

B. Opierając się na obserwacji przebiegu prób, pomiary wykonywane pomiędzy poszczególnymi próbami oraz wyniki pomiarów kontrolnych po próbach, należy podsumować wyniki badania i określić znamionową wytrzymałość dynamiczną badanego odłącznika. Przy ocenie wyników, próby szczególną uwagę należy zwrócić na wzrost wartości sił potrzebnych do otwarcia biegunów badanego odłącznika i rozpatrywać go w porównaniu z możliwościami energetycznymi napędu.

C. Przeprowadzić krytyczną analizę stosowanych kryteriów oceny stanu odłącznika w czasie prób zwarciovych i po ich zakończeniu.

Wykaz literatury

1. Au A.: Analiza równoważności trój- i jednofazowych obwodów probierczych do prób wytrzymałości elektrodynamicznej. Przegląd Elektrotechniczny 1962, z.6, s.232-234.
 2. Bader J.: Próby wysokonapięciowych przyrządów rozdzielczych, PWT, W-wa 1954.
 3. Kryński J.: Elektryczne Aparaty Rozdzielcze (Skrypt). PWN, W-wa 1963.
 4. Norma międzynarodowa na odłączniki w.n.
 5. PN/E-06100 "Łączniki prądu zmiennego w.n."
 6. VDE 0670/... 57.
 7. "Badania zwarciovowe wysokonapięciowych przyrządów rozdzielczych i zestawów" - Projekt normy 1955.
2. Wyznaczanie parametrów i charakterystyk mechanicznych łączników elektrycznych oraz ich wyposażenia

Ćwiczenie 2.1. Wyznaczanie charakterystyk ruchu mechanizmów łączników elektrycznych

1. Wymagane wiadomości

1.1. Wprowadzenie

Zasadniczym zadaniem łączników elektrycznych jest dokonywanie łączeń w obwodach elektrycznych przy wykorzystaniu zestawów łączeniowych. Załączanie i wyłączanie obwodów dokonywane

jest drogą zamykania i otwierania odpowiednich łączników elektrycznych, co z kolei oznacza określone i odpowiednie przemieszczanie styków ruchomych tych łączników. Różnorodne rodzaje i postaci konstrukcyjne łączników elektrycznych stawiają różnorodne wymagania odnośnie charakterystyk ruchu przemieszczania styków ruchomych łączników.

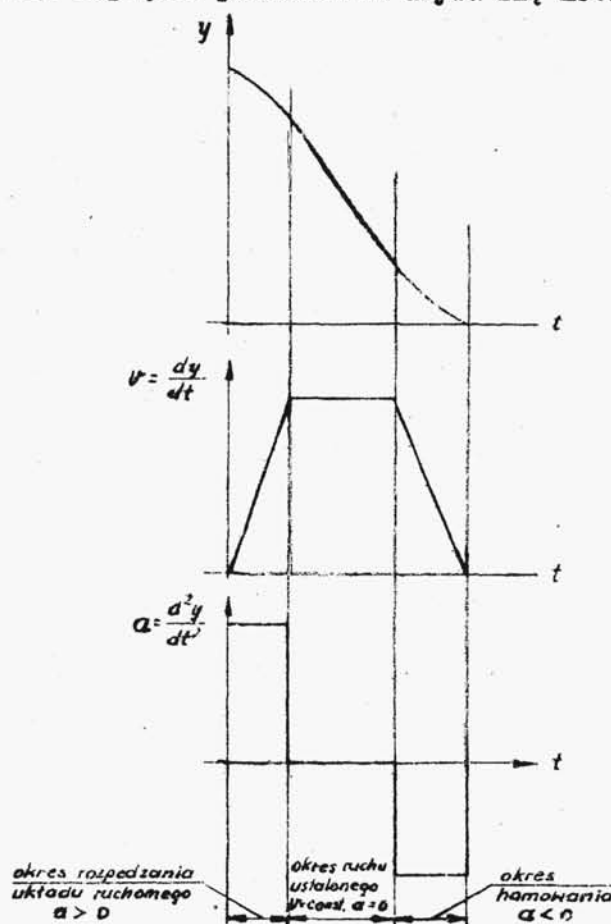
Inaczej zagadnienia te wyglądają w przypadku łączników niskiego napięcia, inaczej w przypadku łączników średnich i najwyższych napięć. Nie wchodząc obecnie bliżej w te problemy omawiane szerzej w wykładzie z "Aparatów rozdzielczych" i "Techniki łączenia" stwierdzimy tu jedynie, że na przykład zagadnienie odpowiedniego kształtowania charakterystyk ruchu styków ruchomych posiada szczególne znaczenie w budowie wyłączników w.n.

W łącznikach tych na ogół prędkość otwierania styków wpływa bezpośrednio na przebieg procesu wyłączania i podobnie prędkość ich zamykania (zwłaszcza przy najwyższych napięciach) wpływa bezpośrednio na wartość wywiązującej się w łuku energii przy załączaniu.

Cechą charakterystyczną ruchu styków ruchomych łączników elektrycznych jest jego charakter przejściowy. Oznacza to, że nie spotyka się tutaj ani ustalonego ruchu obrotowego, ani postępowego. W ciągu tego procesu ma miejsce rozpędzenie układu ruchomego, ewentualnie podtrzymanie ruchu ustalonego i zahamowanie. Ponadto dochodzi jeszcze ewentualna dodatkowa regulacja ruchu, korygująca ruch zasadniczy w czasie jego trwania. Taki charakterystyczny przebieg ruchu styków ruchomych łącznika w postaci idealizowanej pokazano na rys.78.

Charakter nieustalony ruchu styków ruchomych łącznika pociąga za sobą zasadnicze trudności przy graficznym czy obliczeniowym wyznaczaniu przebiegu tego ruchu w postaci np. charakterystyki $y = f(t)$ (drogi styków ruchomych lub innego określonego punktu mechanizmu łącznika w funkcji czasu). Charakterystykę taką wyznaczyć można posilkując się metodami dynamiki mechanicznych przebiegów nieustalonych. Sposoby te jednakże są stosunkowo pracochłonne i stosowane tylko przy projektowaniu nowych mechanizmów łączników.

