

Podstawy Metrologii

Tematy Ćwiczeń:

1. **1.Przeliczanie wartości wybranych wielkości wyrażanych za pomocą jednostek z różnych układów jednostek miar.**
2. **2.Sprawdzanie suwmiarek.**
3. **3.Sprawdzanie mikromierzy.**
4. **4.Sprawdzanie czujników zegarowych.**
5. **5.Wymiarowanie i pasowania części typu wałek i tuleja.**
6. **6.Wymiarowanie kątów, stożków i gwintów.**
7. **7.Wymiarowanie zarysów krzywoliniowych.**
8. **8.Wyznaczanie czasu ustalania czujnika temperatury jako elementu inercyjnego.**
9. **9.Pomiary prędkości obrotowej części maszyn – wpływ pozycjonowania magnetaindukcyjnego czujnika reluktancyjnego względem impulsatora na wartość pomiaru.**
10. **10.Wykorzystanie przyrządów analogowych do pomiarów w obwodach elektrycznych.**
11. **11.Pomiar temperatury przy pomocy przyrządów elektronicznych.**
12. **12.Pomiary siły, momentu siły i ciśnienia przy pomocy przyrządów elektronicznych.**
13. **13.Wykorzystanie oscyloskopu do obserwacji przebiegów sygnałów elektrycznych i pomiarów napięć.**
14. **14.Wyznaczenie charakterystyki przetwornika analogowo-cyfrowego.**
15. **15.Legalizacja przyrządów pomiarowych przez Obwodowy Urząd Miar.**

Treść Ćwiczeń

1. **1.Przeliczanie wartości wybranych wielkości wyrażanych za pomocą jednostek z różnych układów jednostek miar.**

Cel: opanowanie praktycznego przeliczania wartości zadanych wielkości fizycznych wyrażonych w układach SI, CGS, ciężarowym, anglosaskich masowych i anglosaskich ciężarowych.

Wymagana wiedza studenta: znajomość jednostek układu SI.

Wyposażenie stanowiska: tabele przeliczeniowe jednostek miar.

Przebieg ćwiczenia. Student mając do dyspozycji tabele przeliczeniowe jednostek miar ma wyznaczyć wartości zadanych wielkości mechanicznych i cieplnych w różnych układach jednostek miar.

1. 2.Sprawdzanie suwmiarek.

Cel: poznanie zasad wykorzystywania i oceny suwmiarek, nauczanie się posługiwania suwmiarkami i materialnymi wzorcami długości, chropowatości i płaskości.

Wyposażenie stanowiska: zestaw suwmiarek analogowych, cyfrowych i zegarowych, mikromierz, wzorce chropowatości, płytki wzorcowe, lupa, liniał krawędziowy, wzorce łuków, szklany blat, materiały techniczne (szmaty, denaturat, wazelina techniczna).

Przebieg ćwiczenia. Student identyfikuje suwmiarkę (określa jej producenta, oznaczenia, zakres pomiarowy i rozdzielczość) oraz sprawdza jej wartość użytkową (kompletność, czytelność skal i wskazań, ogólny stan (wygląd, odkształcenia, korozję, ubytki, łatwość ruchu i pewność blokowania, namagnesowanie). Następnie korzystając z innych elementów wyposażenia stanowiska student sprawdza jakość pomiarów uzyskiwanych za pomocą badanej suwmiarki (prostoliniowość, równoległość i prostopadłość odpowiednich krawędzi, płaskość i

chropowatość powierzchni oraz dopuszczalne błędy pomiarowe).

1. 3.Sprawdzanie mikromierzy.

Cel: poznanie zasad wykorzystywania i oceny mikromierzy, nauczanie się posługiwania mikromierzami i materialnymi wzorcami długości, chropowatości i płaskości.

Wyposażenie stanowiska: zestaw mikromierzy zewnętrznych i wewnętrznych, średnicówek głębokościomierzy i do gwintów, wzorce chropowatości, płytki wzorcowe, lupa, liniał krawędziowy, waga, szklany blat, materiały techniczne (szmaty, denaturat, wazelina techniczna).

