

II NARADA KATEDR MIERNICTWA

Wydziałów: Elektrycznych, Elektronicznych i Automatyki
(Wisła, wrzesień 1967 r.)

TREŚĆ NARADY

1. Edmund Romer - Wstęp
2. Referaty i komunikaty z prac naukowych prowadzonych w katedrach.
 - 2.1. Józef Czajkowski - Wpływ pomiarowej linii trójżyłowej na dokładność pomiarów tensometrycznych.
 - 2.2. Jerzy Frązek - Iskrobezpieczny układ stabilizowanego zasilacza analizatora wodoru.
 - 2.3. Janusz Jaworski - Teoria pewnej klasy przetworników pomiarowych.
 - 2.4. Zygmunt Kuźmirek - Metoda bezpośredniego pomiaru stopnia odkształcenia krzywych napięcia i prądu w układach elektroenergetycznych.
 - 2.5. Eligiusz Pasecki - Telewizyjne układy pomiarowe wielkości geometrycznych.
 - 2.6. Roman Rymaszewski - Analiza problemów polowych metody osteropunktowej przy użyciu potencjału zespolonego.
 - 2.7. Danuta Turzeniecka - Elektrochemiczny ozujnik ciśnieniowy.
 - 2.8. Andrzej Zborucki - Próba utworzenia krajowego systemu wzorców pojemności.
3. Referaty o charakterze ogólnym i dydaktycznym.
 - 3.1. J. Obalski - Uwagi o nauczaniu metrologii.
 - 3.2. Jarosław Gąszozak - Problematyka zajęć laboratoryjnych w pracowni pomiarów wielkości nieelektrycznych.
4. Edmund Romer - Streszczenie dyskusji końcowej i wniosków.

EDMUND ROMER

Katedra Miernictwa Przemysłowego
Politechniki Śląskiej

W s t ę p

W dniach od 19 do 22 września 1967 r. odbyła się w Wiśle w Domu Energetyka II NARADA KATEDR MIERNICTWA WYDZIAŁÓW ELEKTRYCZNYCH, ELEKTRONICZNYCH I AUTOMATYKI - zorganizowana przez Katedry Miernictwa Elektrycznego (Wydział Elektryczny) oraz Miernictwa Przemysłowego (Wydział Automatyki) Politechniki Śląskiej, zgodnie z postanowieniami powziętymi na I Naradzie Katedr Miernictwa Elektrycznego, zorganizowanej w Szczecinie przez Katedrę Miernictwa Elektrycznego Politechniki Szczecińskiej w 1966 roku.

Program narady obejmował:

- 18.IX. - zjazd, wspólna kolacja w Domu Energetyka
- 19.IX. - referaty i dyskusja
- 20.IX. - zwiedzanie laboratoriów Katedr Miernictwa Elektrycznego i Przemysłowego Politechniki Śląskiej
- 21.IX. - referaty, dyskusja końcowa, wnioski
- 22.IX. - wycieczka autokarem po Beskidzie Śląskim

W naradzie wzięli udział pracownicy następujących katedr:

1. Katedra Miernictwa Elektrycznego Politechniki Gdańskiej
doc. dr Alojzy Spichalski i doc. dr Jerzy Sawioki
2. Katedra Maszyn i Miernictwa Elektrycznego AGH w Krakowie
doc. dr Tomasz Słuszkiewicz, dr inż. Jerzy Lasooki,
mgr inż. Józef Czajkowski i mgr inż. Piotr Krzyworzeka.
3. Katedra Miernictwa Elektrycznego Politechniki Łódzkiej
dr inż. Zygmunt Kuśmierk
4. Katedra Miernictwa Elektrycznego Politechniki Poznańskiej
mgr inż. Danuta Turzeniecka
5. Katedra Automatyki i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Poznańskiej
dr inż. Jarosław Gąszożak
6. Katedra Miernictwa Elektrycznego Politechniki Szczecińskiej
dr inż. Andrzej Podemski
7. Katedra Metrologii Energetycznej Politechniki Warszawskiej
prof. dr inż. Jan Obalski

8. Katedra Mierniotwa Elektrycznego Politechniki Warszawskiej
mgr inż. Janusz Jaworski, mgr inż. Jerzy Konopa
9. Katedra Mierniotwa Elektroniznego Politechniki Wrocławskiej
prof. dr Andrzej Jellonek, doc. dr Zdzisław Karkowski,
mgr inż. Roman Rymaszcwski, mgr inż. Andrzej Zboruoki
10. Katedra Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej
dr inż. Ryszard Gotszalk, dr inż. Kazimierz Morawski
11. Laboratorium Pomiarów Elektrycznych WSI w Rzeszowie
mgr inż. Jan Dyszyński
12. Katedra Mierniotwa Elektrycznego Politechniki Śląskiej
doc. inż. Mieczysław Pluciński, doc. dr Zygmunt Nowomiejski
(Katedra Elektrotechniki Teoretycznej)
dr inż. Ryszard Hagel, dr inż. Konstanty Bielański,
dr inż. Andrzej Maroyniuk, mgr inż. Andrzej Lebiezki,
mgr inż. Eligiusz Pasecki, mgr inż. Brunon Szadkowski
13. Katedra Mierniotwa Przemysłowego Politechniki Śląskiej
prof. Edmund Romer, dr inż. Janusz Piotrowski,
mgr inż. Jerzy Fraocek, mgr inż. Stanisław Kopacz,
mgr inż. Józef Wejchonię (Zakład Doświadczalny Optyki i
Mechaniki Precyzyjnej)

Ogólny kierunek narady ustalono zgodnie z doświadczeniami i dyskusją przeprowadzoną w Szozecinie (wrzesień 1966). Poszczególne posiedzenia robocze poświęcone były referatom o pokrewnej tematyce oraz dyskusji. Wnioski z narady ujęto w końcowej dyskusji i podsumowaniu, na co poświęcono także popołudniowe spotkanie trzeciego dnia narady.

Organizatorzy narady:

prof. Edmund Romer, doc. Mieczysław Pluciński

U w a g a: W treści sprawozdania brak notatki mgr inż. Józefa Wejchonię, kierownika ZDOIMP, z referatu "Niektóre zagadnienia z produkcji oporników".

JÓZEF CZAJKOWSKI
Zakład Pomiarów Elektrycznych AGH

WPLYW POMIAROWEJ LINII TRÓJŻYŁOWEJ
NA DOKŁADNOŚĆ POMIARÓW TENSOMETRYCZNYCH
(Streszczenie referatu)

Przedmiotem opracowania jest układ przedstawiony na rys. 1, stosowany do tensometrycznego pomiaru naprężeń, pracujący z modulowaną amplitudowo częstotliwością nośną. Celem pełniejszego niż obecnie spotykane w literaturze obliczenia wpływu trójżyłowej linii długiej (l, rys. 1) na błąd amplitudy i przesunięcie fazowe uwzględniono następujące parametry linii: rezystancję (R), konduktancję (G), indukcyjność (L) oraz pojemność (C).

Opracowano podstawowe równania spadku napięć oraz przesunięć fazowych (opóźnień) zachodzących w linii, a następnie rozwiązano uzyskane równania różniczkowe, dochodząc ostatecznie do następujących wyrażeń na uchyb amplitudy spowodowany obecnością linii:

$$\delta [\%] = \left[\frac{1}{(\operatorname{ch} \gamma_1 l + \frac{Z_{o1}}{2R_E} \operatorname{sh} \gamma_1 l)(\operatorname{ch} \gamma_2 l + \frac{R_E}{2C_2} \operatorname{sh} \gamma_2 l)} - 1 \right] \cdot 100\%$$

Oznaczą tu:

$$Z_{o1} = \sqrt{\frac{2Z}{Y + \frac{1}{2} Y_1}}$$

$$Z_{o2} = \sqrt{\frac{Z_2 + \frac{1}{2} Z}{2 Y_1}}$$

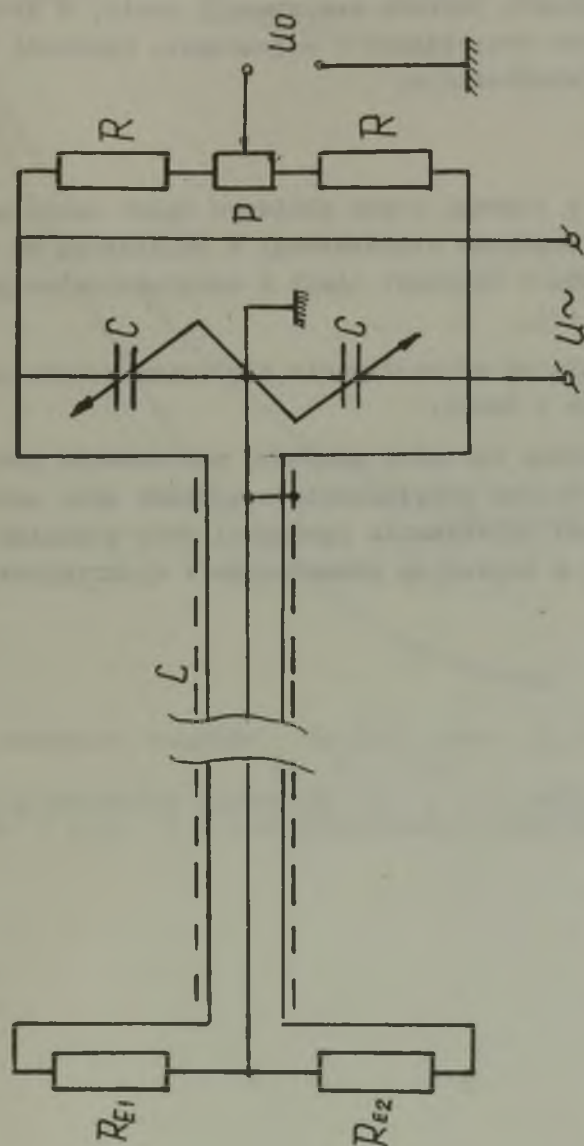
$$\gamma_1 = \sqrt{2Z \left(Y + \frac{1}{2} Y_1 \right)}$$

$$\gamma_2 = \sqrt{\left(Z_2 + \frac{1}{2} Z \right) (2Y_1)}$$

oraz:

$Z = R + sL$ - impedancja podłużna jednostkowa przewodu linii,

$Y = G + sC$ - admitancja poprzeczna jednostkowa pomiędzy dwoma przewodami linii.