Przy sprawdzaniu lub badaniu konstrukcji istniejących łączników wysokiego napięcia powszechnie używa się metod ekspery-



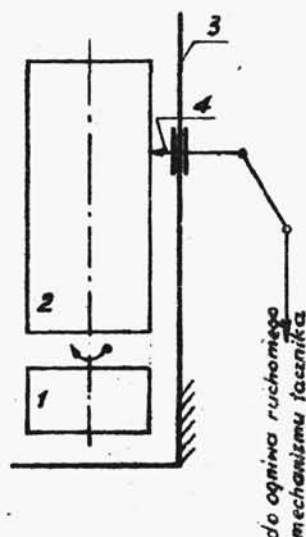
Rys.78. a - idealizowana charakterystyka drogi styków ruchomych w funkcji czasu $y = f(t)$, b - wykres prędkości $v = \frac{dy}{dt} = f(t)$, c - wykres przyspieszenia $a = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = f(t)$

mentalnych wyznaczania charakterystyk ruchu. Natomiast doświadczalne zdejmowanie wykresów ruchu dla łączników niskiego napięcia, np. na indykatorze bębnowym, jest bardzo utrudnione. Małe przerwy zestykowe, powszechne w tych konstrukcjach wahaczowe usprężynowanie ich zespołów stykowych w powiązaniu z ru-

chem toczno-poślizgowym, wymagałyby bardzo uciążliwych metod zdejmowania charakterystyk ruchu - zarówno przy zapisie mechanicznym jak i oscylograficznym. Stąd w przypadku łączników niskiego napięcia sprawdzanie doświadczalne charakterystyk ruchu zastępuje się na ogół skontrolowaniem cech mechanicznych układu stykowego (docisku, przychyłu i poślizgu). Jedynie dla celów badań laboratoryjnych znane są układy do zdejmowania charakterystyk ruchu - głównie styczników elektromagnetycznych - przy użyciu oscylografów.

1.2. Metody wyznaczania charakterystyk ruchu

Dla wyznaczania wykresów ruchu - głównie rozłączników i wyłączników wysokiego napięcia - rozwinęły się u nas dwie metody: metoda z zapisem mechanicznym (pisakiem) przy użyciu in-



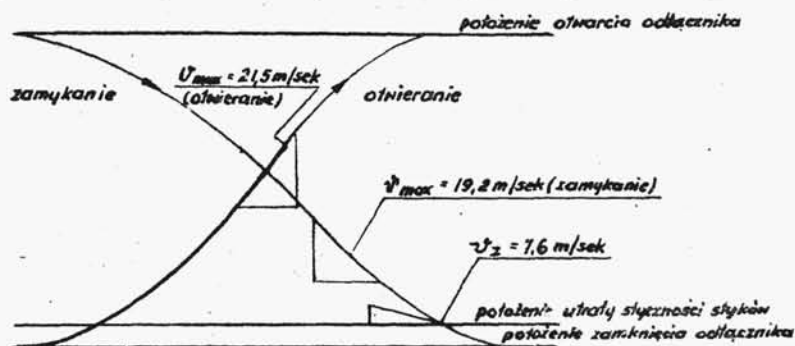
Rys. 79. Układ indykatora bębnowego: 1 - silnik napędowy, 2 - walec rurowy, 3 - prowadnica rysika, 4 - rysik

dykatora bębnowego oraz metody oscylograficzne (z użyciem przede wszystkim oscylografu pętlicowego). Oprócz nich np. w Związku Radzieckim rozpowszechnione jest połączenie z zapisem mechanicznym zdejmowanie wykresów ruchu za pomocą nie-tłumionego elektromagnesu prądu zmiennego tzw. wibrografu (L.3).

1. Z metod zdejmowania wykresów ruchu najprostszą i najczytelniejszą jest metoda indykatora bębnowego, czyli walca obracającego się ze znaną i stałą prędkością. Rysik sprzężony mechanizmem korbowo-wodzikowym z wybranym punktem mechanizmu badanego, przesuwa się współosiowo względem osi bębna, kreśląc na owijającym bęben papierze wykres drogi wybranego punktu badanego mechanizmu w funkcji czasu (rys. 79). Odpowiedni dobór średnicy bębna i jego prędkości obrotowej, umożliwia

uzyskanie dogodnej podziałki czasowej wykresu indykatorowego. Przykład zapisanego na indykatorze bębnowym zestawu charakterystyk ruchu podano na rys. 80.

Na przykładzie tego rysunku objaśnić możemy dodatkowo kwestię podziałki wykresu indykatorowego. W tym celu wprowadzimy



Rys.80. Wykresy indykatorowe ruchu $y = f(t)$ dla końca noża odłącznika w wyłączniku pneumatycznym 110 kV (typu WP 110)

pojęcie współczynnika odwzorowania wartości danej wielkości fizycznej na wykresie, jako stosunku wartości wielkości odwzorowywanej do długości odcinka odwzorowującego. Współczynnik odwzorowania oznaczać będziemy literą grecką μ z indeksem symbolizującym wielkość odwzorowywaną.

W interesującym nas przypadku indykatorowego wykresu ruchu mamy do czynienia z odwzorowaniem dwóch wielkości fizycznych:

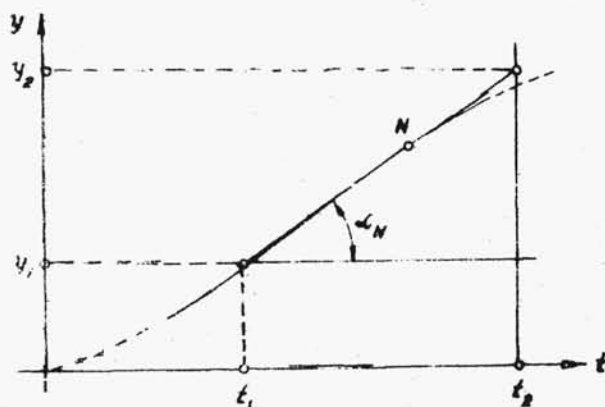
- czasu odmierzanego w osi poziomej wykresu (osi wzdłuż których skierowane są wektory prędkości obrotowych bębna indykatora),
- drogi odmierzanej w osi prostopadłej do osi czasu i zgodnej z kierunkiem ruchu pisaka indykatora.

Odwzorowanie takie wzdłuż dwóch prostopadłych wzajemnie osi wykresu wyznaczają zatem odpowiednio dobrane współczynniki:

- odwzorowania czasu μ_t w przykładowych jednostkach $\frac{\text{msek}}{\text{mm}}$,
- odwzorowania drogi μ_l w przykładowych jednostkach $\frac{\text{mm}}{\text{mm}}$.

