



1. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób - [K\_K1]
2. posiada świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje - [K\_K2]
3. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur - [K\_K5]

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratoriów:

na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na teście pisemnym; na ocenę pozytywną student musi uzyskać 51% możliwych do zdobycia punktów,

ii. omówienie wyników testu,

b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych zajęć laboratoryjnych oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

ii. ocenianie ciągle, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

iii. ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a także po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje również umiejętność pracy w zespole,

iv. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych poprzez dwa kolokwia w semestrze.

Uzyskiwanie dodatkowych punktów za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,

iv. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,

v. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów, umożliwiające bieżące doskonalenie procesu dydaktycznego.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Oscyloskopy analogowe: rozwój oscyloskopów, podział oscyloskopów, podstawowe parametry - pasmo pomiarowe, impedancja wejściowa, czas narastania odpowiedzi, czułość, podstawa czasu, rodzaje sprzężenia; budowa i zasada działania, główne bloki funkcjonalne - tory odchylenia pionowego i poziomego, układ wyzwalania i synchronizowany generator podstawy czasu, lampa oscyloskopowa; charakterystyka różnych typów oscyloskopów analogowych - oscyloskop dwukanałowy /dwukanałowy (tryb pracy naprzemiennnej i "siekanej"), oscyloskop z lampą pamiętającą (bistabilne, o zmiennym czasie poświaty, z szybkim przenoszeniem obrazu), oscyloskop próbkujący (w czasie rzeczywistym, sekwencyjnie, przypadkowo); zalety i wady oscyloskopów analogowych.
2. Oscyloskopy cyfrowe i sondy pomiarowe: podział oscyloskopów cyfrowych, parametry charakterystyczne - pasmo pomiarowe dla przebiegów powtarzalnych i "jednorazowych", szybkość próbkowania, zdolność rozdzielcza w kierunku osi pionowej i poziomej; budowa i zasada działania, główne bloki funkcjonalne - tory przetwarzania, układ wyzwalania i podstawy czasu, blok wyświetlania; charakterystyka różnych typów oscyloskopów cyfrowych - oscyloskop próbkujący, oscyloskop z luminoforem cyfrowym, oscyloskop wirtualny; zalety i wady oscyloskopów cyfrowych; sondy pomiarowe: rodzaje sond pomiarowych, budowa, podstawowe parametry i zastosowania; sondy napięciowe (bierne i czynne) - rezystorowe, RC, wysokonapięciowe, wtórnikowe, różnicowe, sondy logiczne; sondy prądowe.
3. Komputerowe karty pomiarowe: określenia i definicje, typowe funkcje realizowane przez komputerowe karty pomiarowe, architektura i budowa kart pomiarowych, parametry użytkowe - liczba i rodzaj wejść/wyjść analogowych (niesymetryczne, różnicowe), zakres pomiarowy, rozdzielczość przetwornika analogowo-cyfrowego, dokładność pomiaru, szybkość próbkowania, liczba i standard wejść/wyjść cyfrowych, pamięć wewnętrzna, typ magistrali; zalety i wady komputerowych kart pomiarowych; przykłady komputerowych kart pomiarowych różnych producentów, w tym National Instruments - budowa obwodów wejściowych/wyjściowych, konfiguracja połączeń obwodów pomiarowych.
4. Wirtualne przyrządy pomiarowe: specyfika pomiarów za pomocą wirtualnych przyrządów pomiarowych, graficzne środowiska pomiarowe i programistyczne - LabVIEW (National Instruments) oraz DAQView (IO-tech); pomiary z zastosowaniem narzędzi wirtualnych firmy National Instruments na przykładzie multimetru cyfrowego (pomiar napięć stałych/zmiennych, natężenia prądu, pomiar rezystancji, pojemności oraz indukcyjności), miernika impedancji, oscyloskopu dwukanałowego, analizatora widma, analizatora charakterystyk częstotliwościowych (Bodego), analizatora prądowo-napięciowego dwójników, analizatora charakterystyk tranzystorów, analizatora stanów logicznych.
5. Rozproszone systemy pomiarowe: kasetowe systemy pomiarowe - CAMAC (ang. computer-aided measurement and control), VXI (virtual machine environment extensions for instrumentation); modułowe systemy pomiarowe - FP (field point), CFP (compact field point), PXI (PCI extensions for instrumentation), platformy CompactDAQ (compact data acquisition) i CompactRIO (compact reconfigurable input/output) firmy National Instruments; dedykowane interfejsy komunikacyjne do celów pomiarowych - INTERBUS, PROFIBUS (process field bus) firmy SIEMENS, CAN (controller area network), MicroLAN (micro local area network), wybrane interfejsy radiowe bliskiego zasięgu - ZigBee, Z-wave, Bluetooth.
6. Przetworniki pomiarowe wielkości nieelektrycznych: czujniki, kondycjonery i przetworniki pomiarowe wielkości nieelektrycznych - temperatury (platynowe czujniki rezystancyjne, czujniki półprzewodnikowe, termopary), napięcia mechanicznego i ciśnienia (tensometry rezystancyjne, czujniki pojemnościowe, piezoelektryczne i półprzewodnikowe), odległości (dalmierze ultradźwiękowe, oraz optyczne - podczerwone, laserowe), przyspieszenia (czujniki elektrokinetyczne, żyroskopowe), natężenia światła (fotoelementy), natężenia przepływu płynów (przepływomierze elektromagnetyczne, ultradźwiękowe, wirnikowe), czujniki gazów (termokonduktometryczne, półprzewodnikowe, optyczne, katalityczne); wzmacniacze do kondycjonowania sygnałów (napięciowe, prądowe, instrumentalne).
7. Podsumowanie wykładów - test zaliczeniowy