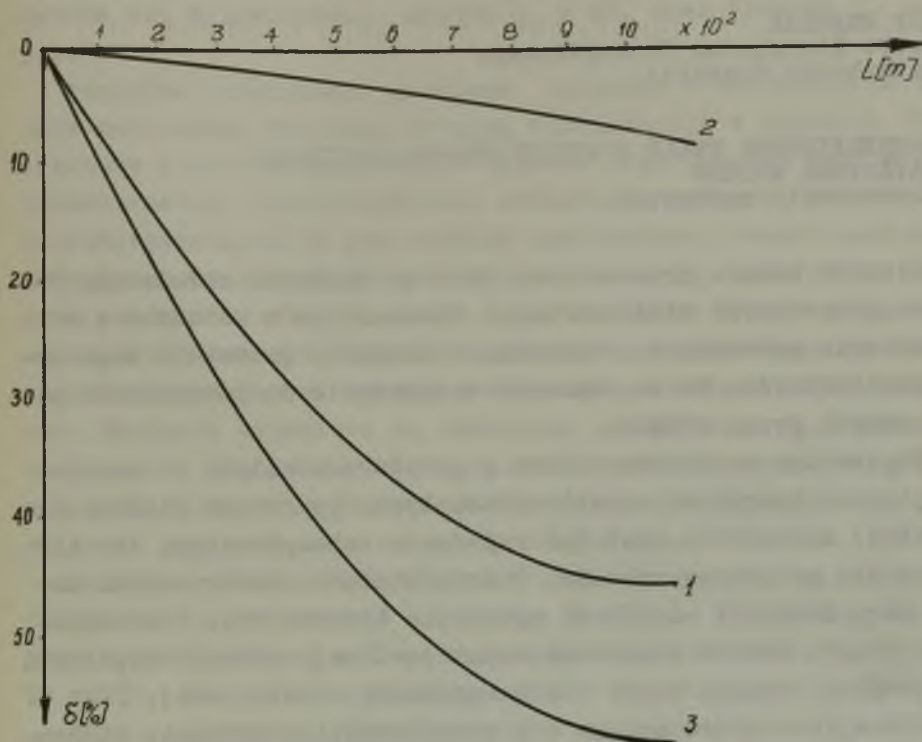
Rys. 1. Układ połączeń czojników z wejściem aparatury

Oznaczenia: 1 - linia pomiarowa, R - czojniki pomiarowe, R - oporniki tworzące pozostale dwie gałęzie mostka, U - napięcie zasilające, U_0 - napięcie nierównowagi mostka

Przy pomocy uzyskanego wzoru obliczono błędy dla ozujnika o rezystancji 110Ω i dla linii o długości do 100 m. Wyniki przedstawia krzywa 3 na rys. 2, natomiast krzywa 1 przedstawia błąd przy uwzględnieniu jedynie rezystancji linii, a krzywa 2 - przy uwzględnieniu rezystancji i pojemności. Zgodność wyników sprawdzono doświadczalnie.

W n i o s k i

1. Uzyskano wzór, z którego można obliczyć wpływ kabla na amplitudę i fazę napięcia nierównowagi w zależności od rezystancji ozujników i długości linii z uwzględnieniem parametrów R , L , G i C .
2. Metoda ta pozwala na sformułowanie kryterium doboru parametrów ozujników i linii.
3. W celu zmniejszenia wartości uchybów, wzorowanie powinno się odbywać w miejscu przyłączenia ozujników oraz powinna istnieć możliwość uzyskiwania zgodności fazy pomiędzy napięciem sygnału a napięciem prowadzącym w dyskryminatorze fazy.



Rys. 2. Zależność uchybów $\delta = f(l)$ przy rezystancji czujnika $R = 110 \Omega$

1 - z uwzględnieniem parametru R, 2 - z uwzględnieniem parametru R i C, 3 - z uwzględnieniem parametru R, G, L i C

JERZY FRACZEK
Katedra Miernictwa Przemysłowego
Politechniki Śląskiej

ISKROBEZPIECZNY UKŁAD STABILIZOWANEGO ZASILACZA
ANALIZATORA WODORU
(Streszczenie referatu)

Analizator wodoru przeznaczony jest do kontroli ochłodzenia wodorem generatorów wielkich mocy. Wykonano go w Katedrze w celu stworzenia podstawy do rozpoczęcia krajowej produkcji tego typu analizatorów. Ma on stanowić wyposażenie do generatorów produkowanych przez DOIMEL.

Mieszanina wybuchowa wodoru z powietrzem należy do najmniejbezpieczniejszych mieszanek wybuchowych. Aparatura elektryczna w takiej atmosferze musi być należycie zabezpieczona, aby nie stała się przyczyną wybuchu. W urządzeniach elektrycznych małej mocy istnieje możliwość wykonania obwodów tzw. "iskrobezpiecznych". Budowa iskrobezpieczna jest najbardziej bezpieczną ze znanych obecnie typów budów aparatury elektrycznej. Stan iskrobezpieczeństwa osiąga się przez właściwe dobranie elementów obwodów oraz parametrów pracy (R, L, C, U, I). Układ jest wówczas iskrobezpieczny, gdy w najniekorzystniejszych warunkach awaryjnych mogące powstać iskrzenie nie spowoduje zapalenia mieszaniny wybuchowej. Układ jest scharakteryzowany prawdopodobieństwem zapalenia. I tak w stanie normalnej pracy winno ono wynosić 10^{-8} , zaś w stanie awaryjnym 10^{-4} .

Analizator wodoru wykonano w wersji iskrobezpiecznej. Z uwagi na własności iskrobezpieczne najpoważniejszym problemem było wykonanie zasilacza prądu stałego na napięciu do 7V. Zasilacz musiał odznaczać się dobrymi własnościami stabilizacyjnymi, gdyż wpływ zmiany napięcia zasilającego analizator na ozułość analizatora jest znaczny. Wymagana była stałość napięcia wyjściowego zasilacza ze zmianą temperatury otoczenia. Dla spełnienia wymagań stawianych obwodom iskrobezpiecznym należało przewidzieć dwa wyjścia zasilacza o napięciu ok. 7 V każde,

które zasilają będą dwa oddzielne mostki pomiarowe analizatora (dwa mostki wynikają z faktu, że analizator posiada zakresy: $0 \div 100\%$ CO_2 w powietrzu, $0 \div 100\%$ H_2 w CO_2 oraz $100-80\%$ H_2 w pow.).

Pomyślnie rozwiązanie problemu uzyskano w następującym układzie zasilacza: Wykonano wstępną stabilizację w układzie stabilizatora ferro-rezonansowego. Wyjście tego stopnia zasilają dwa transformatory iskrobezpieczne stanowiące początki obwodów iskrobezpiecznych do dwu mostków analizatora. Transformatory iskrobezpieczne zasilają powielacze napięcia, na wyjściu których podłączono stabilizatory w postaci diod Zenera połączonych szeregowo z oporami manganinowymi. Opory manganinowe są elementami ograniczającymi prądy zwarcia przy zwarciu wyjść zasilacza. Napięcia wyjściowe są określone parametrami diod Zenera. Aby uzyskać własności iskrobezpieczne należało zalać w epidiamie następujące elementy: transformatory iskrobezpieczne, powielacze napięcia oraz opory ograniczające.

Zasilacz przeszedł badania na iskrobezpieczeństwo w Kopalni Doświadczalnej "Barbara" Głównego Instytutu Górniczego. Uzyskał znak dopuszczenia z całym układem analizatora: Ex-III, I-G- H_2 Nr 10/66, dla parametrów wyjściowych: dwa wyjścia 7,3 V; 130 mA.

Pracę zgłoszono w Urzędzie Patentowym PRL.