Dysponując zatem współczynnikami odwzorowania czasu i drogi dla danego wykresu możemy przykładowo wyznaczyć dla fragmentu wykresu zamykania z rys.81 wartość skalarną prędkości w punkcie N, prowadząc do wykresu styczną w tym punkcie i budu-

jąc równoległe do osi y, t trójkąt o długościach boków wzajemnie prostopadłych $l_{t_1 t_2}$ i $l_{y_1 y_2}$.



Rys. 81. Wyznaczanie modułu prędkości w punkcie N wykresu $y = f(t)$ metodą stycznej

Ponieważ

$$v_N = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1},$$

a kolejno odcinkowi $l_{y_1 y_2}$ odpowiada droga rzeczywista

$$\mu_1 \cdot l_{y_1 y_2}$$

odcinkowi $l_{t_1 t_2}$ odpowiada czas

$$\mu_t \cdot l_{t_1 t_2},$$

zatem

$$v_N = \frac{\mu_1}{\mu_t} \cdot \frac{l_{y_1 y_2}}{l_{t_1 t_2}} = \frac{\mu_1}{\mu_t} \operatorname{tg} \alpha_N. \quad (38)$$

P r z y k ł a d: Wyznamy współczynnik odwzorowania czasu dla indykatora bębnowego o danych:

- średnica bębna indykatora $D = 122 \text{ mm}$,
- obroty znamionowe bębna indykatora $n = 300 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$.

Znamionowa prędkość obwodowa bębna v_0 wyniesie

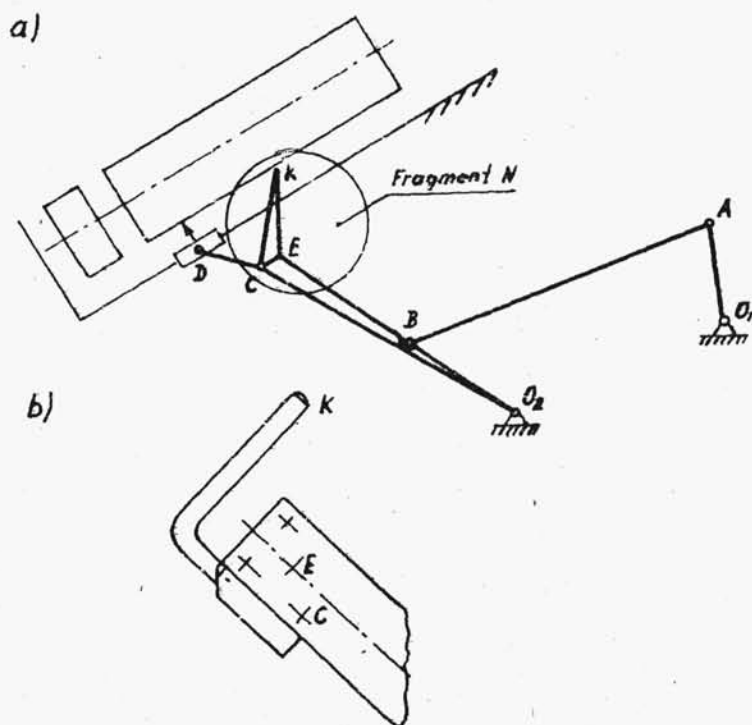
$$v_0 = \frac{n}{60} \frac{\text{obr}}{\text{sek}} \pi D \text{ mm}.$$

Współczynnik odwzorowania czasu wyznaczmy z zależności

$$\mu_t = \frac{1}{v_0} 1000 \frac{\text{msek}}{\text{mm}} = \frac{60 \cdot 1000}{300 \cdot \pi \cdot 122} = 0,522 \frac{\text{msek}}{\text{mm}}.$$

Przy zdejmowaniu wykresów ruchu mechanizmów łączników interesuje nas zwykle najbardziej przebieg ruchu styków ruchomych. Nie zawsze jednak istnieje możliwość połączenia bezpośredniego lub poprzez dodatkową przekładnię, rysika indykato-

ra ze stykami (stykiem) ruchomymi badanego łącznika. Wtedy rysik indykatora bezpośrednio lub z pośrednictwem dodatkowej przekładni, łączymy z innym dogodnym punktem położonym na któ-



Rys.82. Schemat sprzężenia rysika indykatora bębnowego z mechanizmem odłącznika mocy: a-schemat kinematyczny układu, b-szkic konstrukcyjny końca stykowego noża obrotowego badanego odłącznika (fragmentu N)

rymś z ogniów mechanizmu łącznika. Bardzo często będzie to wał główny łącznika. Mając zapisany wykres ruchu dla jednego punktu mechanizmu możemy wyznaczyć - znając schemat kinematyczny mechanizmu - wykres ruchu dla każdego dowolnie obranego punktu mechanizmu, korzystając z metody planów prędkości (L 3).

Ilustrację dla powyższego może stanowić rys.82, pokazujący sposób ustawienia indykatora bębnowego dla zdejmowania wykresu ruchu mechanizmu rozłącznika. Na rysunku pokazana jest jedynie przekładnia czworobokowa O_1ABO_2 mechanizmu z wału głów-

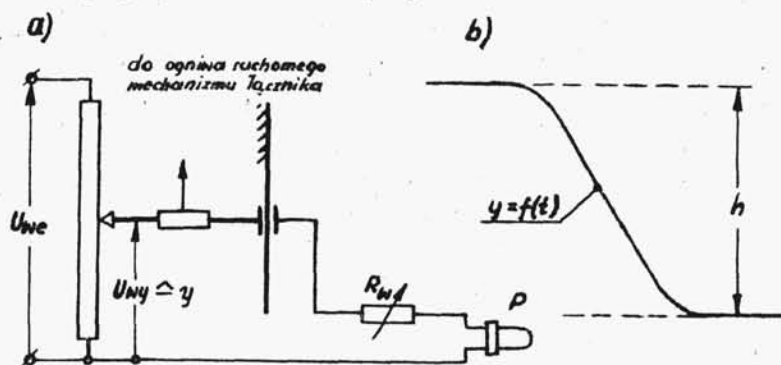
nego O_1 na obrotowe styki ruchome O_2EK . Rysik indykatora bębnowego sprzężony tu został z badanym mechanizmem przy użyciu dodatkowej przekładni korbowo-wodzikowej O_2CD , przy czym jako ogniwo O_2C (korba mechanizmu) wykorzystany został styk obrotowy rozłącznika. Ogniwem dodatkowym jest łącznik tej przekładni CD .

