

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Materiały i konstrukcje inteligentne				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RAIR-2-106-AM-s	Punkty ECTS:	2
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Automatyka i Robotyka	Specjalność:	Automatyka i metrologia		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	1
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. dr hab. inż. Sapiński Bogdan (deep@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł obejmuje zagadnienia związane z poznaniem własności materiałów inteligentnych (MR, ER, piezo, SMA, i in.) i możliwością ich wykorzystania do budowy urządzeń oraz układów w automatyce i robotyce.

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	ma wiedzę w zakresie klasyfikacji materiałów inteligentnych oraz zastosowania wybranych struktur z materiałami inteligentnymi w konstrukcjach	AIR2A_W03, AIR2A_W04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
M_W002	ma wiedzę w zakresie zastosowania cieczy elektro- i magnetoreologicznych w urządzeniach do sterowania ruchem oraz w układach redukcji drgań z zasilaniem zewnętrznym i z odzyskiem energii	AIR2A_W05, AIR2A_W03, AIR2A_W04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
M_W003	ma wiedzę w zakresie klasyfikacji, własności i modelowania materiałów piezoelektrycznych oraz zastosowania ich w budowie elementów wykonawczych i czujników	AIR2A_W03, AIR2A_W04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium

M_W004	ma wiedzę w zakresie działania i budowy elementów wykonawczych z materiałami z termiczną i magnetyczną pamięcią kształtu	AIR2A_W03, AIR2A_W04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
Umiejętności: potrafi			
M_U001	potrafi wyznaczyć charakterystyki statyczne i dynamiczne urządzeń z cieżką magnetoreologiczną oraz elektroteologiczną	AIR2A_U04, AIR2A_U06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	potrafi wyznaczyć charakterystyki eksploatacyjne oraz podstawowe parametry piezoelektrycznych elementów wykonawczych i czujników stosowanych w układach sterowania ruchem	AIR2A_U04, AIR2A_U06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	potrafi wyznaczać charakterystyki elementów wykonawczych ze stopami z pamięcią kształtu	AIR2A_U04, AIR2A_U06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	potrafi pracować w grupie, wyznaczać etapy i cele pracy grupowej oraz przekazywać wiedzę innym członkom grupy w celu realizacji zadań	AIR2A_K01	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

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
40	26	0	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	ma wiedzę w zakresie klasyfikacji materiałów inteligentnych oraz zastosowaniami wybranych struktur z materiałami inteligentnymi w konstrukcjach	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	ma wiedzę w zakresie zastosowania cieczy elektro- i magnetoreologicznych w urządzeniach do sterowania ruchem oraz w układach redukcji drgań z zasilaniem zewnętrznym i z odzyskiem energii	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	ma wiedzę w zakresie klasyfikacji, własności i modelowania materiałów piezoelektrycznych oraz zastosowania ich w budowie elementów wykonawczych i czujników	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	ma wiedzę w zakresie działania i budowy elementów wykonawczych z materiałami z termiczną i magnetyczną pamięcią kształtu	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	potrafi wyznaczyć charakterystyki statyczne i dynamiczne urządzeń z cieczą magnetoreologiczną oraz elektroreologiczną	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	potrafi wyznaczyć charakterystyki eksploatacyjne oraz podstawowe parametry piezoelektrycznych elementów wykonawczych i czujników stosowanych w układach sterowania ruchem	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	potrafi wyznaczać charakterystyki elementów wykonawczych ze stopami z pamięcią kształtu	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	potrafi pracować w grupie, wyznaczać etapy i cele pracy grupowej oraz przekazywać wiedzę innym członkom grupy w celu realizacji zadań	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	40 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	5 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	60 godz
Punkty ECTS za moduł	2 ECTS

Pozostałe informacje**Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**Wykład

Wprowadzenie do materiałów inteligentnych. Podział, własności, mechanizmy działania, zastosowania.

Budowa, własności, tryby pracy ciecymagnetoelastycznych (MR) i elektroelastycznych (ER). Podstawy projektowania i rozwiązywanie konstrukcyjnych problemów MR/ER. Sterowanie urządzeń MR/ER. Modelowanie, badanie i zastosowanie urządzeń MR/ER. Układy redukcji drgań z tłumikami MR i z funkcją odzysku energii. Elastomery MR.

