

967/I

Warszawa

IER-ELEKTRYK ROMAN TRECHCIŃSKI  
PROFESOR POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

# TELEFONJA AUTOMATYCZNA

CZĘŚĆ I

PODSTAWY TELEFONJI AUTOMATYCZNEJ  
WEDŁUG WYKŁADÓW DLA STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ  
WYDZIAŁÓW:

1. ELEKTRYCZNEGO — ODDZIAŁ PRĄDÓW SILNYCH
2. ELEKTRYCZNEGO — ODDZIAŁ PRĄDÓW SŁABYCH
3. INŻYNIERJI LĄDOWEJ — ODDZIAŁ KOMUNIKACYJNY

WYDANE Z ZASIŁKIEM  
POLSKIEJ AKCYJNEJ  
SPÓŁKI TELEFONICZNEJ

WYDAWNICTWO KOŁA ELEKTRYKÓW STUDENTÓW POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ

WARSZAWA 1933

SKŁAD GŁÓWNY W KOMISJI WYDAWNICZEJ TOW. BRATNIEJ POMOCY  
STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ, WARSZAWA, UL. POLNA 3

# TELEFONJA AUTOMATYCZNA

1030/  
1159

INŻYNIER-ELEKTRYK ROMAN TRECHCIŃSKI  
PROFESOR POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

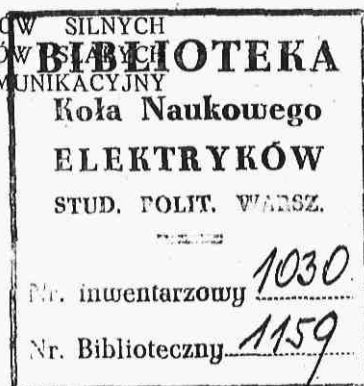
# TELEFONJA AUTOMATYCZNA

CZĘŚĆ I

PODSTAWY TELEFONJI AUTOMATYCZNEJ  
WEDŁUG WYKŁADÓW DLA STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ  
WYDZIAŁÓW:

1. ELEKTRYCZNEGO — ODDZIAŁ PRĄDÓW SILNYCH
2. ELEKTRYCZNEGO — ODDZIAŁ PRĄDÓW SŁABYCH
3. INŻYNIERJI ŁADOWEJ — ODDZIAŁ KOMUNIKACYJNY

WYDANE Z ZASIĘKIEM  
POLSKIEJ AKCYJNEJ  
SPÓŁKI TELEFONICZNEJ



WYDAWNICTWO KOŁA ELEKTRYKÓW STUDENTÓW POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ

WARSZAWA 1933

SKŁAD GŁÓWNY W KOMISJI WYDAWNICZEJ TOW. BRATNIEJ POMOCY  
STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ, WARSZAWA, UL. POLNA 3.

BIBLIOTEKA  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ  
Warszawa, Pl. Jedności i Robotniczej 1

C. 3967.17.



nr. 216

BG03P/070533

I. Pod nazwą telefonji automatycznej rozumiany jest system połączenia alarmującego abonenta ( $A Ab$ ) z pożądanym ( $P Ab$ ) za pomocą organów (aparatów, maszyn), uruchamianych w zależności od manipulacji, dokonywanych przez  $A Ab$ , związanych z numerem  $P Ab$  i konfiguracją sieci telefonicznej.

II. Przykład systemu samowybierającego ( $SW$ ). Rys. 1 od-  
tworza układ aparatów  $SW$ ; w omawianym przykładzie pole wielokrotne składa się z 5 przewodów aparatowych i 1 dodatkowego (zerowy, ziemny). Żeby połączyć się z pożądanym,  $A Ab$ :