2. Przy przeprowadzaniu badań łączeniowych łączników zwłaszcza badań zwarciowej zdolności łączenia, zapis wykresów ruchu za pomocą prostego indykatora bębnowego już na ogół nie wystarcza. Zależy nam wtedy na wprowadzeniu wykresu ruchu mechanizmu (napędowego, przekładni, komory gaszącej lub innych), badanego łącznika na oscylogram próby wspólnie z przebiegami wielkości elektrycznych. W takim przypadku mamy do wyboru dwie drogi - stosowanie indykatora bębnowego ze sterowaniem zapisu mechanicznego albo zastosowanie elektrycznych przetworników drogi (liniowej, kątowej lub zakreślonej ruchem płaskim ogólnym), pracujących w obwodach pętlic (lub płyt odchyłowych (oscylografów zapisujących charakterystyki ruchu.

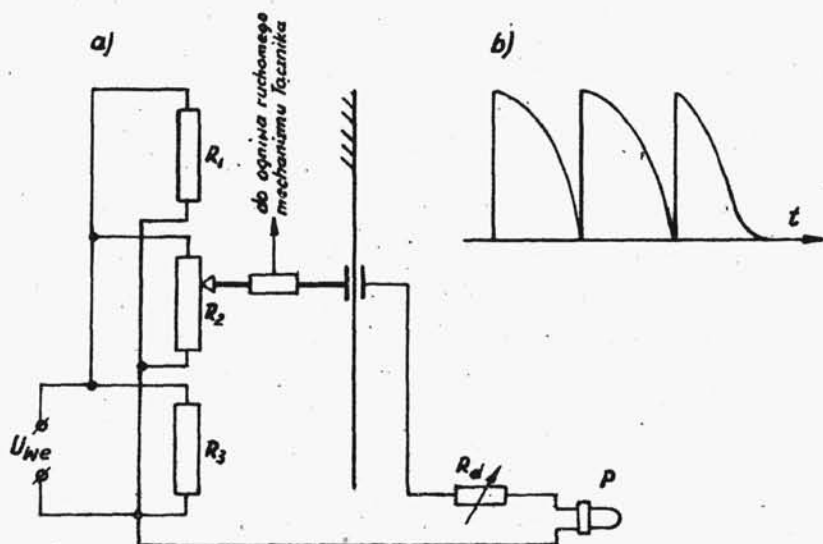
Indykator bębnowy ze sterowanym zapisem znajduje zastosowanie głównie przy badaniach łączeniowych łączników w.n., którymi nie będziemy się w tym miejscu bliżej zajmować. Nieco szerzej natomiast omówimy oscylograficzne układy zdejmowania charakterystyk ruchu. Wtedy mianowicie oś czasu dla charakterystyki ruchu jest odmierzana przez jednostajny przesuw papieru światłoczułego lub filmu w oscylografie pętlicowym. Droga natomiast, jak wspomnieliśmy wyżej, przetwarzana jest na odpowiadające jej zmiany prądu w obwodzie pętlicy oscylograficznej. Owe przetworniki, zwane dalej znacznikami drogi, rozwiązuje się w dwóch zasadniczych odmianach: znaczników liniowych i skokowych.

Znaczniki liniowe wykonuje się w postaci równomiernie nawiniętych oporników drutowych, zasilanych z pomocniczego źródła napięcia stałego, z których potencjometrycznie stykiem ślizgowym sprzężonym z ogniwem ruchomym mechanizmu badanego łącznika zdejmuje się wartość napięcia, proporcjonalną do aktualnego położenia mechanizmu (rys.83). Metoda ta w tej postaci nadaje się szczególnie do zapisu małych przemieszczeń, gdy cał-

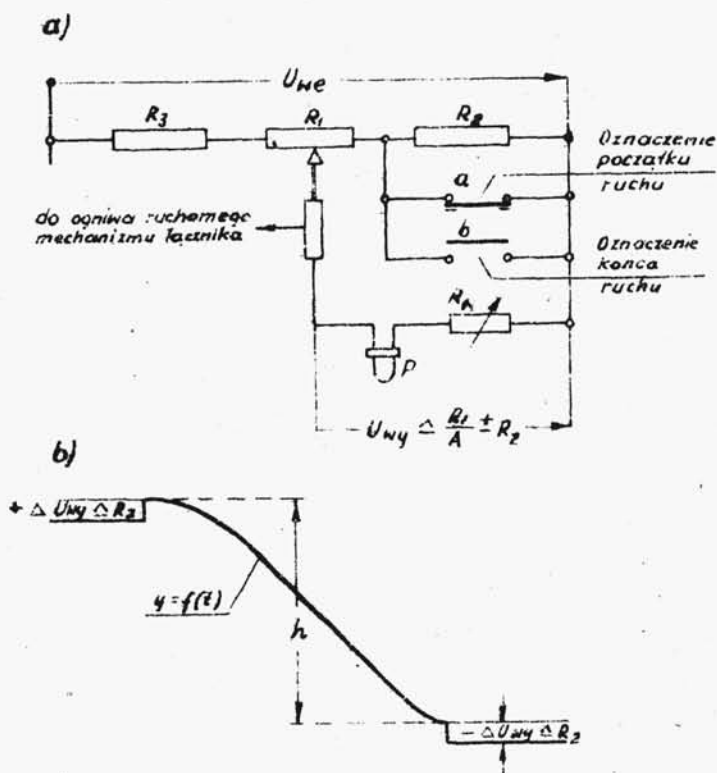
kowita dopuszczalna zmiana prądu w obwodzie pętlicy odpowiada stosunkowo małemu przemieszczeniu badanego mechanizmu. Przykładowo ma to miejsce przy zapisie ruchu tłoka różnicowego w komorach wyłączników małoolejowych.