Materiały piezoelektryczne: podstawowe grupy, równania konstytutywne, stałe materiałowe, własności, zastosowania. Budowa i zasada działania aktuatorów piezoelektrycznych. Budowa i zasada działania układów piezoelektrycznych do odzyskiwania energii.

Materiały z termiczną pamięcią kształtu (SMA). Zjawiska jedno- i dwukierunkowego efektu pamięci kształtu oraz pseudosprężystości. Modele konstytutywne, tangesoidalny, Preisacha. Budowa i zastosowanie elementów wykonawczych z materiałami SMA. Materiały magnetyczną pamięcią kształtu (MSMA).

Ćwiczenia laboratoryjneĆwiczenia laboratoryjne

Badania obwodu sterującego tłumików MR.

Wyznaczanie charakterystyk liniowych tłumików z cieczą MR działającą w trybie zaworowym i ściskania.

Wyznaczanie charakterystyk obrotowego tłumika MR.

Semiaktywny układ redukcji drgań z tłumikiem MR i funkcją odzysku energii.

Wyznaczanie charakterystyk harvester piezoelektrycznego.

Wyznaczanie charakterystyk aktuatora piezoelektrycznego o konstrukcji belkowej.

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 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:

Warunki zaliczenia:

- znajomość treści przedstawionych w ramach wykładów,
- obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych, opracowanie sprawozdania i uzyskanie oceny pozytywnej z każdego ćwiczenia,
- pozytywna ocena z kolokwium obejmującego wykład i ćwiczenia laboratoryjne.

Przewidziane są 2 terminy poprawkowe kolokwium.

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 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

Warunki zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych: obecność na ćwiczeniach, zaliczenie sprawozdań, pozytywna ocena z kolokwiów obejmujących treści ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia arytmetyczna oceny z ćwiczeń laboratoryjnych i oceny z kolokwium obejmującego treść wykładów.

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

Dopuszczalna jest 1 nieobecność na ćwiczeniach laboratoryjnych (zwolnienie lekarskie).

Forma wyrównania zaległości powstała wskutek nieobecności zostanie ustalona indywidualnie przez prowadzącego zajęcia.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Wymagana jest wiedza z fizyki, (w szczególności mechaniki oraz elektrotechniki) i teorii sterowania.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Materiały wykładowe z przedmiotu.
2. Bajkowski J.: Ciecze i tłumiki magnetoreologiczne; właściwości, budowa, badania, modelowanie i zastosowania, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2012.
3. Ławniczak A., Milecki A.: Ciecze elektoreologiczne i magnetoreologiczne oraz ich zastosowania w technice. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1999.4. Leo D. J.: Engineering Analysis of Smart

- Materials and Systems. John Wiley&Sons, Inc., 2007.5. Seung-Bok Ch., Younh-Min H.: Piezoelectricactuators. Control applications of smart materials. CRC Press, 2010.
6. Lagoudas D. C.: Shapememoryalloys. Modeling and Engineering Applications. Springer, 2008.7. Janocha H.: Adaptronics and smart materials: Basics, Materials, Design and Applications. Second, Revised Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
8. Abramowich H.: IntelligentMateiails and Structures. De Gruyter, 2016.9. Sapiński B.: MagnetorheologicalDampers in Vibration Control. AGH University of Science andTechnology Press, Cracow. 2006.
10. Gołdasz J., Sapiński B.: Insightinto MR ShockAbsorbers, Springer, 2015.11. Priya S., Inman D. J.: EnergyHarvesting Technologies. Springer, 2009.
12. Kaleta J.: Materiały Magnetyczne SART; Budowa, Wytwarzanie, badanie, Właściwości i Zastosowanie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2013.
13. Preumont A.: Vibration Control of Active Structures, AnIntroduction. KluwerAcademicPublishers, 1999.
14. Pawlak A. M.:Sensors and Actuators in Mechatronics,; design and Application,CRC Taylor & Francis, 2007.
15. Ziółkowski A.: Pseudosprężystość stopów z pamięcią kształtu - badania doświadczalne i opis teoretyczny. Warszawa, IPPT PAN. 1996.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