JANUSZ JAWORSKI
Katedra Miernictwa Elektrycznego
Politechniki Warszawskiej

TEORIA PEWNEJ KLASY PRZETWORNIKÓW POMIAROWYCH
(Streszczenie referatu)

Praca jest próbą sformułowania ogólnej teorii przetworników pomiarowych o działaniu dającym się opisać w sposób obwodowy, taki jak w teorii obwodów elektrycznych.

Autor formułuje najpierw uogólnioną teorię obwodów opartą na czterech aksjomatach:

- zasadzie zachowania energii,
- liniowości równań więzów i możliwości przyporządkowania im grafu płaskiego,
- zasadzie najmniejszego działania,
- zasadzie najmniejszej dyssypacji.

Działanie dowolnego układu fizycznego spełniającego powyższe warunki można przedstawić za pomocą grafu płaskiego skierowanego i dalej graf można traktować jako formalny schemat zastępczy układu. Własności schematu zastępczego są analogiczne własnościom obwodu elektrycznego.

Z punktu widzenia tematu pracy, istotne jest to, że uogólniona teoria obwodów obejmuje układy mieszane, takie jak elektromechaniczne i elektromagnetyczne.

Wykorzystując uogólnioną teorię obwodów autor rozpatruje dalej idealne przetworniki pomiarowe jako elementy sprzęgające obwody jednorodne np. elektryczny z mechanicznym. Uogólniona teoria obwodów pozwala na szybką analizę działania dowolnie złożonych przetworników elektromechanicznych i mechanoelektrycznych, oraz przetworników pola magnetycznego. Uogólniona teoria obwodów może być także punktem wyjścia do syntezy przetworników pomiarowych.

ZYGMUNT KUŚMIEREK
Katedra Miernictwa Elektrycznego
Politechniki Łódzkiej

**METODA BEZPOŚREDNIEGO POMIARU STOPNIA ODKSZTAŁCENIA
KRZYWICH NAPIĘCIA I PRĄDU
W UKŁADACH ELEKTROENERGETYCZNYCH
(Streszczenie referatu)**

Napięcia i prądy przemienne występujące w układach elektroenergetycznych mają z reguły kształt w mniejszym lub większym stopniu odbiegający od sinusoidy.

Szereg norm zarówno krajowych jak i zagranicznych określa dopuszczalne granice, których nie może przekroczyć wartość stopnia odkształcenia występujących napięć i prądów.

Stopień odkształcenia jako stosunek maksymalnej wartości bezwzględnej sumy wartości chwilowych wyższych harmonicznych do amplitudy pierwszej harmonicznej napięcia badanego wyrażają się w procentach wzorem

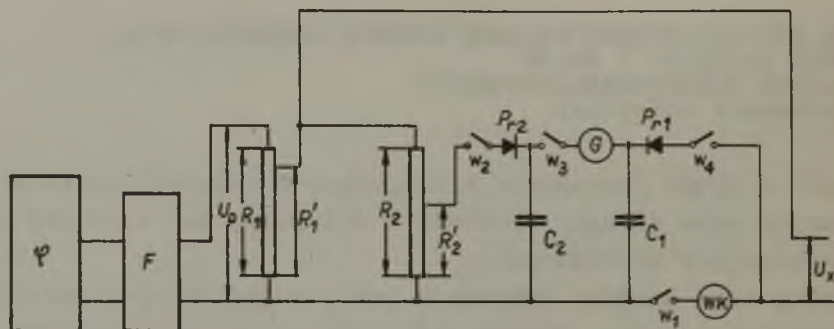
$$K = \frac{|U_2 + U_3 + \dots + U_n|_{\max}}{U_{1m}} 100$$

zgodnie z wymaganiami norm był wyznaczony dotychczas metodą analizy harmonicznych. Metoda ta z jednej strony jest wybitnie czasochłonna, wymagająca kilku godzin starannej pracy, z drugiej zaś strony daje wyniki stosunkowo mało dokładne.

Nowo opracowana metoda pozwala na bezpośrednie otrzymanie na drodze pomiaru, w ciągu paru minut, wartości stopnia odkształcenia badanej krzywej wyznaczonej z dokładnością znacznie przewyższającą dokładność metody analizy harmonicznej.

Opracowana metoda bezpośredniego pomiaru stopnia odkształcenia krzywej polega na wydzieleniu wyższych harmonicznych z napięcia badanego przez skompensowanie jego pierwszej harmonicznej za pomocą napięcia pomocniczego o regulowanej fazie i amplitudzie i na bezpośrednim porównaniu maksymalnej wartości

bezwzględnej sumy wartości chwilowych wyższych harmonicznych z wartością amplitudy sinusoidy podstawowej. Napięcie pomocnicze musi posiadać tę samą częstotliwość co napięcie badane.



Schemat układu pomiarowego do bezpośredniego wyznaczania stopnia odkształcenia.

Oznaczenia:

- φ - zestaw do uzyskiwania napięcia pomocniczego o tej samej częstotliwości co napięcie badane i o regulowanej fazie,
- F - filtr elektryczny,
- R_1, R_2 - oporniki regulacyjne,
- G - galvanometr magnetoelektryczny,
- WK - wskaźnik kompensacji pierwszej harmonicznej,
- w_1, w_2, w_3, w_4 - wyłączniki,
- C_1, C_2 - kondensatory układu porównawczego,
- P_{r1}, P_{r2} - prostowniki stykowe.

Prostota urządzenia pomiarowego, krótki czas trwania pomiaru, stosunkowo duża dokładność oraz szeroki zakres mierzalnych wartości stopnia odkształcenia, to podstawowe zalety opracowanej metody pomiarowej.

ELIGIUSZ PASECKI
Katedra Miernictwa Elektrycznego
Politechniki Śląskiej

TELEWIZYJNE UKŁADY POMIAROWE WIELKOŚCI GEOMETRYCZNYCH
(Streszczenie referatu)

Telewizyjna metoda pomiaru wielkości geometrycznych, w porównaniu z innymi metodami pomiarowymi tych samych wielkości, posiada szereg zalet. Może być z powodzeniem stosowana w warunkach przemysłowych do pomiaru wymiarów liniowych, powierzchni płaskich, kątów płaskich i przyspieszeń liniowych.

Wymiary liniowe można określić kilkoma sposobami. Dokonując zamiany obrazu ciągłego na dyskretny otrzymujemy sygnał wizyjny w postaci impulsów, których liczba zależna jest od mierzonego wymiaru przedmiotu. Czas trwania sygnału wizyjnego jest proporcjonalny do wymiaru liniowego, jeżeli strumień elektronów wybierających lampy analizującej odohylany jest jednostronnie i liniowo. Dla określonej lampy analizującej i określonej cewki odchylającej istnieje proporcjonalna zależność pomiędzy odchyleniem strumienia wybierającego, a więc i wymiarem liniowym oraz natężeniem prądu płynącego przez cewkę.

Pomiaru powierzchni figury płaskiej można dokonać, jeżeli zastosuje się wybieranie kolejno liniowe. Przy znanej i stałej odległości pomiędzy kolejnymi liniami siatki obrazowej, mierzona powierzchnia figury jest proporcjonalna do sumarycznej długości elementów figury.

Wybieranie kolejno liniowe umożliwia również pomiar kątów płaskich. Wartość kąta określa się na podstawie sygnałów wizyjnych o najmniej dwóch linii przecinających obydwa ramiona kąta i znanej odległości pomiędzy tymi liniami.

Jeżeli prędkość strumienia wybierającego znacznie przewyższa prędkość obrazu przedmiotu przesuwającego się po powierzchni światłoczułej, to dokonują pomiaru przesunięcia krawędzi przedmiotu oraz czasu, w którym to przesunięcie nastąpiło,

możemy mierzyć średnią prędkość przedmiotu. Po podzieleniu całego zakresu pomiarowego prędkości na podzakresy, możliwy jest pomiar prędkości chwilowych i przyspieszeń.

W telewizyjnych układach pomiarowych wielkości geometrycznych, przetwornikiem mierzonej wielkości na sygnały elektryczne jest lampa analizująca. Z porównania znanych obecnie typów lamp analizujących wynika, że wymagania stawiane urządzeniom pracującym w warunkach przemysłowych spełnia lampa analizująca typu widikon.

ROMAN RYMASZEWSKI
Katedra Miernictwa Elektronicznego
Politechniki Wrocławskiej

ANALIZA PROBLEMÓW POŁOWYCH METODY CZTEROPUNKTOWEJ
PRZY UŻYCIU POTENCJAŁU ZESPOLONEGO
(Komunikat)

W optyce, konwencjonalnej technologii sprzętu elektronicznego, a ostatnio w mikroelektronice stosuje się oiała stałe: dielektryki, przewodniki i półprzewodniki uformowane w postaci warstw o grubościach rzędu długości fal świetlnych. Własności fizyczne warstw cienkich, często zupełnie inne niż materiału w bryle, wykorzystuje się do wytwarzania takich produktów jak warstwy przeciwodblaskowe do urządzeń optycznych, filtry interferencyjne, polaryzatory, miniaturowe elementy elektroniczne: oporniki, kondensatory, diody, tranzystory, w końcu pełne obwody scalone. Przy projektowaniu i opracowywaniu technologii struktur cienko-warstwowych konieczne jest badanie własności podstawowych ich elementów - warstw cienkich.