Przebieg ćwiczenia. Student identyfikuje mikromierz (określa jego producenta, oznaczenia, zakres pomiarowy i rozdzielczość) oraz sprawdza jego wartość użytkową (kompletność, czytelność skal i wskazań, ogólny stan (wygląd, odkształcenia, korozję, ubytki, łatwość ruchu i pewność blokowania, namagnesowanie). Następnie korzystając z innych elementów wyposażenia stanowiska student sprawdza jakość pomiarów uzyskiwanych za pomocą badanego mikromierza (prostoliniowość, równoległość i prostopadłość odpowiednich krawędzi, płaskość i chropowatość powierzchni oraz dopuszczalne błędy pomiarowe).

1. 4.Sprawdzanie czujników zegarowych.

Cel: poznanie zasad wykorzystywania i oceny czujników zegarowych, nauczanie się posługiwania czujnikami zegarowymi i materialnymi wzorcami długości, chropowatości i płaskości.

Wyposażenie stanowiska: zestaw czujników zegarowych, wzorce chropowatości, płytki wzorcowe, lupa, waga, szklany blat, materiały techniczne (szmaty, denaturat, wazelina techniczna).

Przebieg ćwiczenia. Student identyfikuje czujnik zegarowy (określa jego producenta, oznaczenia, zakres pomiarowy i rozdzielczość) oraz sprawdza jego wartość użytkową (kompletność, czytelność skal i wskazań, ogólny stan (wygląd, odkształcenia, korozję, ubytki, łatwość ruchu i pewność blokowania, namagnesowanie, stan szkiełka i wskazówek). Następnie korzystając z innych elementów wyposażenia stanowiska student sprawdza jakość pomiarów uzyskiwanych za pomocą badanego czujnika zegarowego (prostoliniowość, równoległość i prostokątność odpowiednich krawędzi, płaskość i chropowatość powierzchni oraz histerezę, powtarzalność i dopuszczalne błędy pomiarowe).

1. 5.Wymiarowanie i pasowania części typu wałek i tuleja.

Cel: poznanie zasad użytkowania przyrządów pomiarowych do wymiarowania długości i średnic oraz korzystania z dokumentacji konstrukcyjnej; wykształcenie umiejętności wykonywania pomiarów warsztatowych.

Wymagana wiedza studenta: umiejętność posługiwania się przyrządami do pomiarów wymiarów.

Wyposażenie stanowiska: zestaw przyrządów pomiarowych, wałek i tuleja, rysunek techniczny.

Przebieg ćwiczenia. Student opisuje geometrię (w tym pasowanie, tolerancje i chropowatość) zadanych elementów oraz technologię ich obróbki.

1. 6.Wymiarowanie kątów, stożków i gwintów.

Cel: poznanie zasad użytkowania przyrządów pomiarowych do wymiarowania kątów, szczególnie stożków i gwintów oraz korzystania z dokumentacji konstrukcyjnej; wykształcenie

umiejętności wykonywania pomiarów warsztatowych.

Wymagana wiedza studenta: umiejętność posługiwania się przyrządami do pomiarów wymiarów.

Wyposażenie stanowiska: zestaw przyrządów pomiarowych, wzorce gwintów, zestaw wzorców kątów płaskich, śruby i wkręty, pasek klinowy, rysunek techniczny.

Przebieg ćwiczenia. Student opisuje rodzaj, zarys, tolerancje i samohamowność zadanego gwintu oraz kąt zadanego paska klinowego.

1. 7.Wymiarowanie zarysów krzywoliniowych.

Cel: poznanie zasad użytkowania przyrządów pomiarowych do wymiarowania kół zębatach oraz korzystania z dokumentacji konstrukcyjnej; wykształcenie umiejętności wykonywania pomiarów warsztatowych.

Wymagana wiedza studenta: umiejętność posługiwania się przyrządami do pomiarów wymiarów.