Program zajęć laboratoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. Pomiar ciśnienia hydrostatycznego czujnikiem piezorezystancyjnym
2. Pomiar odległości dalmierzem optycznym wykorzystującym podczerwień
3. Pomiar parametrów kinematycznych drgań mechanicznych za pomocą przetwornika piezoelektrycznego (akcelerometru)
4. Badanie właściwości czujników tensometrycznych
5. Badanie przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych
6. Badanie właściwości przetworników napięcie/czas
7. Badanie wybranych modułów pomiarowych platformy CompactDAQ (National Instruments)
8. Kolokwium zaliczeniowe

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja multimedialna, pokaz multimedialny, demonstracja
2. Zajęcia laboratoryjne: konfiguracja układów pomiarowych (hardware i software), przeprowadzanie pomiarów, praca zespołowa

#### Literatura podstawowa:

1. Technika pomiarowa, Tumański S., WNT, Warszawa, 2013
2. Rozproszone systemy pomiarowe, Nawrocki W., WKŁ, Warszawa, 2006
3. Sensory i systemy pomiarowe, Nawrocki W., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2006
4. Komputerowa technika pomiarowa - oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Świsulski D., Agenda Wydawnicza PAK (Pomiary-Automatyka-Kontrola), Warszawa, 2005

<b>Literatura uzupełniająca:</b>		
1. Laboratorium przetworników pomiarowych, Ratyńska J., Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom, 2011		
2. Współczesny oscyloskop - budowa i pomiary, Kamieniecki A., Wydawnictwo BTC, Legionowo, 2009		
3. Pomiary oscyloskopowe, Rydzewski J., WNT, Warszawa, 2007		
<b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b>		
<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>	
1. udział w wykładach	12	
2. udział w zajęciach laboratoryjnych	16	
3. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, w tym do dwóch kolokwii	16	
4. dokończenie (w ramach pracy własnej) sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	16	
5. udział w konsultacjach (mogą być realizowane drogą elektroniczną) związanych z realizacją procesu kształcenia	2	
6. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 60 stron	6	
7. przygotowanie do zaliczenia wykładów /testu	6	
8. omówienie wyników testu	1	
<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	75	3
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	31	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	32	2