W warstwach oporowych i przewodzących ważnym parametrem fizycznym jest oporność elektryczna materiału, którą w przypadku warstw cienkich charakteryzuje się zwykle stosunkiem oporności właściwej do grubości warstwy, czyli tzw. opornością powierzchniową.

Zjawisko przewodzenia elektrycznego związane jest z występowaniem pola elektrycznego oraz przepływem ładunków w ośrodkach przewodzących. Przy założeniu stałonarności pola i prądu (technika prądu stałego) zjawisko to występuje w formie "czystej", bez dodatkowych efektów takich jak indukcja elektryczna, czy przewodzenie pojemnościowe.

W przypadku przepływu prądu w warstwach cienkich dodatkowe uproszczenie wprowadza dwuwymiarowy charakter pola elektrycznego. W rezultacie analiza połowa pomiaru oporności warstw cienkich może być sprowadzona do rozpatrywania rozkładów potencjału elektrostatycznego φ w obszarach płaskich, odpowiadają-

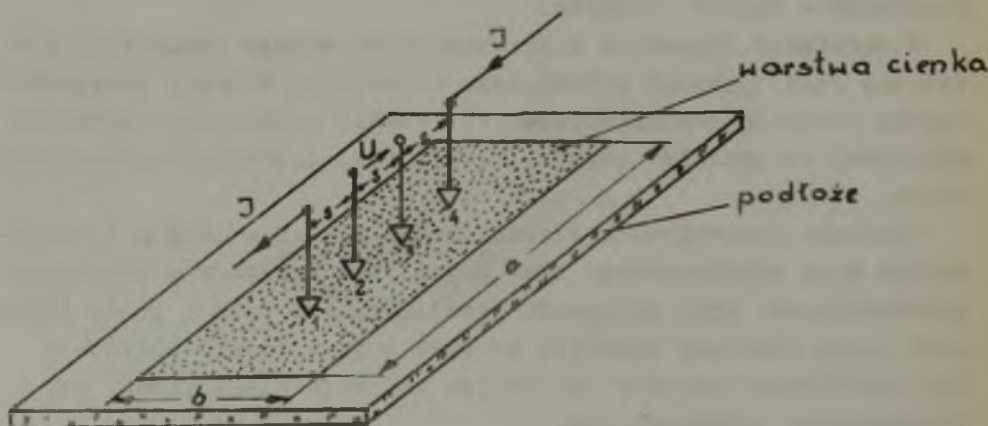
oich kształtowi mierzonej warstwy, czyli próbki cienkowarstwowej.

W praktyce, do pomiaru oporności powierzchniowej stosuje się najczęściej metodę czteropunktową. Próbkę mierzoną łączy się z obwodem pomiarowym za pomocą czterech elektrod ostrzowych, z których dwie doprowadzają prąd stały, a dwie pozostałe umożliwiają zmierzenie różnicy potencjałów w dwóch punktach warstwy (rys. 1). Wynik pomiaru, oporność ρ_s określa się na podstawie wzoru:

$$\rho_s = \frac{U}{I} \cdot C \quad (1)$$

gdzie:

C jest współczynnikiem sondy czteropunktowej, określonym przez wymiary próbki i rozmieszczenie na niej elektrod. W zależności od sposobu wyboru elektrod prądowych i napięciowych ta sama sonda, umieszczona w określonym miejscu próbki może mieć kilka różnych współczynników C .



Rys. 1. Liniowa sonda czteropunktowa na cienkowarstwowej próbce prostokątnej

Dla obliczenia współczynnika C trzeba wyznaczyć rozkład potencjału φ generowany w próbce przez źródła umieszczone

w punktach styku elektrod prądowych. W literaturze [1, 2, 3] zagadnienie to rozpatruje się zazwyczaj z osobna dla poszczególnych, uproszczonych konfiguracji sonda - próbka, stosując do analizy odpowiednich pól, elementarną metodę odbić zwierciadlanych.

W pracy [4] wykorzystano do analizy teorię funkcji analitycznych, w wyniku czego można było wyprowadzić ogólny wzór na współczynnik sondy czteropunktowej, wyciągnąć wnioski co do związków zachodzących między współczynnikami sondy oraz wykazać istnienie analogii formalnych między współczynnikiem C pewnych konfiguracji sond 4-pkt., a pojemnością odpowiednich kondensatorów o zamkniętym systemie okładek.

Do rozważań wprowadzono potencjał zespolony $f(z)$, którego częścią rzeczywistą jest potencjał φ . Wszelkie obliczenia analityczne wykonywano na potencjale zespolonym i dopiero w fazie końcowej powracano do potencjału rzeczywistego albo od razu wyrażano wzory końcowe za pomocą elementów potencjału zespolonego. Na przykład ogólny wzór na współczynnik sondy czteropunktowej można przedstawić w postaci:

$$C = \frac{2\pi}{\operatorname{Re} \left\{ \ln w_B \pm \ln w_B^x \right\}} \quad (2)$$

gdzie: w_B i w_B^x określa się na podstawie odpowiednich odwzorowań konforemnych.

Z wzoru tego uzyskano konkretne formuły obliczeniowe dla poszczególnych typów próbek z brzegiem przewodzącym i nieprzewodzącym oraz sond czteropunktowych stosowanych w praktyce. Między innymi dla próbki prostokątnej z sondą liniową umieszczoną w jej centrum (rys. 1) mamy

$$C = \pi \left\{ \ln \left(2ch \frac{\pi s}{b} \right) + 2(1-h)h \left[oh \frac{4\pi s}{b} - ch \frac{2\pi s}{b} \right] \right\}^{-1}; \quad h = \exp\left(-2\pi \frac{a}{b}\right) \quad (3)$$

Dyskutując ogólną postać wzoru (2) można wykazać, że w każdej sondzie czteropunktowej umieszczonej na próbce cienkowarstwowej uzyskuje się przez dowolny wybór elektrod napięciowych i prądowych najwyżej trzy układy, w których współczynniki C są różne co do modułu.

Pewne klasy rozmieszczeń elektrod na próbkach charakteryzują się tym, że wspomniane trzy współczynniki są związane ze sobą trzema zależnościami eksponencjalnymi typu równania Van der Pauw [5], np.:

$$\exp\left(\frac{k}{C_I}\right) - \exp\left(\frac{k}{C_{III}}\right) = 1 \quad (4)$$

gdzie:

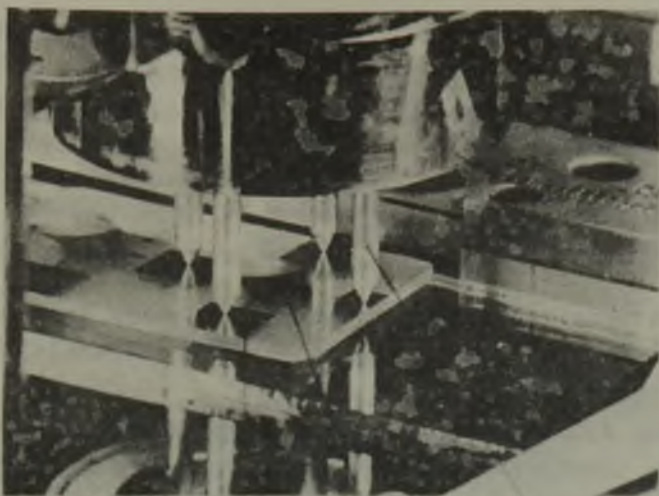
C_I - odpowiada układowi elektrod: 1,4 el. prąd., 2,3 el. nap.,

C_{III} - odpowiada układowi elektrod: 1,3 el. prąd., 2,4 el. nap. (rys. 1).

Wzory i zależności uzyskane z analizy teoretycznej, opartej na wykorzystaniu teorii funkcji analitycznych sprawdzono doświadczalnie za pomocą siatki oporowej, przez modelowanie na niej odpowiednich pól płaskich. Weryfikacja wykazała całkowitą poprawność obliczeń analitycznych, przy czym w wielu przypadkach wyniki teoretyczne nie różniły się od doświadczalnych więcej niż 0,5%.

Wyniki powyższej analizy teoretycznej zostały wykorzystane w praktycznych pomiarach warstw cienkich, a w szczególności pozwoliły na:

- 1) wykonanie stanowiska pomiarowego do kontroli jednorodności próbek cienkowarstwowych,
- 2) opracowanie metody doświadczalnego wzorcowania niektórych sond [4, 6],
- 3) poprawienie precyzji metody czteropunktowej przez wprowadzenie elektrod pośredniczących (rys. 2).