1. ustawia wybieracz  $LW$  na kontakt, nacechowany numerem  $P Ab$ .
2. podnosi  $MT$ ; jeżeli  $P Ab$  prowadzi w tym czasie zwykłą (nie tajną) rozmowę w której jest wywoływany, to  $A Ab$  włącza się równolegle i słyszy tę rozmowę; stwierdziwszy, że trafił na zajętego  $A Ab$  kładzie  $MT$ . Jeżeli  $P Ab$  jest alarmującym, to  $A Ab$  nie słyszy istniejącej rozmowy i przypuszczając, że trafił na wolnego naciska  $PD$ , przez co nadaje  $WSg$ ; ponieważ  $P Ab$  tego  $Sg$  nie otrzymuje, więc nie zgłosi się i  $A Ab$  domyśla się, że  $P Ab$  jest zajęty lub nieobecny. Jeżeli  $P Ab$  prowadzi tajną rozmowę, to jest przy naciśniętym  $PT$  i przestawionym  $LW$ , to  $A Ab$  nie słyszy rozmowy i naciska  $PD$ , rozmawiający abonenci otrzymują  $WSg$  w postaci trzasku i mogą, w razie życzenia, po przestawieniu swych  $LW$  na pozycję  $a$ , otrzymać  $WSg$  w swoim  $DN$ .

System  $SW$  w nielicznych tylko fragmentach może być traktowany, jako analogiczny do telefonji automatycznej ( $STA$ ), a mianowicie w systemie tym jest  $LW$  (linjowy wybieracz), uruchamiany przez  $A Ab$  ręcznie; obecność  $LW$  stwarza analogię do  $STA$ , ale ręczny, a nie maszynowy (elektromagnetyczny), napęd niweczy powyższą analogję.

### III. Spis ważniejszych przebiegów w STA.

1. Alarm centrali. Alarmowy sygnał ( $A Sg$ ).
2. Dołączenie się do sznurowej linii ( $Sr L$ ):
  - a) linja  $A Ab$  szuka  $Sr L$ ; proces niesłusznie nazywany wybieraniem wstępnem zapomocą organu, również niesłusznie nazywanego, wybieraczem wstępnym ( $W W$ ).
  - b)  $Sr L$  szuka linji  $A Ab$  zapomocą alarmowego szukacza ( $A S$ ).

3. Zgłoszenie się centrali. Alarmowy zgłoszeniowy sygnał ( $A Z Sg$ ).
4. Wybieranie przez  $AAb$  numeru  $PAb$  zapomocą tarczy numerowej ( $Fs$ ):
  - a) wybieranie grup przez grupowe wybieracze ( $GW$ );
  - b) szukanie wolnych organów następnego stopnia wybierania przez  $GW$ ;
  - c) wybieranie najniższej grupy przez  $LW$ ;
  - d) wybieranie w najniższej grupie  $PAb$  przez  $LW$ .
5. Perlustracja na  $PAb$ :
  - a) trafienie na wolnego. Wywoławczy sygnał ( $WSg$ );
  - b) trafienie na zajętego. Sygnał zajętości ( $BSg$ ).
6. Zgłoszenie się  $PAb$ . Sygnał podniesienia  $MT$  ( $PSg$ ).
7. Przesygnalizowanie zaliczenia rozmowy ( $ZSg$ ).
8. Zakończenie rozmowy:
  - a) sygnał skończenia ( $SSg$ );
  - b) zaliczenie rozmowy ( $Z$ );
  - c) powrót organów połączeniowych do pozycji wyjściowej (do domu,  $He$ ).

#### IV. Wybieranie i szukanie.

Przez wybieranie rozumiany jest proces ustawienia się organu w określonym położeniu pod wpływem zewnętrznych czynników, kierujących ruchem.

Przez szukanie rozumiany jest proces ustawienia się organu w określonym położeniu w zależności od nacechowania (markowania,  $MK$ ) kontaktów pola wielokrotnego (multiple  $Mp$ ). Stosownie do powyższego,  $GW$  w swym ruchu pierwszym, ustawiając się na odpowiednią grupę, pracuje jako wybieracz; w swym ruchu drugim, kiedy lustruje na wolny organ w grupie, pracuje jako szukacz.