Rys.83. Układ do oscylograficznego zapisu przebiegu $y=f(t)$ z wykorzystaniem potencjometrycznego znacznika drogi w układzie prostym: a-schemat układu, b- przykład oscylogramu



Rys.84. Układ do oscylograficznego zapisu przebiegu $y=f(t)$ z wykorzystaniem wielosegmentowego potencjometrycznego znacznika drogi: a - schemat układu, b - przykład oscylogramu przy $R_1 = R_2 = R_3$

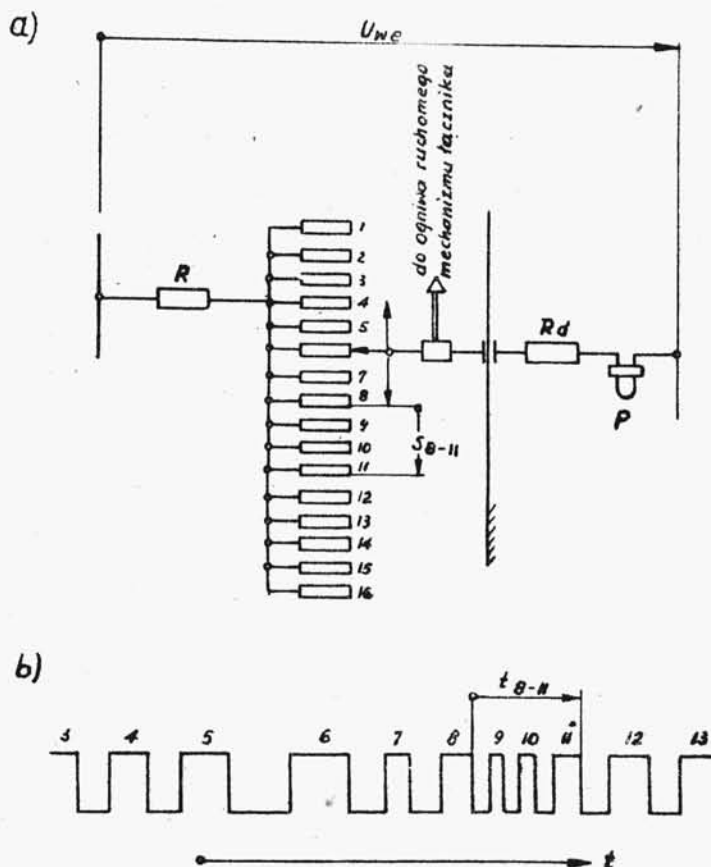


Rys.85. Układ do oscylograficznego zapisu przebiegu $y = f(t)$ z oznaczaniem początku i końca ruchu za pomocą zestyków pomocniczych a, b.: a - schemat rozwinięty, b - przykład oscylogramu

W przypadku potrzeby wykorzystania tej metody przy większych przemieszczeniach punktu (ogniwa) odniesienia można wykorzystać układ z rys.84, gdzie wykorzystuje się możliwość wielosegmentowego podziału potencjometru przetwornika. W układzie tym dla oznaczenia na oscylogramie wykorzystania poszczególnych segmentów potencjometru można dobrać różne wartości R_1 , R_2 i R_3 .

Ogólną niedogodnością metod potencjometrycznych jest mała czytelność zapisu charakterystyki ruchu na początku i przy końcu ruchu, powodowana głównie stosunkowo znaczną grubością linii wykresu pisanej przez pętlę oscylografu. Możliwość ominięcia tej niedogodności pokazuje rys.85, gdzie początek i koniec ruchu oznaczone są wyraźnie dzięki wprowadzeniu (ze-

styk a) i usuwaniu (zestyk b) z obwodu pętlicy oporu R_2 . Oczywiście trudność tej metody polega na konieczności nabudowywania



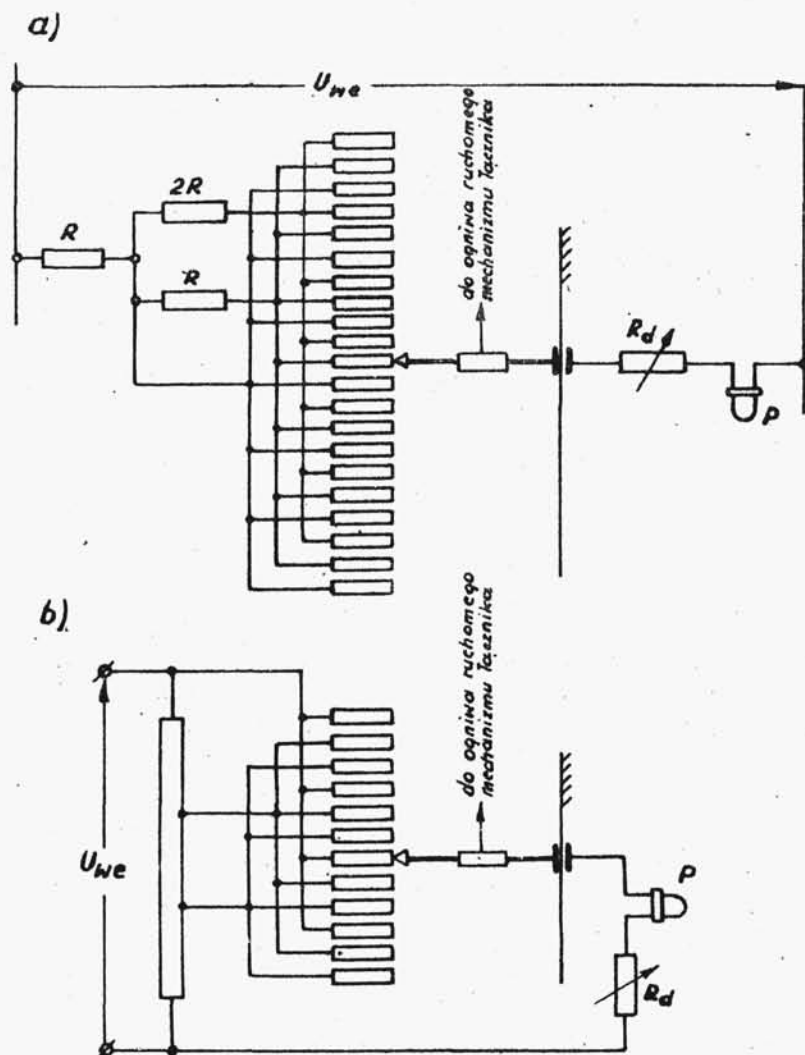
Rys.86. Elementarny skokowy znacznik drogi:
a - schemat układu, b - przykład oscylogramu.

Uwaga: Przykładowo na odcinku między
stykami 8-11 prędkość średnia $v_{sr} = \frac{S_{8-11}}{t_{8-11}}$

na badanym aparacie specjalnych zestyków znaczących krańcowe położenia mechanizmu.

