	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0

## Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna podstawowe maszyny elektryczne oraz podstawowe charakterystyki maszyn elektrycznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Ma podstawową wiedzę z zakresu obliczania mocy napędów maszyn i ich doboru	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Ma wiedzę z zakresu obliczeń parametrów oraz doboru elementów maszyn.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące przy pracy z napędami maszyn	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	Posiada wiedzę z zakresu eksploatacji i wytwarzania elementów maszyn napędowych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Posiada umiejętność połączenia prostych układów napędowych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Zna zasady funkcjonowania klasycznych maszyn elektrycznych. Umie analizować proste układy pomiarowe wielkości elektrycznych i wielkości nieelektrycznych. Potrafi przeprowadzać pomiary i opracowywać wyniki z uwzględnieniem oceny niepewności pomiaru.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi korzystać z katalogów, instrukcji obsługi dla układów napędowych.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Potrafi obliczać proste układy napędowe oraz właściwie dobrać elementy maszyn. Umie obliczać moc układów napędowych i układów hamulcowych	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz umiejętność pracy w zespole	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	54 godz
Przygotowanie do zajęć	18 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	16 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

1. Napędy prądu stałego. Podział napędów prądu stałego. Budowa silników obcowzbudnych i samo wzbudnych. Charakterystyki silników prądu stałego samowzbudnych, obcowzbudnych, skokowych, komutatorowych z magnesami stałymi (PMDC) i bezszczotkowych (BLDC). Zalety, wady i możliwości zastosowania silników prądu stałego.
2. Sposoby sterowania napędami prądu stałego. Sterowniki silników skokowych i możliwości kształtowania ich charakterystyk. Sterowanie PWM. Komutacja elektroniczna.
3. Napędy prądu zmiennego. Podział napędów prądu zmiennego. Silniki asynchroniczne i synchroniczne prądu zmiennego. Charakterystyki silników prądu zmiennego.
4. Sposoby sterowania napędami prądu zmiennego. Schematy podłączenia silników prądu zmiennego. Przemienniki częstotliwości – rodzaje budowa, właściwości, programowanie.
5. Serwonapędy prądu stałego i zmiennego. Metody pomiaru parametrów ruchu w napędach elektrycznych. Enkodery optyczne i magnetyczne, resolwery, czujniki Halla. Struktura serwonapędu elektrycznego. Charakterystyki i zastosowanie serwonapędów elektrycznych.
6. Kinematyka pracy różnego typu napędów. Budowa modeli układów napędowych.
7. Równania ruchu. Redukcja mas i momentów. Analiza obciążeniowa napędu.
8. Określanie zapotrzebowania mocy.
9. Obliczanie widma obciążenia napędu. Określanie parametrów poszczególnych zespołów napędu.
10. Dobór źródeł napędu elektrycznego. Cechy charakterystyczne i regulacyjne poszczególnych źródeł napędu.
11. Rodzaje i cechy charakterystyczne przekładni stosowanych w napędach maszyn i urządzeń. Cele stosowania przekładni. Napędy bez przekładni.
12. Dobór parametrów technicznych przekładni do danego napędu.
13. Cel stosowania, rodzaje, charakterystyki mechaniczne sprzęgieł stosowanych w

napędach.

14. Cel stosowania, rodzaje i charakterystyka pracy różnego typu hamulców stosowanych w napędach.

15. Omówienie parametrów i budowy typowego napędu dużej mocy z organem roboczym wykorzystującym tarcie.

### **Ćwiczenia audytoryjne**

1. Jednofazowe i trójfazowe obwody prądu przemiennego. Metoda symboliczna.

2. Wyznaczanie charakterystyk statycznych silnika obcowzbudnego na podstawie danych znamionowych.

3. Wyznaczanie charakterystyk silnika asynchronicznego pierścieniowego na podstawie danych znamionowych.

4. Obliczanie parametrów kinematycznych danego napędu.

5. Redukcja mas i momentów bezwładności danej maszyny.

6. Dobór zespołów mechanicznych – przekładni, sprzęgła itp.

7. Obliczanie układu hamulcowego napędu.

8. Określanie parametrów technicznych dla poszczególnych zespołów napędowych.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

1. Wyznaczenie charakterystyki napędu prądu stałego.

2. Sterowanie napędem skokowym – wyznaczenie charakterystyk i badanie wpływu podłączenia silnika na jego charakterystyki.

3. Sterowanie silnikiem prądu zmiennego z wykorzystaniem przemiennika częstotliwości.

4. Wyznaczenie widma obciążeń napędu małej mocy.

5. Badanie układu hamulcowego z siłownikami pasywnymi sterowanymi z agregatu zasilająco-pompowego.

6. Wyznaczanie sprawności układu napędowego.

7. Sporządzanie wykresów zapotrzebowania mocy i momentu zespołu napędowego.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Ćwiczenia laboratoryjne

Warunkiem zaliczenia są pozytywne oceny ze wszystkich sprawozdań.