Rys. 2. Włączenie próbki oienkwarstwowej z elektrodami pośredniozającymi do obwodu pomiarowego

a - warstwa mierzona, b - elektroda pośredniozająca, c - elektroda ostrzowa

LITERATURA

- [1] Valdes L.B.: "Resistivity measurements on germanium for transistors", Proc. I.R.E., 1954, 42, February, p. 420-427.
- [2] Smits F.M.: "Measurement of sheet resistivities with the four - point probe", B.S.T.J., 1958, 37, May, p. 711-718.
- [3] Vaughan D.E.: "Four - probe resistivity measurements on small circular specimens", Brit. Jour. Appl. Phys., 1961, August, p. 414.
- [4] Rymaszeński R.: "Analiza pomiaru oporności powierzchniowej warstw cienkich przy użyciu metod teorii funkcji zmiennej zespolonej", praca doktorska na Wydz. Elektroniki Politechniki Wrocławskiej, 1967.
- [5] Van der Pauw J.L.: "A method of measuring specific resistivity and Hall effect of discs of arbitrary shape", Philips Research Reports, 1958, 13, p. 1-9.
- [6] Rymaszeński R.: "Empirical method of calibrating a 4-point microarray for measuring thin film sheet resistance", Electronics Letters 1967, 3, February, p. 57-58.

DANUTA TURZENIECKA
Katedra Miernictwa Elektrycznego
Politechniki Poznańskiej

ELEKTROCHEMICZNY CZUJNIK CIŚNIENIOWY (Streszczenie referatu)

Elektrochemiczny czujnik ciśnieniowy zbudowany jest na zasadzie wykorzystania zjawisk zachodzących w odwracalnych układach utleniająco-redukcyjnych.

Wydrążony cylindryczny korpus, wykonany z obojętnej masy plastycznej, rozdzielony jest przegrodą na dwie symetryczne komory. W każdej z komór umieszcza się anodę z siatki platynowej, a do zewnętrznych stron tych komór przytwierdzone są elastyczne membrany. W centralnej przegrodzie jest niewielki otwór w którym umieszcza się katodę o powierzchni znacznie mniejszej od powierzchni anod. Katoda może być wykonana jako pierścień z drutu platynowego, lub perforowany krążek z folii platynowej.

Tak wykonany czujnik napełnia się roztworem zawierającym jony w formie utlenionej i zredukowanej, np. jony trójjodku i jodu, przy czym stężenie formy zredukowanej winno przewyższać stężenie formy utlenionej.

Oporność powyższej komórki elektrochemicznej, dla przechodzącego przez nią prądu, zależy od prędkości podawania jonów do elektrod. Oporność tę określa się głównie procesami zachodzącymi koło katody.

Hydrodynamiczny ruch roztworu jest tu głównym czynnikiem wpływającym na wielkość prądu w zewnętrznym obwodzie czujnika.

Parametry czujnika określa się więc głównie efektywnością przetwarzania szybkości hydrodynamicznego strumienia w sygnał elektryczny. Kiedy ciecz jest w spoczynku płynie również prąd zwany tutaj prądem przejściowym, który ograniczony jest głównie dyfuzją, co zostało doświadczalnie stwierdzone. Wyjściowy więc prąd czujnika jest sumą dwóch prądów; prądu przejściowego i prądu wywołanego ruchem cieczy.

Rozwiązanie podstawowych równań dyfuzji z równoczesnym uwzględnieniem parametrów hydrodynamicznych, pozwala na przedstawienie prądu wyjściowego w funkcji ciśnienia działającego na membrany czujnika.

Zależnie od przeznaczenia czujnika, zmieniają kształty katody, można uzyskać różne charakterystyki prądu w funkcji ciśnienia, które przyjmują następujące postacie matematyczne:

$$I = k p^n; \quad I = k \log p$$

Wielkość mierzonego ciśnienia zawarta jest w granicach od 30 do 600 dyn/cm², przy częstotliwości 2-300 Hz.

Czujnik posiada dużą czułość, którą określa się jako stosunek zmian prądu do zmian ciśnienia.

Rozpatrując zalety powyższego elementu pomiarowego należy wymienić mały pobór mocy, niski poziom szumów i prawdopodobnie dużą stabilność w ciągu długiego okresu czasu.

Dla przykładu, czujnik posiadający czułość równą 3-20 Acm²/dyna pobiera zaledwie 10 do 500 μW mocy.

ANDRZEJ ZBORUCKI
Katedra Miernictwa Elektroniznego
Politechniki Wrocławskiej

PRÓBA UTWORZENIA KRAJOWEGO SYSTEMU
WZORCÓW POJEMNOŚCI^{x)}
(Streszczenie referatu)

Krajowy system sprawdzeń wzorców pojemności opierał się głównie, do roku 1965, na kondensatorach wzorcowych firmy Max Ulrich, produkcji NRD o niedokładności $\pm 0,1\%$, przy czym tylko nieliczne z nich posiadały aktualnie ważne atesty firmowe.

W kraju nie było dokładniejszych, pierwotnych wzorców ani możliwości bezwzględnego pomiaru pojemności.

W tych warunkach w zaczętej w Katedrze Miernictwa Elektronicznego Politechniki Wrocławskiej pracy na temat możliwości utworzenia krajowego systemu wzorców pojemności^{x)} musiano rozwiązać następujące zagadnienie:

- a) ustalenie wzorców pierwotnych na których można by oprzeć cały system sprawdzeń pojemności,
- b) budowy wtórnych wzorców pojemności możliwych do zastosowania w pomiarach przemysłowych,
- c) opracowanie systemu pomiarów kondensatorów.

Zagadnienie wzorców pierwotnych rozwiązano dwójako:

- po pierwsze przez statystyczną analizę wyróżnionych kondensatorów firmy Ulrich stworzono "wzorzec grupowy" którego niedokładność jest o około rząd mniejsza od niedokładności poszczególnych egzemplarzy wymienionych kondensatorów;

- po drugie przez zbudowanie absolutnego wzorca pojemności w postaci kondensatora o pojemności liczonej z wymiarów. To ostatnie rozwiązanie, zgodne z najnowszymi tendencjami światowymi, pozwoliło zmniejszyć przynajmniej o rząd niedokładność określenia wartości pojemności krajowych wzorców.

^{x)} Problem jest przedmiotem pracy doktorskiej dr Andrzeja Zboruckiego.

Badania wzorców pojemności firmy Ulrich pozwoliły określić granicę ich stosowania jako wzorców wtórnych. Dotyczy to przede wszystkim niedokładności tych wzorców oraz okresu w którym może zachować ważność atest wystawiony przez Urząd Legalizacyjny.

Niezależnie wykonano modele stałych wzorców pojemności, które przechodzą obecnie próby starzeniowe. Wstępne badania pozwalają przypuszczać, że maksymalna niedokładność będzie nie większa niż dla kondensatorów firmy Ulrich, przy prostej konstrukcji umożliwiającej ich produkcję w kraju.

W pracy podano ponadto sposoby pomiaru pojemności możliwe w warunkach krajowych; zwrócono przy tym szerególną uwagę na jednolity sposób wykonywania pomiarów pojemności kondensatorów wzorcowych, stałych i regulowanych, o różnych pojemnościach nominalnych.

JAN OBALSKIKatedra Metrologii Energetycznej
Politechniki Warszawskiej**UWAGI O NAUCZANIU METROLOGII**
(Streszczenie referatu)

W nawiązaniu do I Narady KME w Szczecinie, podany został pogląd na konieczność reorganizacji nauczania metrologii w wyższych uczelniach technicznych. Wychodząc z powszechności i znaczenia pomiarów we wszystkich dziedzinach nauki, techniki i przemysłu oraz z jedności podstaw metrologii niezależnie od wielkości mierzonej, podane zostały zasady szkolenia w 2 pionach: 1) dotyczącym ogółu inżynierów różnych branż, którzy muszą znać podstawowe zagadnienia metrologii, mieć encyklopedyczne wiadomości z pomiarów najważniejszych wielkości i szczegółowe wiadomości z pomiarów wielkości studiowanej dziedziny techniki, 2) dotyczącym inżynierów projektantów, konstruktorów, badaczy narzędzi i metod pomiarowych i teoretyków z zakresu metrologii. Ta druga grupa powinna być szkolona na specjalnych wydziałach metrologicznych międzybranżowych.

Jako ilustracja zazębiania się metrologii różnych branż (mechanicznej, elektrycznej, optycznej, ...), świadcząca o konieczności zmiany sposobu nauczania metrologii, podana została konstrukcja czujnika dylatometru dla celów metaloznawstwa, wykonanego w Katedrze Metrologii Energetycznej Politechniki Warszawskiej.

W drugiej części referatu podany został stan sprawy zorganizowanego z inicjatywy Katedry Metrologii Energetycznej zespołu katedr i instytucji metrologicznych dla opieki nad podstawowymi zagadnieniami metrologii, wspólnymi dla wszystkich branż.

Wreszcie jako jedno z tych wspólnych zagadnień omówiona została sprawa słownictwa ogólnometrologicznego, które w najbliższym czasie wymaga zajęcia się nim przez placówki metrologiczne, przede wszystkim przez Katedry Metrologiczne a to wo-

bec konieczności złożenia do maja 1968 r. opinii o prowizorycznym międzynarodowym zaleceniu dotyczącym także słownictwa (opracowanym przez Polskę - CUJIM - jako członka Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej).