Przy zapisie charakterystyk ruchu dla większych przemieszczeń punktu (ogniwa) badanego mechanizmu korzysta się najczęściej ze znaczników skokowych drogi. Najprostszy znacznik skokowy drogi liniowej wykonany jest w postaci listwy izolacyjnej z wpasowanymi równomiernie rozłożonymi na długości styka-

mi. Styki te są przyłączone do jednego bieguna napięcia pomocniczego stałego. Do drugiego oscylografu poprzez pętlę przyłączony jest styk ślizgowy sprzężony z wybranym punktem badawczym.



Rys.87. Układy połączeń skokowych znaczników drogi:
a - prądowy (szeregowy), b - napięciowy (równoległy)

nego mechanizmu (rys.86). W czasie ruchu mechanizmu, a zatem ruchu styku ślizgowego na przemian po przewodzących stykach znacznika i warstwach dzielącej je izolacji, pętlica oscylografu zapisuje szereg impulsów prostokątnych prądu stałego o

czasie trwania odwrotnie proporcjonalnym do prędkości wybranego punktu mechanizmu. Sposób ten wymaga specjalnego skalowania znacznika, pozwalającego podporządkować określonym stykom znacznika określone punkty drogi wybranego w mechanizmie punktu odniesienia. Wadą tego układu jest to, że nie informuje on o ewentualnych drganiach mechanizmu łącznika, występujących np. z reguły w końcowych okresach jego ruchu zamykania lub otwierania.

Doskonalsze są też z tego względu znaczniki drogi pokazane na rys.87. Tutaj styki znacznika rozdzielone są przykładowo na 3 grupy, przyłączone do jednego bieguna napięcia pomocniczego stałego poprzez oporniki o różnych wartościach oporności (R , $2R$, $3R$), w układzie szeregowym (rys.87a) lub do różnych zaczipów potencjometru (rys.87b). Do drugiego bieguna napięcia pomocniczego przyłączona jest pętlica oscylografu poprzez opornik dodatkowy R_d i styk ślizgowy znacznika sprzężony z ogniwem ruchomym mechanizmu łącznika.

W tym układzie przy ruchu mechanizmu w jednym kierunku otrzymujemy na oscylogramie kolejno powtarzające się po 3 impulsy prostokątne o różnej (np. rosnącej) wysokości, których czasy trwania - jak w układzie prostym - są odwrotnie proporcjonalne do prędkości wybranego punktu mechanizmu. Przy zmianie kierunku ruchu mechanizmu zamiast dotychczasowej kolejności impulsów otrzymamy kolejność odwróconą, połączoną z ciągiem impulsów sprzed zmiany kierunku ruchu powtórzeniem impulsu o jednej z wysokości.

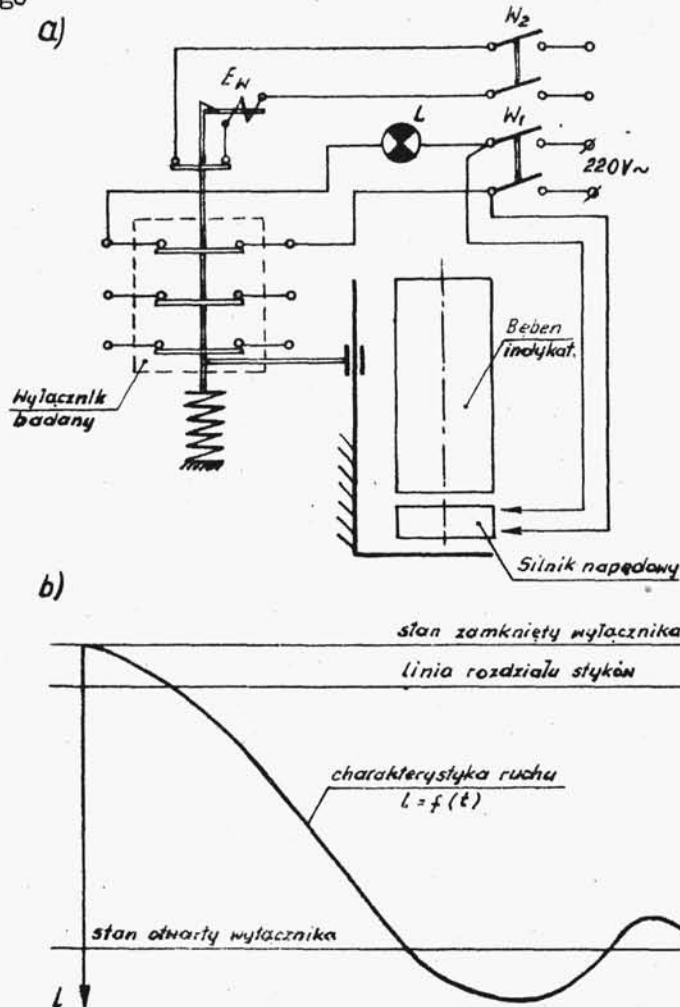
Wykaz literatury

1. Kirchner A.: Die Aufnahme von Schaltzeiten und Zeitwegkennlinien an den bewegten Teilen von Schaltern und deren Antrieben. Elin-Zeitschrift 1951, z.2, s.98-104.
2. Laig-Hörstebroek W.: Die Ausschaltbewegung bei Niederspannungsschaltgeräten, ETZ 1944, z.1/2, s.1-4.
3. Maksymiuk J.: Mechaniczna teoria łączników elektrycznych zestykowych (Skrypt), PWN, Warszawa 1962.
4. VDE - 0670/...57. Bestimmungen und Richtlinien für Wechselstrom-Hochspannungsschaltgeräte.

2. P o m i a r y

W ramach ćwiczenia wyznacza się charakterystykę ruchu wyłącznika w.n. metodą indykatora bębnowego oraz metodą oscylograficzną.

2.1. Wyznaczanie charakterystyki ruchu metodą indykatora bębnowego



Rys.88. Wyznaczanie charakterystyki ruchu metodą indykatora bębnowego: a - schemat układu pomiarowego, b - przykład wykresu $l = f(t)$. Oznaczenia: W1, W2 - wyłączniki laboratoryjne, E_W - elektromagnes wyzwalacza pomocniczego, L - lampa sygnalizacyjna

2.1. Wyznaczanie charakterystyki ruchu metodą indykatora bębnowego

W ćwiczeniu używamy indykatora bębnowego o układzie omówionym w punkcie 1. Schemat prostego układu pomiarowego i przykład zdjętego tą metodą wykresu ruchu przy otwieraniu wyłącznika pokazane są na rys.88.