Wyposażenie stanowiska: zestaw przyrządów pomiarowych, koła zębata, rysunek techniczny.

Przebieg ćwiczenia. Student opisuje parametry uzębienia zadanego koła zębatego (liczbę zębów, moduł uzębienia, współczynnik korekcji, współczynnik wysokości, średnicę głów i wysokość zębów, szerokość wieńca zębatego, odległość osi współpracujących kół zębatach).

1. 8. Wyznaczanie czasu ustalania czujnika temperatury jako elementu inercyjnego.

Cel: wykonanie rzeczywistej charakterystyki członu dynamicznego i wyznaczenie wartości wielkości go charakteryzujących.

Wymagana wiedza studenta: znajomość charakterystyk i parametrów członów inercyjnych.

Wyposażenie stanowiska: termopara, czujnik rezystancyjny, np. Pt100, termistor, miernik uniwersalny (omomierz i woltomierz), grzałka, lód, naczynia z wodą.

Uwagi na temat bezpieczeństwa: zachowywać szczególną ostrożność przy utrzymywaniu czujników temperatury w naczyniu z wrzątkiem.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji zestaw różnych elektrycznych czujników temperatury, różniących się wymiarami (pojemnością cieplną) i konstrukcją (zasadą działania) oraz dwa naczynia z wodą: w jednym znajduje się woda z pływającymi kawałkami lodu (o temperaturze ok. 0 °C), w drugim wrzątek (o temperaturze ok. 100°C). Wartości sygnału wyjściowego z czujnika są zobrazowywane na wyświetlaczu stosowanego miernika uniwersalnego. Zadaniem studenta jest obserwacja wartości sygnału wyjściowego z czujnika po przełożeniu go (w najkrótszym możliwym czasie) z jednego naczynia w drugie (i z powrotem), trwająca od chwili zanurzenia do ustalenia się wartości obserwowanej wielkości (przełożenie czujnika z naczynia do naczynia odbywa się po ustaleniu wartości sygnału wyjściowego). W efekcie student powinien wykreślić wykres obserwowanej wielkości w funkcji czasu. Na jego podstawie należy określić transmitancyjny charakter toru pomiarowego (czujnika, przewodów i miernika) i wyznaczyć wartości odpowiednich parametrów go charakteryzujących.

1. 9. Pomiary prędkości obrotowej części maszyn – wpływ pozycjonowania magnetaindukcyjnego czujnika reluktancyjnego względem impulsatora na wartość pomiaru.

Cel: wyznaczenie zależności między sygnałem generowanym w magnetoindukcyjnym czujniku reluktancyjnym od jego położenia względem obracającego się impulsatora.

Wymagana wiedza studenta: znajomość parametrów sygnałów sinusoidalnych.

Wyposażenie stanowiska: stanowisko do badania magnetoindukcyjnych czujników reluktancyjnych (czujnik i elektrycznie napędzane impulsatory, oscyloskop – komputerowy zestaw Unitr@in), podkładki regulacyjne, narzędzia.

Uwagi na temat bezpieczeństwa: zachowywać szczególną ostrożność przy utrzymywaniu podwyższonych prędkości obrotowych impulsatora; zmiany położenia czujnika reluktancyjnego wykonywać tylko przy zatrzymanym impulsatorze.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji stanowisko złożone z magnetoindukcyjnego czujnika reluktancyjnego współpracującego z impulsatorem – kołem zębatym. Stanowisko to pozwala na regulację odległości między czołem czujnika a osią oraz płaszczyzną obrotu impulsatora. Zadaniem studenta jest obserwacja wartości (tu: amplitudy) sygnału wyjściowego z czujnika na ekranie oscyloskopu pomiarowego dla zadanej prędkości obrotowej impulsatora (ustalonej na poziomie osiągalnej wartości maksymalnej oraz jej $2/3$ i $1/3$) oraz dla zadanych położzeń czoła czujnika względem wieńca zębatego impulsatora (ustalonych za pomocą podkładek regulacyjnych). W efekcie student powinien wykreślić wykresy obserwowanej amplitudy sygnału z czujnika w funkcji:

- odległości czoła czujnika od osi obrotu i prędkości obrotowej

- odległości czoła czujnika od płaszczyzny obrotu i prędkości obrotowej impulsatora.