Ćwiczenia audytoryjne

Warunkiem zaliczenia są pozytywne oceny ze wszystkich sprawdzianów.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa = 0.5 x ocena z ćwiczeń audytoryjnych + 0.5 x ocena z ćwiczeń laboratoryjnych

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Ćwiczenia laboratoryjne

W przypadku nieobecności studenta wynikłej z choroby (zwolnienie lekarskie) lub innej przyczyny losowej (dokument to potwierdzający lub ustne uzasadnienie), student jest zobowiązany nadrobić powstałe zaległości. Jeżeli jest to jeszcze możliwe odrobić zaległości z inną grupą. W przypadku braku takiej możliwości należy sporządzić indywidualne sprawozdanie oparte na pomiarach wykonanych przez innych studentów.

Ćwiczenia audytoryjne

Dopuszcza się 3 nieobecności usprawiedliwione lub jedną nieusprawiedliwioną w semestrze.

W uzasadnionych wypadkach w drodze decyzji prowadzącego zajęcia odrobienie powstałych zaległości może odbyć się w formie opracowania rozszerzonego sprawozdania teoretycznego z zadanej tematyki lub zajęcia praktycznego.

Wykład

W przypadku wykładów prowadzący przekaze studentowi materiały lub poda literaturę obejmującą obszar merytoryczny zaległości. W przypadku trudności z opanowaniem materiału student może konsultować się z prowadzącym w celu przyswojenia wiedzy.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Umiejętność rozwiązywania zadań z zakresu mechaniki;

Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu matematyki;

Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu fizyki;

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Engel Z., Giergiel J.: Mechanika – Dynamika – Wydawnictwo AGH, Kraków 1998

2. Giergiel J.: Zbiór zadań z mechaniki – metodyka rozwiązań, Wydawnictwo AGH, Kraków 2001

3. Gottlieb I.: Practical Electric Motor Handbook, Published 1997; Butterworth-Heinemann

4. Grzbiela Cz., Machowski J.: Maszyny, urządzenia elektryczne i automatyka w przemyśle, Wydawnictwo Śląsk 2010

5. Hansel J.; Kawecki Z.: Transport pionowy – Urządzenia szybowe i przyszybowe, Wydawnictwo AGH, Kraków, 1989

6. Hughes A.: Electric Motors and Drives, Published 1993; Butterworth-Heinemann

7. Kędziora A. „Eksplatacja szybowych urządzeń wyciągowych” Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1976

8. Kuczewski Z.: Napęd elektryczny, Wydawnictwo NT, Warszawa 1972

9. Popowicz O.: Transport Kopalniany – część 4 – Urządzenia szybowe, Wydawnictwo PWN, Stalingród 1953

- 10.Kuczewski Z.: Zbiór zadań z napędu elektrycznego, Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice 1979
- 11.Łastowiecki J.: Napędy elektryczne w automatyce i robotyce, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2011
- 12.Manitus J. Hutnicze napędy elektryczne - tom 1 - Teoretyczne podstawy napędu, Wydawnictwo Śląsk, 1969
- 13.Manitus J. Hutnicze napędy elektryczne - tom 2 - Automatyka napędów, Wydawnictwo Śląsk, 1972
- 14.Michalczyk J.: Dynamika maszyn górniczych cz. I - Podstawy opisu zjawisk dynamicznych w maszynach, Skrypt Uczelniany AGH nr 1187, Kraków, 1990
- 15.Mitew E.: Maszyny elektryczne - tom 1 Wydawnictwo Politechnika Radomska, Radom 2005
- 16.Mitew E.: Maszyny elektryczne - tom 2 Wydawnictwo Politechnika Radomska, Radom 2005
- 17.Plamizer A.: Maszyny elektryczne, Wydawnictwo NT, Warszawa 1982
- 18.Skwarczyński J., Tertil Z.: Elektromechaniczne przetwarzanie energii. Wydawnictwo AGH, Kraków 2000
- 19.Skwarczyński J., Tertil Z. Maszyny elektryczne - część 2 - teoria, Wydawnictwo AGH, Kraków 1997
- 20.Szklarski L.; Zarudzki J.: Elektryczne maszyny wyciągowe, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 1998
- 21.Zmysłowski T: Górnicze maszyny wyciągowe - część mechaniczna, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 2004

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Roskosz M.: Zastosowanie Metody Magnetycznej Pamięci Metalu do badań uzębień kół zębatach. Dozór Techniczny 01/2006, s. 15-20.

Roskosz M., Rusin A., Kotowicz J.: The metal magnetic memory method in the diagnostics of power machinery components, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol. 43, Issue 1, 2010, str. 362 ÷ 370

### **Informacje dodatkowe**

Zgodnie z Regulaminem Studiów AGH podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest ostatni dzień zajęć w danym semestrze. Termin zaliczenia poprawkowego (tryb i warunki ustala prowadzący moduł na zajęciach początkowych) nie może być późniejszy niż ostatni termin egzaminu w sesji poprawkowej (dla przedmiotów kończących się egzaminem) lub ostatni dzień trwania semestru (dla przedmiotów niekończących się egzaminem).

Student ma możliwość skorzystania z konsultacji, które odbywają się w danym semestrze zgodnie z informacjami podanymi przez prowadzących zajęcia.

Równocześnie w przypadku pytań lub jakichkolwiek wątpliwości możliwy jest kontakt z prowadzącym moduł drogą elektroniczną email: mroskosz@agh.edu.pl