Po założeniu papieru na bębnie indykatora uruchamiamy jego silnik napędowy (wyłącznik W1). Po uzyskaniu przez bęben jednostajnej prędkości obrotowej i sprawdzeniu właściwego ustawienia pisaka, otwieramy wyłącznik badany (wyłącznik W2) w celu zapisania wykresu jego otwierania na założonym na bębnie indykatora papierze. Przed otwarciem wyłącznika zapisujemy na papierze linię, odpowiadającą jego stanowi zamkniętemu, po otwarciu wyłącznika natomiast linię, odpowiadającą stanowi jego otwarcia.

Dodatkowo przy wykorzystaniu wskaźnika świetlnego L zapisujemy linię, odpowiadającą rozdziałowi styków wyłącznika.

Omawiane wykresy indykatorowe przy otwieraniu należy wyznaczyć dla kilku stanów nastawienia systemu amortyzacji wyłącznika w celu stwierdzenia możliwości wpływania na charakterystykę ruchu wyłącznika w pożądanym kierunku.

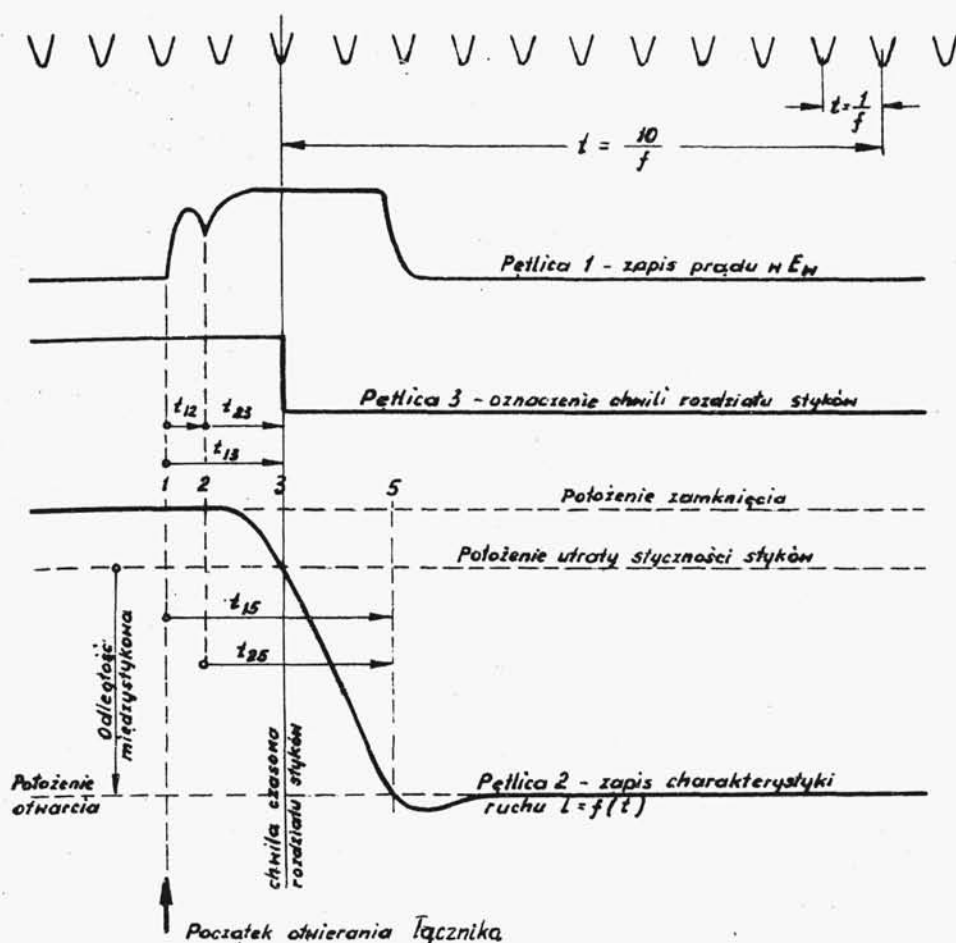
2.2. Wyznaczanie charakterystyki ruchu metodą oscylograficzną

W ćwiczeniu używamy znacznika drogi układu ruchomego wyłącznika w postaci równomiernie nawiniętego opornika drutowego zasilanego z pomocniczego źródła napięcia stałego. Schemat układu pomiarowego podany jest na rys.89.

Na oscylogramie obok charakterystyki ruchu (pętlica 2-P2) zapisujemy przebieg prądu w uzwojeniu elektromagnesu wyzwalacza pomocniczego (P1) i oznaczamy chwilę rozdziału styków (P3). Dodatkową czwartą pętlę, wykorzystujemy zwykle dla zapisu przebiegu napięcia okresowo-zmiennego o znanej częstotliwości w celu dokładnego wyskalowania osi czasowej oscylogramu.

Przykład zdejmowanego w tym układzie oscylogramu z zaznaczonymi interesującymi nas wartościami czasów i odcinków drogi podany jest na rys.90.

Sterowanie przebiegiem próby w układzie z rys.89 stanowi przykład najprostszego sterowania programowego - które powin-



Rys.90. Oscylograficzne wyznaczanie charakterystyki ruchu w układzie z rys.89. Przykład oscylogramu. Oznaczenia (wg projektu normy PN-62/E-01001): 1-chwila wystąpienia impulsu sterowniczego powodującego otwieranie aparatu łączeniowego, 2 - chwila wystąpienia impulsu wyzwalającego mechanizm napędowy aparatu łączeniowego, 3-chwila utraty styczności styków w danym biegunie, 5-chwila osiągnięcia po raz pierwszy położenia otwarcia przez styki ruchome (bieguna, który jako ostatni osiąga stan otwarcia), t_{12} -czas własny wyzwalacza pomocniczego elektrycznego, t_{23} -czas własny mechanizmu napędowego aparatu łączeniowego przy otwieraniu (liczony względem ewentualnego ostatniego otwierającego się bieguna), t_{13} -czas własny aparatu łączeniowego przy otwieraniu (uwaga jw.), t_{15} lub t_{25} -czas otwierania aparatu łączeniowego (uwaga jw.)

no zapewnić pewne wyprzedzenie w uruchomieniu zapisu oscylograficznego w stosunku do początku zapisywanych na oscylogramie przebiegów. Wyprzedzenie to można zrealizować stosując nastawnik czasowy, budując w tym celu układ przekaźnikowy opóźnienia impulsu J2 lub stosując odpowiednio przystosowaną do tego automatykę oscylografu pętlicowego (możliwe np. w oscylografie typu MPO-2).