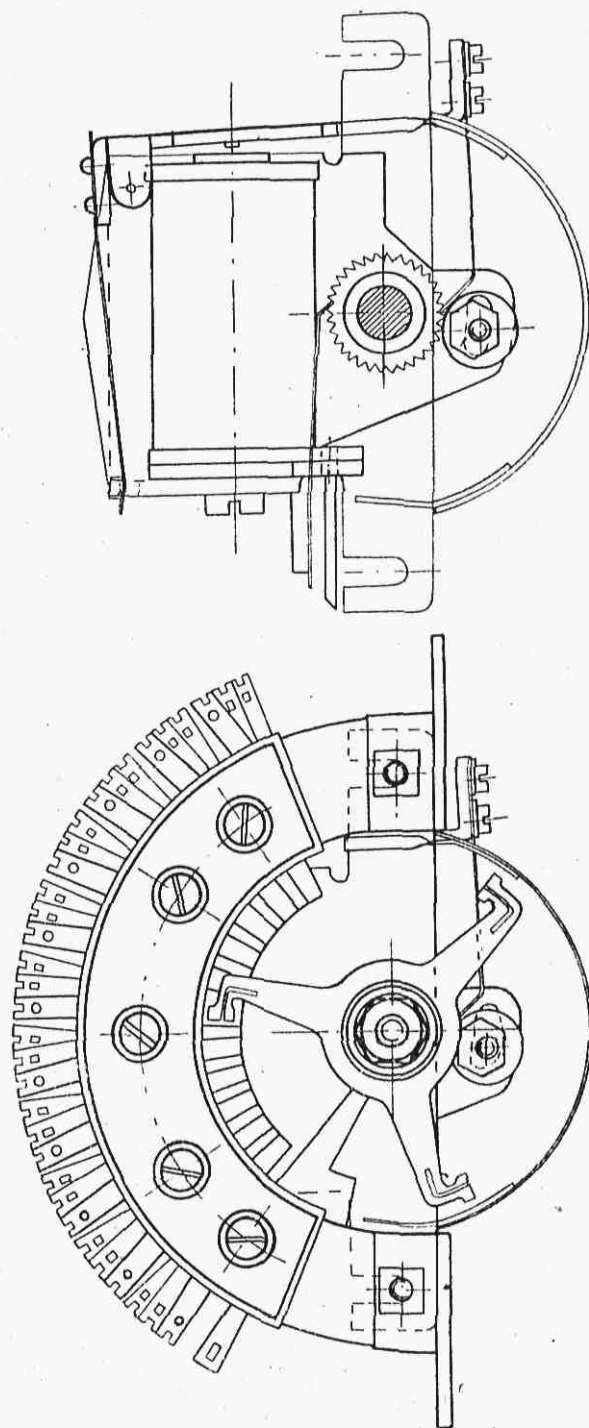
$LW$  w obu swych ruchach pracuje jako wybieracz,

$WW$  pracuje jako szukacz, zatem można byłoby go poprawniej nazywać „szukaczem wstępnym“.

#### V. Napęd.

Najczęściej stosowane są dwa rodzaje napędu organów połączeniowych:

1. elektromagnetyczny, przy którym ruch armatury elektromagnesu przenoszony przez przekładnię zapadkową, koła zębate lub części uzębione, daje ruch posuwisty lub obrotowy organu,
2. maszynowy, realizowany przez sprzęganie z osią wirującą przekładni organu, która nadaje mu ruch obrotowy lub



Rys. 2.



posuwisty; w odpowiednim momencie ustaje sprzężenie i organ zatrzymuje się.

Specjalny typ organów stanowią komplety relais.

VI. Organy bywają:

1. O jednym rodzaju ruchu, zwykle obrotowym.
2. o dwóch rodzajach ruchu:
  - a) ruch podnoszący i obrotowy (Strowger);
  - b) ruch obrotowy i radialny (L. M. Ericsson);
  - c) dwa ruchy obrotowe (Mac Berty);
3. o trzech rodzajach ruchu;
4. o ruchu jedno lub dwukierunkowym.

VII. Centrowanie.

Urządzenia centrujące służą do:

1. zatrzymania ruchomych części organu w określonym położeniu z uwzględnieniem, aby bezwładność masy i zmienne (hamujące) tarcie nie miały wpływu na ustawienie się organu;
2. utrzymania ruchomych części organu w określonym położeniu.