JAROSŁAW GASZCZAK
Katedra Automatyki
i Elektroniki Przemysłowej
Politechniki Poznańskiej

PROBLEMATYKA ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH
W PRACOWNI POMIARÓW WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH
(Streszczenie referatu)

Wielokrotnie już stwierdzano, że miernictwo jest dyscypliną naukową, która zajmując się metodyką i techniką dokonywania obserwacji zjawisk w otaczającym nas świecie, ma za zadanie uzyskanie ilościowych danych o przebiegu tych zjawisk oraz rządzących tymi zjawiskami prawach.

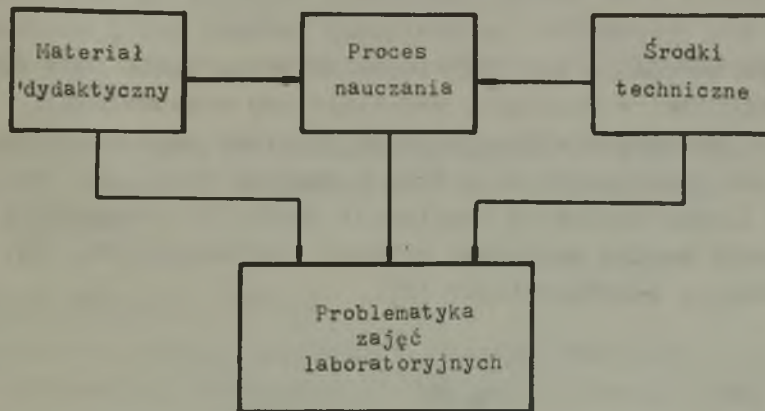
W poszczególnych gałęziach nauki jest ono tym narzędziem, którym musi umieć posługiwać się każdy badacz - eksperymentator, troszczący się o przydatność wyników swojej pracy. W zastosowaniach poza badawczych miernictwo jest środkiem kontroli właściwego przebiegu poszczególnych etapów procesu technologicznego w zakładach przemysłowych czy też kontroli zachowania parametrów produktu. Są to w głównej mierze zadania miernictwa wielkości nieelektrycznych.

Fakt powiązania miernictwa z dokonywaniem obserwacji i eksperymentu fizycznego oraz funkcje pełnione w różnych gałęziach przemysłu określają w sposób jednoznaczny charakter jego nauczania. Podstawowym środkiem powinny tutaj być obserwacje i doświadczenia wykonywane samodzielnie przez studiującego, tzn. to co dają jedynie zajęcia laboratoryjne. W przypadku miernictwa wielkości nieelektrycznych obserwacje te polegają na mierzeniu różnych wielkości fizycznych takich jak wielkości mechaniczne, cieplne, optyczne itd., których pomiar dokonywany jest w większości przypadków metodami elektrycznymi bądź elektrodynamicznymi.

Problematykę zajęć laboratoryjnych z zakresu miernictwa wielkości nieelektrycznych kształtują trzy podstawowe składniki (rys. 1):

1. Materiał dydaktyczny przekazywany studentowi.
2. Proces nauczania i odpowiednie wykształcenie studenta.
3. Środki techniczne i ekonomiczne na realizację procesu nauczania.

Niektóre zagadnienia związane z powyższymi składnikami zostaną szerzej omówione.



Rys. 1. Składniki kształtujące problematykę zajęć laboratoryjnych

Materiał dydaktyczny przekazywany studentowi

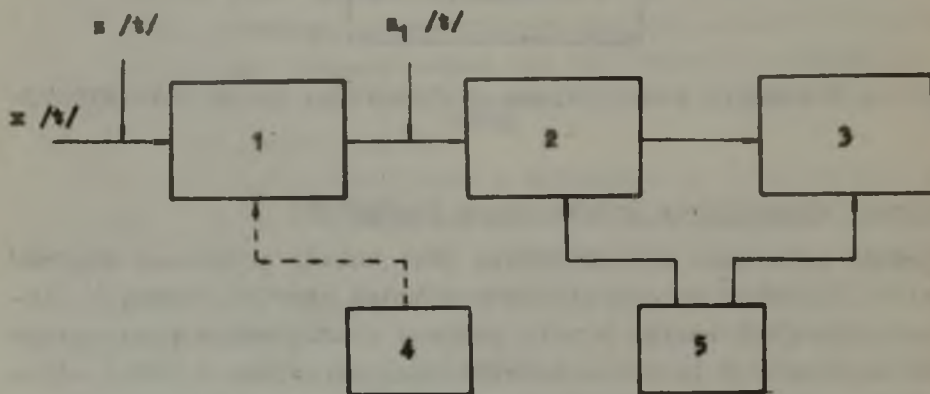
Objętość materiału dydaktycznego jaki należy przekazać studentowi w laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych (laboratorium MWN) wynika z roli pomiaru i urządzenia pomiarowego jako narzędzia w procesie działalności człowieka a także odpowiadającego temu urządzeniu schematu blokowego jako toru uzyskiwania informacji (rys. 2). Objętość ta wiąże się ściśle z materiałem wykładu.

Zagadnienie szerokiego wachlarza problemów kryjących się pod pojęciem MWN omawiał szczegółowo prof. E. Romer [1] na konferencji w Szczecinie, podkreślając szczególne związki tego rodzaju miernictwa z automatyką. Dla przykładu pomiar wielkości nieelektrycznej może w tej dziedzinie oznaczać:

- 1) realizację w postaci członu pomiarowego w zamkniętym obwodzie regulacji,
- 2) ilościowe określanie właściwości elementów, układów, obiektów automatyki,
- 3) ilościowe badania przebiegu procesów technologicznych dla doboru optymalnych metod automatyzacji.

W każdym z tych trzech zastosowań stawiane są inne wymagania zarówno personelowi wykonującemu pomiary jak i aparaturze. Wymagania te różnią się oczywiście od tych, jakie będą wynikały z zastosowań w biologii, medycynie czy meteorologii.

Innym przykładem wskazującym na objętość tego materiału może być sam przetwornik wejściowy - czujnik (rys. 2). Jak wielka jest liczba możliwych realizacji czujników pomiarowych można w sposób bardzo poglądowy wykazać, posługując się tzw. "przestrzenią przetworników" [2].



Rys. 2. Schemat blokowy urządzenia pomiarowego

- 1) przetwornik pomiarowy - czujnik pomiarowy, 2) układ kształtowania sygnału, 3) układ wyprowadzania informacji - przetwornik wyjściowy, 4) zasilacz przetwornika pomiarowego, 5) zasilacz układów kształtowania i wyprowadzania informacji

Z każdego przykładu wynika, że z bardzo dużej objętości materiału dydaktycznego należy dokonać selekcji tych zagadnień, które będą stanowić treść programu wykładu i ćwiczeń laboratoryjnych. Powstaje oczywiście pytanie - których zagadnień.

W związku z tym właśnie pytaniem wydaje się, że ustalenie ogólnie obowiązującego programu o jednakowej użyteczności jest możliwe tylko w postaci ramowej. Program taki powinien umożliwić szczegółowe ustalenie tematyki wykładu i zajęć laboratoryjnych przez Wydziałową Komisję Dydaktyczną.

W tematyce tej należy bowiem uwzględnić takie czynniki, jak:

1. Charakter dominującej gałęzi przemysłu na obszarze najbliższym Uczelni oraz tendencje rozwojowe regionu.
2. Kierunek prac naukowych z zakresu MWN wykonywanych w Katedrach.

Czynników tych nie można ująć jednym wspólnym programem nauczania, a korzyści wypływające z ich uwzględnienia wydają się niewątpliwe.

Analiza procesu nauczania

Podstawowym celem w realizacji procesu nauczania jest zapewnienie maksymalnej efektywności tego procesu z zachowaniem optymalnej drogi przekazywania wiadomości.

Proces nauczania w laboratorium MWN tak jak każdy proces dydaktyczny musi być ukierunkowany pod kątem cech psychicznych i potrzeb osoby czy zespołu osób podlegających uczeniu. W realizacji tego rodzaju procesu, osoba prowadząca zajęcia musi uczynić na wstępie dwa podstawowe założenia dotyczące predyspozycji nauczanego a mianowicie:

- 1) nauczany dysponuje pamięcią,
- 2) posiada zdolność logicznego analizowania.

Uwzględnienie tych założeń pozwala dopiero na ułożenie planu nauczania.

Plan ten powinien przewidywać stworzenie takich warunków w których uczący się mógłby maksymalnie wykorzystywać te predyspozycje. Zarówno niedocenianie ich, jak i przecenianie, prowadzi zawsze do zmniejszenia skuteczności nauczania.

W poprawnie zorganizowanej i funkcjonującej pracowni, prowadzący zajęcia powinien dysponować zatem planem nauczania albo inaczej "planem strategicznym" prowadzenia zajęć, o takim rozmieszczeniu materiału, aby ono gwarantowało uczącym się nabycie umiejętności samodzielnej pracy.