3. P r o t o k ó ł p o m i a r ó w

A. Parametry wyłącznika badanego:

Typ NF $U_{n1} = \dots$ kV, $U_n = \dots$ kV

$J_n = \dots$ A, $S_{wył} = \dots$ MVA przy kV

$J_{1sek} = \dots$ kA, $i_{zał} = \dots$ kA_m

$l_{max} = \dots$ mm.

B. Parametry indykatora bębnowego i przekładni pomiarowej:

Średnica bębna indykatora D = mm.

Obroty znamionowe bębna indykatora $n = \dots \frac{\text{obr}}{\text{min}}$.

Znamionowa prędkość obwodowa bębna $v_o = \frac{n}{60} \frac{\text{obr}}{\text{sek}} \cdot \pi \cdot D$ mm.

Współczynnik odwzorowania czasu

$$\mu_t = \frac{1}{v_o} \cdot 1000 \frac{\text{msek}}{\text{mm}} = \dots$$

Współczynnik odwzorowania drogi $\mu_l = \dots \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$.

U w a g a: Przy wyznaczaniu współczynnika odwzorowania drogi należy podać zwymiarowany szkic przekładni między rysikiem indykatora a wybranym punktem mechanizmu wyłącznika.

C. Wykresy indykatora ruchu zdjęte dla trzech różnych stanów amortyzacji.

D. Parametry elementów układu pomiarowego dla oscylograficznego wyznaczania charakterystyki ruchu.

a. Oporowy indykator ruchu wykonany w układzie elektrycznym i o konstrukcji podanej na dołączonych do protokołu szkicach.

b. Do rejestracji zastosowano oscylograf pętlicowy typu ..
wytwórni, rok budowy

c. Do zapisu poszczególnych przebiegów zastosowano pętlice:

1. Zapis charakterystyki ruchu - pętlica typu

$$i_{\max} = \dots \text{ mA}, f_0 = \dots \text{ Hz}, R_{d2} = \dots \Omega.$$

2. Oznaczenie chwili rozdziału styków - pętlica typu

$$i_{\max} = \dots \text{ mA}, f_0 = \dots \text{ Hz}, R_{d3} = \dots \Omega$$

$$U_{\text{pom}} = \dots \text{ V}.$$

3. Zapis przebiegu prądu w E_w - pętlica typu

$$i_{\max} = \dots \text{ mA}, f_0 = \dots \text{ Hz}, R_{d1} = \dots \Omega.$$

E. Oscylogramy charakterystyki ruchu i przebiegów związanych zdjęte dla 3 różnych stanów amortyzacji.

4. O p r a c o w a n i e p o m i a r ó w i d y s k u s j a w y n i k ó w .

A. Na podstawie jednego z wykresów $l = f(t)$ wyznaczonych metodą indykatora bębnowego należy drogą dwukrotnego różniczkowania graficznego wyznaczyć wykres $v = f(t)$ i $a = f(t)$ i zaznaczyć na nim wartość prędkości w momencie rozdziału styków oraz największą wartość przyspieszenia (opóźnienia). Na dwu pozostałych wykresach należy wyznaczyć prędkość w momencie rozdziału styków oraz prędkości średnie.

Charakterystyki ruchu $l = f(t)$ dla różnych stanów amortyzacji otrzymane metodą indykatora bębnowego należy porównać z fabrycznym wykresem wzorcowym i określić właściwy stopień amortyzacji.

B. Oscylogramy charakterystyki ruchu i przebiegów związanych należy opisać i wyznaczyć liczbowe wartości charakterystycznych dla przebiegu otwierania wyłącznika czasów. Dodat-

kowo wyznaczyć należy uchyb pomiaru w stosowanej w tym ćwiczeniu metodzie oscylograficznej.

Ćwiczenie 2.2. Próby urządzeń wyzwalających wyłączników w.n

1. O b j a ś n i e n i a w s t ę p n e d o ć w i c z e n i a

1.1. Klasyfikacja wyzwaczy

Wyzwalacze elektromagnetyczne stanowią niezbędne wyposażenie samoczynnych aparatów łączeniowych zarówno niskiego jak i wysokiego napięcia. Związane z tematem podstawowe definicje są następujące:

W y z w a l a c z jest to przyrząd, który pod wpływem odpowiedniej zmiany natężenia prądu w jego uzwojeniu powoduje w sposób mechaniczny otwarcie (zamknięcie) elektrycznego aparatu łączeniowego.

W odróżnieniu od wyzwacza p r z e k a ź n i k jest to przyrząd, który pod wpływem odpowiedniej zmiany wielkości elektrycznej w obwodzie jego uzwojenia dokonuje swymi zestykami zmiany w obwodach sterowniczych innych przyrządów.

W przypadku połączenia uzwojenia wyzwacza (lub przekaźnika) w szereg z biegunem aparatu łączeniowego - mówimy o wyzwalczu (przekaźniku) b e z p o ś r e d n i m.

Jeśli uzwojenie wyzwacza (przekaźnika) zasilane jest przez przekładnik lub z pomocniczego źródła prądu - mówimy o wyzwalczu (przekaźniku) p o ś r e d n i m.

Ograniczając w dalszym ciągu swoje zainteresowanie do wyzwaczy wprowadzimy ich bardzo istotny podział na wyzwacze pomiarowe (zabezpieczeniowe) i pomocnicze.

Wyzwalacze pomiarowe mają za zadanie porównać z określoną dokładnością wartość rzeczywistą oddziaływującej na nią wielkości fizycznej z wartością rozruchową tej wielkości i w zależności od wyniku porównania dokonujące lub nie wyzwolenia łącznika.

Wyzwalacze pomocnicze natomiast działają na skutek pojawienia się lub zmiany działającej na nie wielkości fizycznej - przy czym ich pewność działania musi być zapewniona w pewnym przedziale działającej na nie wielkości. Przykładowo w przy-