

## Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	MIKRO-ELEKTRONIKA DLA ELEKTROMOBILNOŚCI, PG_00069110						
Kierunek studiów	Technologie wodorowe i elektromobilność						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2023 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2026/2027		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć					
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	4	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	7	Liczba punktów ECTS			4.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Inżynierii Materiałów Funkcjonalnych						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Maciej Haras					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	15.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30	0.0		0.0		30
Cel przedmiotu	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami, procesami wytwarzania przyrządów <math>\mu</math>-elektronicznych oraz ich zastosowaniem w elektromobilności. Studenci zdobędą wiedzę o aktualnych trendach technologicznych, ze szczególnym naciskiem na miniaturyzację i jej wpływ na rozwój nowoczesnych układów oraz na rozwiązania nisko- i zero-mocowe wykorzystywane w elektromobilności. Program obejmuje podstawy budowy i funkcjonowania systemów oraz węzłów Internetu Rzeczy (<b>IoT</b>) i ich znaczenie dla elektromobilności. Ważnym elementem będzie analiza energochłonności układów <math>\mu</math>-elektronicznych oraz alternatywnego zasilania z użyciem metod produkcji energii z otoczenia (<i>ang. Energy Harvesting</i>), co pozwala ograniczyć stosowanie tradycyjnych źródeł, jak baterie czy przewody. Ostatecznym celem jest ukazanie szerokiego spektrum zastosowań <math>\mu</math>-elektroniki i przygotowanie studentów do twórczego, innowacyjnego wykorzystania wiedzy w praktyce</p>						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K6_W13] zna właściwości materiałów stosowanych w zakresie energetyki wodorowej oraz elektromobilności	Zna właściwości materiałów wykorzystywanych w produkcji układów i przyrządów $\mu$ -elektronicznych. Zna właściwości materiałowe wpływające na osiągi oraz możliwości energetyczne $\mu$ -generatorów energii. Zna zależności pomiędzy właściwościami materiałów a ich wpływem na parametry pracy nowoczesnych układów $\mu$ -elektronicznych.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K6_K02] potrafi pracować w grupie przyjmując w niej różne role	Potrafi współpracować w zespole podczas realizacji zadań laboratoryjnych, wykazując się odpowiedzialnością za powierzony zakres pracy. Potrafi przyjmować różne role w grupie (np. lidera, wykonawcy, osoby odpowiedzialnej za dokumentację lub prezentację wyników).	[SK1] Ocena umiejętności pracy w grupie
[K6_U05] potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne, przygotować i do formułowania i rozwiązywania zadań z zakresu technologii wodorowych, automatyki i robotyki, elektrotechniki, posługiwać się różnymi technikami do realizacji zadań inżynierskich dotyczących urządzeń elektrycznych, instalacji wodorowych, układów i systemów automatyki i robotyki	Potrafi wykorzystać metody analityczne do analizy działania podstawowych układów i przyrządów $\mu$ -elektronicznych Potrafi przygotować i przeprowadzić ćwiczenia laboratoryjne związane z badaniem parametrów i osiągow układów $\mu$ -elektronicznych, a następnie przeliczać, analizować i interpretować uzyskane wyniki Potrafi zastosować różne techniki i narzędzia inżynierskie do rozwiązywania praktycznych problemów dotyczących niskoenergetycznych układów $\mu$ -elektronicznych.	[SU1] Ocena realizacji zadania	
Treści przedmiotu	<p>Treści przedmiotu - wykład</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Wprowadzenie</b> - ogólne omówienie przedmiotu, zasady oceniania, treści przedmiotu, literatura;</li> <li><b>Nano-, Mikro-Elektronika dzisiaj</b> historia, branża i prawa;</li> <li><b><math>\mu</math>-Elektronika vs IoT i elektromobilność</b> analiza ilościowa oraz energetyczna, nowy paradygmat zasilania</li> <li><b>Termoelektryka (TEG) czyli ciepło ma moc</b> historia, efekt, fizyka, wyzwania i ograniczenia, zastosowanie w elektromobilności;</li> <li><b>Fotowoltaika (PV)- Światło robi robotę</b> historia, efekt, fizyka, wyzwania i ograniczenia, zastosowanie w elektromobilności;</li> <li><b>Energia drgań</b> generatory piezoelektryczne, elektrostatyczne i elektromagnetyczne ich wykonanie oraz zastosowania w <math>\mu</math>-elektronice z i elektromobilności;</li> <li><b>Generatory ze źródeł rozproszonych</b> produkcja energii wszędzie i zawsze - <i>Święty Graal</i> zasilania <math>\mu</math>-elektroniki - idea, przykłady oraz osiągi.