1. 10. Wykorzystanie przyrządów analogowych do pomiarów w obwodach elektrycznych.

Cel: poznanie działania i sposobu wykorzystania miernika magnetoelektrycznego i elektromagnetycznego do pomiarów napięć i prądów stałych i przemiennych o różnych częstotliwościach oraz sposobu wykorzystania watomierza do pomiaru mocy elektrycznej w obwodach RLC prądu stałego i przemiennego.

Wymagana wiedza studenta: znajomość podstawowych pojęć elektryczności (prąd stały, prąd zmienny, napięcie, natężenie prądu, moc prądu, praca prądu, rezystancja, pojemność, indukcyjność), znajomość parametrów sygnałów sinusoidalnych.

Wyposażenie stanowiska: stanowisko do wykonywania pomiarów w obwodach prądu stałego i przemiennego (miernik magnetoelektryczny, miernik elektromagnetyczny, watomierz, regulowane źródło stałonapięciowe, generator sygnałów sinusoidalnych, oscyloskop dwukanałowy, zestaw oporników, kondensatorów i cewek, przewody elektryczne – komputerowy zestaw Unitr@in).

Uwagi na temat bezpieczeństwa: zachowywać szczególną ostrożność przy budowaniu obwodów elektrycznych; źródło energii elektrycznej podłączać zawsze dopiero po zbudowaniu obwodu i odłączać od obwodu jako pierwsze.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji stanowisko dydaktyczne złożone ze specjalnego stendu do pomiarów elektrycznych oraz odpowiednio oprogramowanego komputera. Zadaniem studenta jest budowa różnych obwodów elektrycznych zgodnie z instrukcją wyświetlaną na monitorze komputera i wykonywanie zadanych pomiarów. W efekcie student powinien wykreślić wykresy obserwowanych zmienności rejestrowanych napięć i prądów dla różnych źródeł napięciowych oraz odpowiedzieć na pytania dotyczące sposobu wykonywania pomiarów i uzyskanych wyników.

Wykonywać polecenia zawarte w instrukcji do ćwiczenia wyświetlane na ekranie komputerowego zestawu Unitr@in.

1. 11. Pomiar temperatury przy pomocy przyrządów elektronicznych.

Cel: poznanie działania i sposobu wykorzystania czujników temperatury jako elementów zamieniających wielkość nieelektryczną (temperaturę) na wielkości elektryczne; nauczanie posługiwania się czujnikami temperatury w mostkach elektrycznych.

Wymagana wiedza studenta: znajomość podstawowych zjawisk fizycznych związanych ze stanem cieplnym (zmiany wymiarów liniowych i rezystancji), znajomość budowy układów mostkowych.

Wyposażenie stanowiska: stanowisko do wykonywania pomiarów temperatury (czujniki rezystancyjne NTC, PTC i KTY i termopara J-TC, układ elektryczny mostka rezystancyjnego, uniwersalny wzmacniacz mocy, regulowane źródło stałoprądowe, przewody elektryczne – komputerowy zestaw Unitr@in).

Uwagi na temat bezpieczeństwa: zachowywać szczególną ostrożność – w układzie pomiarowym temperatury znajduje się nieosłonięty element grzejny, którego temperatura może osiągać 80 °C; źródło energii elektrycznej podłączać zawsze dopiero po zbudowaniu obwodu i odłączać od obwodu jako pierwsze.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji stanowisko dydaktyczne złożone ze specjalnego stendu do pomiaru temperatury oraz odpowiednio oprogramowanego komputera. Zadaniem studenta jest budowa różnych obwodów elektrycznych układu pomiarowego (mostków zawierających czujniki) zgodnie z instrukcją wyświetlaną na monitorze komputera i wykonywanie zadanych pomiarów. W efekcie student powinien wykreślić wykresy obserwowanych charakterystyk temperaturowych stosowanych czujników oraz odpowiedzieć na pytania dotyczące sposobu wykonywania pomiarów i uzyskanych wyników.