Wykonywanie ćwiczenia rozpoczyna się od sformułowania problemu, który należy rozwiązać i pytania kontrolnego, sprawdzającego przygotowanie studenta do postawionego zadania. Są to "bodźce", które mają wywołać ściśle określone reakcje, to jest odpowiedź pytanego. W celu jej udzielenia pytany angażuje swoją pamięć (wiadomości nabyte w trakcie wykładów) oraz zdolność do mniej lub więcej logicznego analizowania.

Odpowiedź ta oddziałuje na jego pamięć i jest w niej notowana w celu wykorzystania w następnym problemie, oraz utwierdza wczesniej uzyskane informacje, łącznie z zawartą w pytaniu. Równocześnie odpowiedź ta jest oceniana pod względem prawidłowości przez pytającego.

Poinformowanie pytanego o poprawności odpowiedzi jest ważnym czynnikiem w nauczaniu i daje dodatkową podbudowę przekazanego materiału. Po ustaleniu oceny odpowiedzi prowadzący zajęcia powinien przejść do następnego kroku, tj. zdecydować z kolei na podstawie zadanego pytania i otrzymanej odpowiedzi, czy do przyjętego na początku planu należy wnieść ewentualne zmiany. W tym momencie prowadzący zajęcia podejmuje rozwiązania taktyczne, które uzgadnia ze swym planem strategicznym przyjętym na początku. W zależności od wyniku tego uzgadniania dobiera treść i kształtuje drugie odpowiednie pytanie. Ten drugi jakby dopasowany już bodziec zostaje przekazany pytanemu i cały cykl powtarza się.

Mamy tu do czynienia z elementem adaptacji, w której prowadzący zajęcia obiera w zależności od odpowiedzi taktykę dalszego ich przebiegu.

Na podstawie podanej tutaj analizy procesu nauczania w laboratorium studenckim można stwierdzić, że proces ten posiada pięć następujących elementów:

- 1) planowanie przebiegu zajęć,
- 2) przekazywanie wiadomości - bodziec,
- 3) odpowiedź nauczanego - reakcja,
- 4) utwierdzanie wiadomości,
- 5) adaptacja.

Przy założeniu, że nie występują zniekształcenia sensu przekazywanych wiadomości, są one właściwie interpretowane i odpowiedzi są poprawne, budowa tego procesu ma charakter spiralnego ciągu o postaci - problem - rozwiązanie - problem itd.

Najbardziej istotną cechą procesu jest występowanie pary: prowadzący zajęcia - student, oraz ich bezpośredni kontakt między sobą. Są to w zasadzie warunki idealnego nauczania. Na prowadzącym zajęcia spoczywa obowiązek przewodnika i odpowiedzialność wyznaczania studentowi właściwej drogi zdobywania wiedzy oraz kształtowania pierwszych nawyków specjalistycznych w danej dziedzinie.

Realizacja tego procesu i uzyskanie pełnej efektywności wymagają jednak spełnienia następujących warunków:

- 1) odpowiedniego czasu na bezpośredni kontakt ze studentem, zapewnionego czasem trwania seansu ćwiczeniowego,
- 2) odpowiedniego programu zajęć w pracowni skoordynowanego z programem wykładu
- 3) właściwego wyposażenia pracowni.

Nie wydaje się celowe omawianie wielokrotnie poruszanej już sprawy samych programów, zwrócić należy jednak uwagę na konieczność zapewnienia warunków realizacji tych programów, która bardzo często wydaje się przeoczona. Nakazywana duża liczebność grup laboratoryjnych, dochodząca do 16 a nawet więcej osób na jednego prowadzącego zajęcia, zbyt liczne zespoły przy jednym ćwiczeniu, za krótki bo tylko 90 minutowy czas trwania seansu ćwiczeniowego, czy prowadzenie zajęć równoległe z wykładem, wszystko to niweczy najszlachetniejsze intencje idealnego nawet w swych założeniach programu. Wiadomo jest bowiem, że nawet gorszy program posiadający zapewnione dobre warunki realizacji da korzystniejsze wyniki nauczania, niż program najlepszy tych warunków pozbawiony i realizowany niefachowo.

Trudności, jakie dość wyraźnie występują, skłaniają w pierwszym rzędzie do przedstawienia postulatu o ograniczaniu grup studenckich w laboratorium specjalistycznym do 10-8 osób oraz przedłużenia seansu ćwiczeniowego do 3 wzgl. 4 jednostek 45 minutowych.

Kształtująca się sytuacja wymaga aby niezależnie od tego rodzaju postulatu bardziej aktywnie zająć się automatyzacją klasycznego procesu nauczania w laboratorium. Wprowadzaniu środków technicznych tj. maszyn i nauozania programowego, powinno koniecznie towarzyszyć równoległe badanie efektywności dydaktycznej tych środków.

Z przeanalizowanego procesu dydaktycznego wynika, że w pierwszym etapie najbardziej odpowiednią formą dla pracowni laboratoryjnej byłoby liniowe zaprogramowanie materiału ćwiczeń. Liczbowymi kryteriami postępow w nauozaniu będą wówczas: czas czytania frazy zaprogramowanego tekstu, czas zastanawiania się nad odpowiedzią, procent odpowiedzi błędnych, czas zapamiętywania przerobionego materiału, tj. procent odtwarzalności oraz zdolność wykorzystania nabytych wiadomości w sytuacjach podobnych. Rolę przekazania wiadomości i kontrolę przygotowania studenta przejąłaby wówczas maszyna. Prowadzący zajęcia byłby wtedy konsultantem, wskazującym drogi właściwych rozwiązań i sposób podejścia dla uzyskania prawidłowych odpowiedzi w przypadku popełniania błędów przez nauozane osoby. Dysponowałby czasem na głębsze zaangażowanie się w procesie nauozania.

Środki techniczne i ekonomiczne

Elementem nierozłącznie związanym z realizacją procesu nauozania w laboratorium MWN podobnie zresztą jak w każdym laboratorium, są środki materialne przeznaczone na ten cel.

Można wyróżnić dwie grupy tego rodzaju środków:

- 1) wyposażenie techniczne stanowisk tj. aparatura pomiarowa i wyposażenie uzupełniające,
- 2) środki o charakterze wyłącznie dydaktycznym, jak odpowiednie do prowadzenia ćwiczeń pomieszczenia, modele, plansze, aparatura projekcyjna, maszyny do nauozania itp.

O ile w grupie drugiej jest możliwa realizacja chociażby niektórych spośród tych środków we własnym zakresie, o tyle w pierwszej grupie ostry brak właściwego zaplecza technicznego uniemożliwia taką realizację.

Koszt wyposażenia jednego stanowiska laboratoryjnego w pracowni MWN można szacować średnio na około 25 tys. złotych, z przewagą nakładów na aparaturę elektroniczną. Ze względu na bardzo szybki jak dotychczas rozwój w dziedzinie nowych opracowań i konstrukcji aparatury, jej czas aktualności technicznej wynosi 3-5 lat. Jeśli pracownia laboratoryjna ma równocześnie służyć postępowi technicznemu i dawać obraz tego, co jest nowoczesne w danej dziedzinie, to co najmniej połowę aparatury powinna po takim okresie ulegać wymianie. Jeśli tak nie jest, to w konsekwencji absolwenci są w małym stopniu inicjatorami rzeczywistego postępu w przemyśle.

Szybkie i ekonomiczne wyjście z takich trudności można dostrzec w utworzeniu pewnego rodzaju kooperacji polegającej na udostępnianiu przez zakłady przemysłowe aparatury pomiarowej na zasadzie długoterminowych wypożyczeń, a gdzie warunki na to zezwalają na wykonywanie niektórych ćwiczeń w samym zakładzie. Tego rodzaju propozycja spotka się może ze sprzeciwem w zakładach przemysłowych z obawy przed ewentualnymi uszkodzeniami przyrządów i utratą ich wartości użytkowych. Przemysł powinien jednak równocześnie brać pod uwagę fakt, że chodzi tu przede wszystkim o osiągnięcie jak najlepszych kwalifikacji tych ludzi, którzy już w niedalekiej przyszłości mają w tym przemyśle pracować albo są jego aktualnymi pracownikami.

Poruszone w referacie sprawy nie wyczerpują oczywiście całości zagadnienia.

Przyjęty układ: dobór materiału - proces dydaktyczny - środki realizacji, miał wykazać, że mamy do czynienia z wachlarzem powiązanych ze sobą problemów. Z problemami tymi łączy się cały szereg dalszych kwestii, jak np.:

1. Zagadnienie korelacji zajęć między poszczególnymi laboratoriami.

2. Struktura i metodyka zajęć laboratoryjnych gwarantująca uzyskanie maksymalnej efektywności nauczania.

3. Zagadnienie opracowania programów z zakresu MWN do nauczania przy pomocy środków cybernetycznych i sprawa wprowadzenia tych środków do laboratorium studenckiego.

4. Rola prowadzącego zajęcia laboratoryjne w kształtowaniu zawodowych umiejętności studenta i obiektywne kryteria oceny tych umiejętności.