</li> </ol> <p>Treści przedmiotu - laboratoria</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Generatory fotowoltaiczne</b> - parametry pracy, wpływ barwy światła na osiągi, charakterystyka wyjściowa, poszukiwanie optymalnego punktu pracy</li> <li><b>Generatory termoelektryczne</b> - charakterystyki wyjściowe dla różnych warunków termicznych, osiągi przy różnych obciążeniach elektrycznych, zjawisko termalizacji, poprawa osiągow,</li> <li><b>Piezoelektryki</b> - osiągi, optymalizowanie punktu pracy, budowa systemu <b>IoT</b>, sposoby poprawy osiągow</li> </ol>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sluchacz posiada wiedzę z zakresu matematyki (<i>całkowanie oznaczone, różniczkowanie, wartość średnia skuteczna</i>);</li> <li>Sluchacz zna i stosuje podstawowe zagadnienia i prawa z dziedziny elektrotechniki (<i>prawo Ohma, Kirchoffa, Joule'a, Ampera</i>);</li> <li>Sluchacz zna definicję i rozumie różnice między podstawowymi wielkościami używanymi w elektrotechnice i elektronice (<i>moc, energia, prąd, napięcie</i>);</li> <li>sluchacz potrafi łączyć proste obwody elektryczne oraz zna zasadę działania i obsługę podstawowych elementów pomiarowych (<i>oscyloskop, multimetry</i>);</li> <li>sluchacz zna podstawy elektroniki - zasadę działania podstawowych przyrządów elektronicznych, zna typy tranzystorów oraz elementów półprzewodnikowych wraz z typowymi charakterystykami</li> <li>W ujęciu materiałowym sluchacz rozumie różnice właściwości elektrycznych - zna pojęcia izolator, półprzewodnik i przewodnik - wie jaka jest podstawa fizyczna klasyfikacji materiałów pod względem przewodności</li> <li>sluchacz zna podstawy fizyki materiałów półprzewodnikowych, zna pojęcia przerwy energetycznej, nośników, domieszkiwanie</li> </ol>		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa ocena końcowej
	Laboratorium	51.0%	40.0%
	Zaliczenie pisemne	51.0%	60.0%

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. P. Horowitz i W. Hill, <i>Sztuka elektroniki. 1-2</i>, wyd. 12. zmienione. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2018.</li> <li>2. J. Hannel, <i>Podstawy elektroniki półprzewodnikowej</i>. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2003.</li> <li>3. A. Chwaleba, B. Moeschke, G. Ploszajski, P. Majdak, i P. Świstak, <i>Podstawy elektroniki</i>, 1. wyd. Warszawa: Wydawnictwo WNT, 2021.</li> <li>4. R. F. Pierret, <i>Advanced semiconductor fundamentals</i>. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co, 1987.</li> <li>5. M. Nikowitz, Red., <i>Advanced hybrid and electric vehicles</i>. w Lecture Notes in Mobility. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2016.</li> <li>6. S. M. Sze, <i>Physics of semiconductor devices</i>, 3. wyd. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience, 2007.</li> <li>7. H. J. Goldsmid, <i>Introduction to thermoelectricity</i>, 2. wyd. w Springer series in materials science, no. 121. Berlin Heidelberg: Springer, 2016.</li> <li>8. J. N. Burghartz, Red., <i>Guide to state-of-the-art electron devices</i>. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley &amp; Sons Inc, 2013.</li> <li>9. L. B. Kong, T. Li, H. H. Hng, F. Boey, T. Zhang, i S. Li, <i>Waste energy harvesting</i>, t. 24. w Lecture Notes in Energy, vol. 24. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. Dostępne na: <a href="http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-54634-1">http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-54634-1</a></li> <li>10. D. Briand, E. Yeatman, i S. Roundy, Red., <i>Micro energy harvesting</i>, 1. wyd. w Advanced micro &amp; nanosystems, no. 12. Weinheim: Wiley-VCH, 2015.</li> <li>11. N. Bizon, N. M. Tabatabaei, F. Blaabjerg, i E. Kurt, Red., <i>Energy Harvesting and Energy Efficiency: Technology, Methods, and Applications</i>. w Lecture Notes in Energy, no. 37. Springer International Publishing, 2017.</li> </ol>
	Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. Y. León Ávila, C. A. García Vázquez, O. Pérez Baluja, D. T. Cofas, and P. A. Cofas, Energy harvesting techniques for wireless sensor networks: A systematic literature review, <i>Energy Strategy Reviews</i>, vol. 57, p. 101617, Jan. 2025, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101617">10.1016/j.esr.2024.101617</a>.</li> <li>2. M. R. Sarker, A. Riaz, M. S. H. Lipu, M. H. Md Saad, M. N. Ahmad, R. A. Kadir, and J. L. Olazagoitia, Micro energy harvesting for IoT platform: Review analysis toward future research opportunities, <i>Heliyon</i>, vol. 10, no. 6, 2024, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.10.019">10.1016/j.heliyon.2024.10.019</a>.</li> <li>3. K. Bhatt, S. Kumar, S. Kumar, S. Sharma, and V. Singh, A review on energy harvesting technologies: Comparison between non-conventional and conceptual approaches, <i>Energy Reports</i>, vol. 12, pp. 47174740, Dec. 2024, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.10.019">10.1016/j.egy.2024.10.019</a>.</li> <li>4. M. Haras, N. Ahmed, and T. Skotnicki, Further IoT market expansion owing to innovative thermal energy harvesting, in 2022 IEEE 16th International Conference on Solid-State &amp; Integrated Circuit Technology (ICSICT), Nangjing, China, 2022, pp. 14, doi: <a href="https://doi.org/10.1109/ICSICT55466.2022.9963142">10.1109/ICSICT55466.2022.9963142</a>.</li> <li>5. N. Sezer and M. Koç, A comprehensive review on the state-of-the-art of piezoelectric energy harvesting, <i>Nano Energy</i>, vol. 80, p. 105567, Feb. 2021, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2020.105567">10.1016/j.nanoen.2020.105567</a>.</li> <li>6. F. K. Shaikh and S. Zeadally, Energy harvesting in wireless sensor networks: A comprehensive review, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, vol. 55, pp. 10411054, Mar. 2016, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.010">10.1016/j.rser.2015.11.010</a>.</li> <li>7. M. Haras and T. Skotnicki, Thermoelectricity for IoT A review, <i>Nano Energy</i>, vol. 54, pp. 461476, Dec. 2018, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2018.10.013">10.1016/j.nanoen.2018.10.013</a>.</li> <li>8. R. J. M. Vullers, R. van Schaijk, I. Doms, C. Van Hoof, and R. Mertens, Micropower energy harvesting, <i>Solid-State Electronics</i>, vol. 53, no. 7, pp. 684693, July 2009, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.sse.2008.12.011">10.1016/j.sse.2008.12.011</a>.</li> <li>9. A. Harb, Energy harvesting: State-of-the-art, <i>Renewable Energy</i>, vol. 36, no. 10, pp. 26412654, Oct. 2011, doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.06.014">10.1016/j.renene.2010.06.014</a>.</li> </ol>
	Adresy eZasobów	

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opisz pojęcie Internetu Rzeczy (<b>IoT</b>), wyjaśnij jego zasadę działania oraz charakterystyczne cechy pracy systemów <b>IoT</b>. Podaj przykłady zastosowań.</li> <li>2. Wymień co najmniej dwie główne technologie produkcji urządzeń mikroelektronicznych i opisz cechy szczególnie jednej wybranej technologii.</li> <li>3. Wymień co najmniej trzy techniki lub procesy stosowane przy produkcji urządzeń mikroelektronicznych i szczegółowo opisz jeden z nich.</li> <li>4. Wymień metody przetwarzania energii mechanicznej na energię elektryczną, które mogą być wykorzystane w elektromobilności do zasilania układów mikroelektronicznych.</li> <li>5. Wyjaśnij, czym jest prawo Moore'a i przedstaw jego konsekwencje dla rozwoju mikroelektroniki.</li> <li>6. W samochodzie elektrycznym zidentyfikuj co najmniej trzy źródła energii możliwe do przetworzenia na energię elektryczną. Określ metodę lub zjawisko konwersji dla każdego źródła. Dla jednego wybranego źródła narysuj lub opisz schemat systemu odzysku energii.</li> <li>7. Opisz, w jaki sposób można odzyskać energię cieplną i przetworzyć ją na energię elektryczną. Podaj typowe sprawności oraz narysuj topologię takiego urządzenia.</li> <li>8. Wyjaśnij, czym jest limit Betz'a, podaj jego wartość i znaczenie oraz wskaż, w jakich zastosowaniach jest stosowany.</li> <li>9. Dla określonego środowiska pracy lub miejsca instalacji wskaż możliwe do zastosowania metody odzyskiwania energii.</li> <li>10. Narysuj przykładowy pobór mocy przez węzeł <b>IoT</b>, określ typowe zużycie energii na cykl pracy, opisz poszczególne etapy działania oraz zidentyfikuj element najbardziej energochłonny.</li> </ol>
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.