- Sapiński B., Experimentalstudy of a self-powered and sensing MR damper-basedvibrationcontrol system, Smart Materials and Structures, 2011, 20 105007.
- Laalej H., Lang Z. Q., Sapiński B., Martynowicz P., MR damperbasedimplementation of nonlinear damping for a pitchplane suspension system,Smart Materials and Structures, 2012, 21, 045006.
- Gołdasz J., Sapiński B., Nondimensionalcharacterization of flow-modemagnetorheological/electrorheological fluid dampers, Journal of IntelligentMaterial Systems and Structures, 2012, 23(14), 1545-1562.
- Ho C., Lang Z. Q., Sapiński B., Billings S. A., Vibrationisolationusingnonlineardampingimplemented by a feedback-controlled MR damper, Smart Materials and Structures, 2013, 22, 105010.
- Sapiński B., Krupa S., Efficiencyimprovement in a vibrationpower generator for linear MR damper: numericalstudy, Smart Materials and Structutres, 2013, 22 045011.
- Sapiński B, Szczęch M., CFD model of a magnetorheological fluid in squeezemode,Acta Mechanica et Automatica, 2013, 7, 1898-4088.
- Sapiński B., Energyharvesting MR lineardamper: prototyping and testing, Smart Materials and Structures 2014, 23 035021.
- Sapiński B., Gołdasz J., Development and performance evaluation of an MR squeeze-modedamper, art Materials and Structures, 2015, 24 115007.
- Romaszko M., Sapiński B., Sioma A., Forcedvibrationsanalysis of a cantileverbeamusing the visionmethod, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2015, 53(1), 243-254.
- Gołdasz J., Sapiński B.,Insightintomagnetorheologicalshockabsorbers, Springer,2015.
- Sapiński B., Rosół ., Węgrzynowski M., Investigation of anenergyharvestingMrdamper i a vibrationcontrol system, Smart Materials and Structures 2016, 25 125017.
- Sapiński B., Experimentalinvestigation of anenergyharvestingrotary generator-MR damper system, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2016, 54(3), 679-690.
- Horak W, Sapiński B., Szczęch M., Analysis of force in MR fluidsduringoscillatorycompressionsqueeze, Acta Mechanica et Automatica, 2017, 11(1), 64-68.
- Sapiński B., Rosół M., Jastrzębski Ł., Gołdasz J., Outlook on the dynamicbehavior of a magnetorheologicalsqueeze-modedamperprototype, Journal of IntelligentMaterial Systems and Structures, 2017, 28(20) 3025-3038.
- Sapiński B., Snamina J., Automotive vehicleenginemountbased on an MR squeeze-modedamper: modeling and simulation, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2017, 55, 377-388.
- Horak W, Sapiński B., Szczęch M., Analysis of force in MR fluidsduringoscillatorycompressionsqueeze, Acta Mechanica et Automatica, 2017, 11(1), 64-68.
- Sapiński B., Węgrzynowski M., Nabielec J., Magnetorheologicaldamper-basedpositioning system with powergeneration, Journal of IntelligentMaterial Systems and Structures, 2018, 29(6) 1236-1254.
- Grzybek D., Micek P., Piezoelectricbeam generator based on MFC as a self-poweredvibration sensor, Sensors and Actuators. A, Physical, 2017, vol. 267, 417-423.
- Sapiński B., Rosół M., Jastrzębski Ł., Charakterystyki semiaktywnego układu redukcji drgań z odzyskiem energii,Pomiary, Automatyka, Kontrola, 2011, vol. 57, nr 5, 502-506.
- Jastrzębski Ł., Sapiński B., Electrical interface for a self-powered vibration reduction system, ActaMechanica et Automatica, 2016, vol. 10, nr 3, s. 165-172,.

Jastrzębski Ł., Sapiński B., Experimental Investigation of an Automotive Magnetorheological Shock Absorber, *ActaMechanica et Automatica*, 2017, vol. 11, nr 4, 253-259.

Jastrzębski Ł., Sapiński B., Magnetorheological Self-Powered Vibration Reduction System with Current Cut-Off: Experimental Investigation, *Acta Mechanica et Automatica*, 2018, vol. 12, nNr 2, 96-100.

Informacje dodatkowe

Brak