Byłoby może celowe, aby powyższe zagadnienia stanowiły przedmiot szerszej dyskusji. Jest bowiem oczywiste, że tylko dyskusja w kręgach osób zainteresowanych tego rodzaju tematyką i szeroka wymiana poglądów, mogą dać w wyniku wartościowe propozycje lepszej organizacji pracy i zwiększenia efektywności zajęć laboratoryjnych.

LITERATURA

- [1] Romer E.: "Uwagi o znaczeniu i programach miernictwa wielkości nieelektrycznych". Materiały z Narady Katedr Miernictwa Elektrycznego Wyd. Uoz. Pol. Szczecińskiej 1967.
- [2] Stein P.K.: "The Unified Approach to Measurement Engineering". Materiały IMEKO IV. Warszawa 1967 r.
- [3] Thomas C.A.ii.: "Programmed Learning in Perspective" tłum. w j. ros. wyd. Mir Moskwa 1966 r.
- [4] Zespół kierunkowy "Programy ramowe studiów magisterskich dla kierunku elektrotechnika" część I. PWN Warszawa 1966 r.

EDMUND ROMER
Katedra Miernictwa Przemysłowego
Politechniki Śląskiej

STRESZCZENIE DYSKUSJI KOŃCOWEJ
I ZESTAWIENIE WNIOSKÓW

Końcowemu posiedzeniu przewodniczył prof. Romer. Było ono poświęcone sprawom dydaktyki oraz podsumowaniu narady. Na posiedzeniu dr. Gąszczak wygłosił referat pt. "Problematyka zajęć laboratoryjnych w Pracowni Pomiarów Wielkości Nieelektrycznych". Po referacie prof. Romer otworzył dyskusję. Oto jej przebieg:

Doc. P l u o i ń s k i - Sprawy obciążeń asystentów prowadzących zajęcia laboratoryjne dla poszczególnych katedr omówione są szczegółowo w Protokóle Podzespołu Programowego Elektrotechniki.

Prof. J e l l o n e k - Referat jest bardzo aktualny. Uważam, że przedstawiony schemat jest dobrym punktem wyjścia do układania programów. Konieczne byłoby, aby dopuszczono prace doktorskie z zakresu dydaktyki miernictwa np. dotyczące wprowadzenia środków automatycznych nauczania. Korzystne będzie stwierdzenie w kraju w jakim miejscu istnieje luka w stosunku do schematu Steina.

(W tym miejscu rozwinięto obszerną dyskusję nad schematem Steina. Wysznięto wspólny wniosek: Należy zebrać informacje odnośnie dydaktyki i prac naukowych w świetle schematu Steina. W związku z tym należy opracować wzór odpowiedzi i rozesłać poszczególnym katedrom).

Prof. R o m e r - Należałoby przedyskutować problem stosunku studenta do nauczyciela.

Doc. K a r k o w s k i - Ten stosunek został naruszony przez czynniki zewnętrzne. Kontakt utrudniony jest przez podział: wykład, ćwiczenie, laboratorium. Także naruszony jest przez ilość uczących w stosunku do nauczanych. Na latach maso-

wych nie może być mowy o kontaktach, przynajmniej w procesie wykładowym. Podobnie jest z ćwiczeniami audytoryjnymi. Nowe gmachy nie są przystosowane do tych kontaktów.

Doc. S ł u s z k i e w i o z - W numerze 8/67 "Szkoły Wyższej" prof. Tymowski przedstawia nowoczesne studia techniczne we Francji. Między innymi informuje, że w W. Szkole w Nancy kontakt naucozajających ze studentami jest zapewniony równocześnie w kilku do kilkunastu grupach po 10 osób (a nawet 3-4 osoby) przy zaangażowaniu najnowszych środków łączności przewodowej i telewizyjnej. Dyskusja jest inspirowana przez profesora podczas wspólnego wykładu wprowadzającego. Bezpośrednio potem grupy, pod kierunkiem animatorów-asystentów dyskutują i rozwiązują problemy, przy czym kontrola pracy jest dokonywana na żywo, lecz bez stawiania ocen a nawet bez egzaminów końcowych. Ten zdecydowanie nietradycyjalny sposób kształcenia inżynierów nasuwa myśl, że również w zakresie miernictwa elektrycznego można poszukiwać nowych form prowadzenia wykładu i ćwiczeń.

Prof. J e l l o n e k - W pierwszych latach studiów istnieje bierny stosunek studentów do naucozajających. Sytuacja zmienia się dopiero na trzecim roku. Gdyby kontakt był większy, to byłaby większa sprawność studiów. Można sytuację zmienić przez lepsze przygotowanie skryptów. Zwykle skrypt zawiera materiał obowiązujący zgodnie z programem i nic więcej. Byłoby dobrze gdyby skrypt zawierał coś więcej poza obowiązującym materiałem.

Doc. S p i c h a l s k i - Winno być szereg prostych skryptów z uwagami i pytaniami.

Dr P i o t r o w s k i - Odnośnie stosunku studenta do nauczającego, to należy jeszcze brać pod uwagę czynniki warunkujące odbiór wiedzy przez studenta.

Przedstawiony schemat procesu dydaktycznego w referacie nie może być realizowany w toku zajęć.

Wypożyczanie aparatury z przemysłu jest niekorzystne. Zbyt krótki okres i także aparatura nie jest dydaktyczna. Nie można także prowadzić zajęć laboratoryjnych na zakładzie.

(Obszerniej przedyskutowano następnie czy można zająć się prowadzić w zakładach przemysłowych. Większość dyskutantów oceniła tę możliwość sceptycznie).

Prof. R o m e r - Należy jeszcze przedyskutować zagadnienie roli potrzeb ugruntowania metrologii w polu naszego widzenia.

Doc. K a r k o w s k i - Jest to najbliższe zadanie roku przyszłego. Niech ktoś zaproponuje program podstaw metrologii.

Doc. S p i o h a l s k i - Należy stopniować. Najpierw podstawowe pomiary dla nauczenia pojęcia "pomiar", a potem podczas wykładów mierniotwa stopniowo wprowadzać zagadnienie metrologii.

Doc. S ł u s z k i e w i c z - Układ tradycyjny może okazać się mało sprawny. Lepiej mówić o metrologii ogólnie, bo będzie większa oszczędność czasu.

Po dyskusji nad referatem dr Gąszożaka, prof. Romer dokonał krótkiego podsumowania całej narady. Szczególną uwagę zwrócił na następujące zagadnienia:

- 1) W referowanych pracach na naradzie zabrakło problematyki technologicznej. Nie było także referatu o dydaktyce w sensie ogólnym.
- 2) W dydaktyce zauważa się dwa akcenty: brak metrologii oraz potrzeba doskonalenia dydaktyki.

Prof. Romer w podsumowaniu przedstawił następujące własne wnioski z narady:

- 1) Spotkanie jest korzystne i winno być nadal kontynuowane,
- 2) Spotkanie winno odbywać się w małej miejscowości w warunkach umożliwiających łatwy kontakt uczestników,
- 3) Konfrontacja prac szczególnie doktorskich jest celowa,
- 4) Narady winny być poświęcone konkretnym tematom np. dobra jest propozycja doc. Karkowskiego odnośnie podstaw metrologii.

Na zakończenie prof. Romer zaproponował dyskusję w związku z przedstawionymi wnioskami. Oto wypowiedzi niektórych dyskutantów.

Prof. J e l l o n e k - Tematyka wygłoszonych referatów była rozstrzelona. Referaty reprezentowały dziedziny wąskie o dużej równorodności. Prace należy nadal referować (dydaktyczne, doktorskie, habilitacyjne). Przegląd należy rozszerzyć o prace doktorskie kolegów z przemysłu. Zawsze winna być również reprezentowana dydaktyka; aby dyskusja była konkretna trzeba omawiać wąski jej wycinek. Organizacyjnie obecną naradą należy uznać jako przykładową. Trzeba pogratulować kolegom z Politechniki Śląskiej.

W przyszłej naradzie referowanie prac należy ograniczyć tak by można było jeden dzień poświęcić dydaktyce. Przy referowaniu prac należy naświetlić stosunek pracy do profilu katedry. Należy się starać, aby prace były wydrukowane przed naradą.

Doc. S a w i o k i - Podkreślam, że zwiedzanie katedr w Gliwicach było bardzo pożyteczne. Odnośnie przyszłych narad uważam, że:

- 1) referowanie prac aktualnych jest celowe,
- 2) należy zaprosić do udziału przedstawicieli WSI.

Doc. K a r k o w s k i - Katedra organizująca winna przedstawić referat o katedrze oraz pokazać katedrę. To da informację o całym profilu w kraju.

W dalszym toku dyskusji zaproponowano aby do udziału w naradach zaprosić przedstawicieli: CUJM, Departamentu Studiów Technicznych MSW, katedr miernictwa innych dziedzin, WAT-u. Ustalono, że materiały referowane nie będą publikowane przed naradami. Zaapelowano, aby w przyszłych naradach dyskutanci podawali streszczenie swoich wystąpień, co znacznie ułatwi publikowanie tych materiałów. Postanowiono, że na przyszłej naradzie ustalą się miejsce i formę archiwum narad. Miejsce przyszłej narady postanowiono ustalić na drodze korespondencyjnej.