Wykonywać polecenia zawarte w instrukcji do ćwiczenia wyświetlane na ekranie komputerowego zestawu Unitr@in.

1. 12. Pomiary siły, momentu siły i ciśnienia przy pomocy przyrządów elektronicznych.

Cel: poznanie działania i sposobu wykorzystania tensometrycznych i piezoelektrycznych czujników siły i ciśnienia jako elementów zamieniających wielkość nieelektryczną (siłę i ciśnienie) na wielkości elektryczne; nauczanie posługiwania się czujnikami siły i ciśnienia (względego i bezwzględnego) w mostkach elektrycznych.

Wymagana wiedza studenta: znajomość podstawowych zjawisk fizycznych związanych z obecnością sił w stanie statycznym (powstawanie naprężeń i zniekształceń kształtów ciał, prosty i odwrotny efekt piezoelektryczny), znajomość pojęć i jednostek związanych z ciśnieniem gazów (prężność gazu, ciśnienie absolutne, nad- i podciśnienie, jednostki masowe i ciężarowe metryczne i anglosaskie), znajomość budowy układów mostkowych.

Wyposażenie stanowiska: stanowisko do wykonywania pomiarów siły (ciężaru) i momentu siły (tensometry, mechaniczne układy dźwigniowe, zestaw ciężarków o różnych masach, układ elektryczny mostka rezystancyjnego, piezoelektryczne czujniki ciśnienia absolutnego i względnego, pompka do symulowania ciśnień, uniwersalny wzmacniacz mocy, regulowane źródło stałonapięciowe, przewody elektryczne – komputerowy zestaw Unitr@in).

Uwagi na temat bezpieczeństwa: źródło energii elektrycznej podłączać zawsze dopiero po zbudowaniu obwodu i odłączać od obwodu jako pierwsze.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji stanowisko dydaktyczne złożone ze specjalnego stendu do pomiaru siły, momentu siły, ciśnienia absolutnego i ciśnienia

względnego oraz odpowiednio oprogramowanego komputera. Zadaniem studenta jest budowa różnych obwodów elektrycznych układu pomiarowego (mostków zawierających tensometry i układów zawierających element piezoelektryczny) zgodnie z instrukcją wyświetlaną na monitorze komputera i wykonywanie zadanych pomiarów. W efekcie student powinien wykreślić wykresy obserwowanych charakterystyk stosowanych czujników oraz odpowiedzieć na pytania dotyczące sposobu wykonywania pomiarów i uzyskanych wyników.

Wykonywać polecenia zawarte w instrukcji do ćwiczenia wyświetlane na ekranie komputerowego zestawu Unitr@in.

1. 13. Wykorzystanie oscyloskopu do obserwacji przebiegów sygnałów elektrycznych i pomiarów napięć.

Cel: poznanie działania i sposobu wykorzystania oscyloskopu; nauczanie posługiwania się oscyloskopem do obserwacji przebiegów sygnałów elektrycznych i do pomiarów napięć.

Wymagana wiedza studenta: znajomość podstawowych parametrów przebiegów sinusoidalnych, piłokształtnych i prostokątnych (amplituda, wartość międzyszczytowa, częstotliwość, współczynnik wypełnienia).

Wyposażenie stanowiska: analogowy generator sygnałów, oscyloskop, stanowisko do generowania i badania sygnałów (komputerowy zestaw Unitr@in).

Uwagi na temat bezpieczeństwa: źródło energii elektrycznej podłączać zawsze dopiero po zbudowaniu obwodu i odłączać od obwodu jako pierwsze.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji stanowisko dydaktyczne złożone z dwóch generatorów (jednego samodzielnego, drugiego jako części zestawu Unitr@in) i dwóch oscyloskopów (jednego samodzielnego, drugiego jako części zestawu Unitr@in).

[tr@in\).](#)

Zadaniem studenta jest otrzymanie na ekranach obu oscyloskopów prawidłowych postaci przebiegów czasowych badanych sygnałów o różnych postaciach (zmiana rodzaju, amplitudy i częstotliwości sygnału) pochodzących z obu generatorów, poprzez odpowiednie nastawy podstawy czasu i skali napięcia. W efekcie student powinien wykreślić wykresy obserwowanych przebiegów czasowych badanych sygnałów oraz na ich podstawie określić amplitudy i częstotliwości tych sygnałów.

Korzystając z oscyloskopu cyfrowego DS1000, generatora sygnałów sinusoidalnych, prostokątnych i piłokształtnych G432 i zestawu [Unitr@in](#) wykonać wykresy przebiegów tych sygnałów obserwowane na ekranie oscyloskopu:

1. 14. Wyznaczenie charakterystyki przetwornika analogowo-cyfrowego.

Cel: poznanie działania (kwantowania i kodowania analogowych wartości napięcia) przetwornika analogowo-cyfrowego.

Wymagana wiedza studenta: znajomość teoretycznej funkcji przetwarzania n -bitowego przetwornika binarnego.

Wyposażenie stanowiska: regulowane źródło napięcia stałego, 8-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy, przetwornik cyfrowo-analogowy sterujący wyświetlaczem 8-diodowym, miernik uniwersalny, przewody elektryczne.

Uwagi na temat bezpieczeństwa: źródło energii elektrycznej podłączać zawsze dopiero po zbudowaniu obwodu i odłączać od obwodu jako pierwsze.

Przebieg ćwiczenia. Student ma do dyspozycji 8-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy i układ wyświetlający binarnie kody wartości mierzonego napięcia. Zadaniem studenta jest

określenie, poprzez zmianę nastaw potencjometru, progowych wartości napięć określających przedziały kwantowania badanego przetwornika w całym zakresie zmienności przetwarzanego napięcia. W efekcie student powinien porównać otrzymaną funkcję przetwarzania z funkcją teoretyczną i ocenić jakość badanego przetwornika analogowo-cyfrowego.

Korzystając z zestawionego toru pomiarowego wyznaczyć wartości progowe poziomów kwantowania badanego przetwornika przy przetwarzaniu napięcia stałego w zakresie od 0 do +5V:

1. 15. Legalizacja przyrządów pomiarowych przez Obwodowy Urząd Miar.

Cel: poznanie celów działania i zasadę funkcjonowania urzędów miar.

Wymagana wiedza studenta: znajomość zagadnień metrologii prawnej w Polsce.

Forma zajęć: wycieczka do siedziby Obwodowego Urzędu Miar w Olsztynie i spotkania z pracownikami Urzędu.

Uwagi na temat bezpieczeństwa: ściśle podporządkować się poleceniom pracowników Urzędu.

Przebieg ćwiczenia. Student poznaje zakres zadań Urzędu, jego strukturę, wyposażenie pracowni i obowiązki pracowników w zakresie określonym przez Dyrektora Urzędu.

Przebieg ćwiczenia. Student identyfikuje mikromierz (określa jego producenta, oznaczenia, zakres pomiarowy i rozdzielczość) oraz sprawdza jego wartość użytkową (kompletność, czytelność skal i wskazań, ogólny stan (wygląd, odkształcenia, korozję, ubytki, łatwość ruchu i pewność blokowania, namagnesowanie). Następnie korzystając z innych elementów wyposażenia stanowiska student sprawdza jakość pomiarów uzyskiwanych za pomocą badanego mikromierza (prostoliniowość, równoległość i prostopadłość odpowiednich krawędzi, płaskość i chropowatość powierzchni oraz dopuszczalne błędy pomiarowe).