Na rys. 2 uwidoczniony jest wybieracz o napędzie elektromagnetycznym (Siemens & Halske) z centrowaniem typu pierwszego; na rys. 3 — taki sam (L. M. Ericsson) z centrowaniem typu pierwszego i drugiego.

VIII. Organy z napędem elektromagnetycznym, ciągną (poruszają) szczotki kontaktowe:

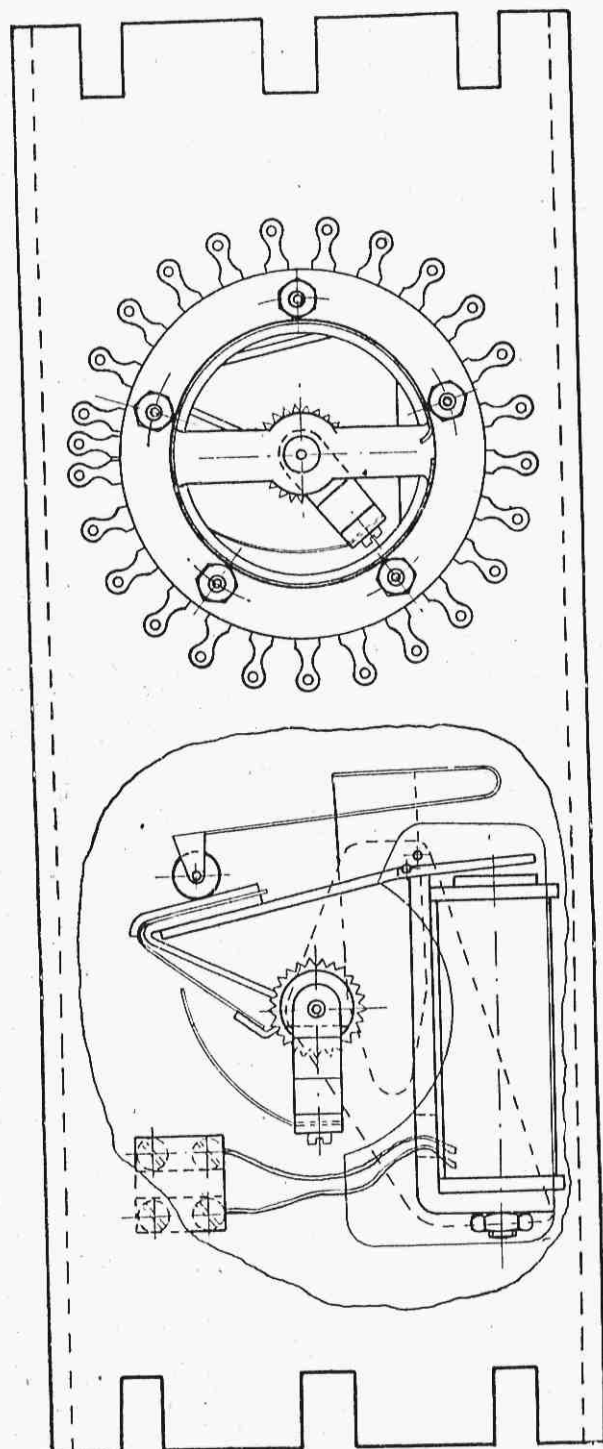
1. albo przy przyciąganiu armatury (pod prądem);
2. albo przy puszczeniu armatury (pod sprężyną). Wybieracz uwidoczniony na rys. 2 ciągnie pod prądem; takiż — na rys. 3 — pod sprężyną (pod wpływem sprężyny, odciągającej armaturę),
3. albo przy przyciąganiu i przy puszczeniu armatury, przy czem ruch szczotek jest zawsze pod sprężyną, a centrowanie przez zapadki ograniczające. Na rys. 4 odtworzony jest taki organ (L. M. Ericsson). Powrót i naciąganie sprężyny realizowane jest maszynowo.

IX. Relais.

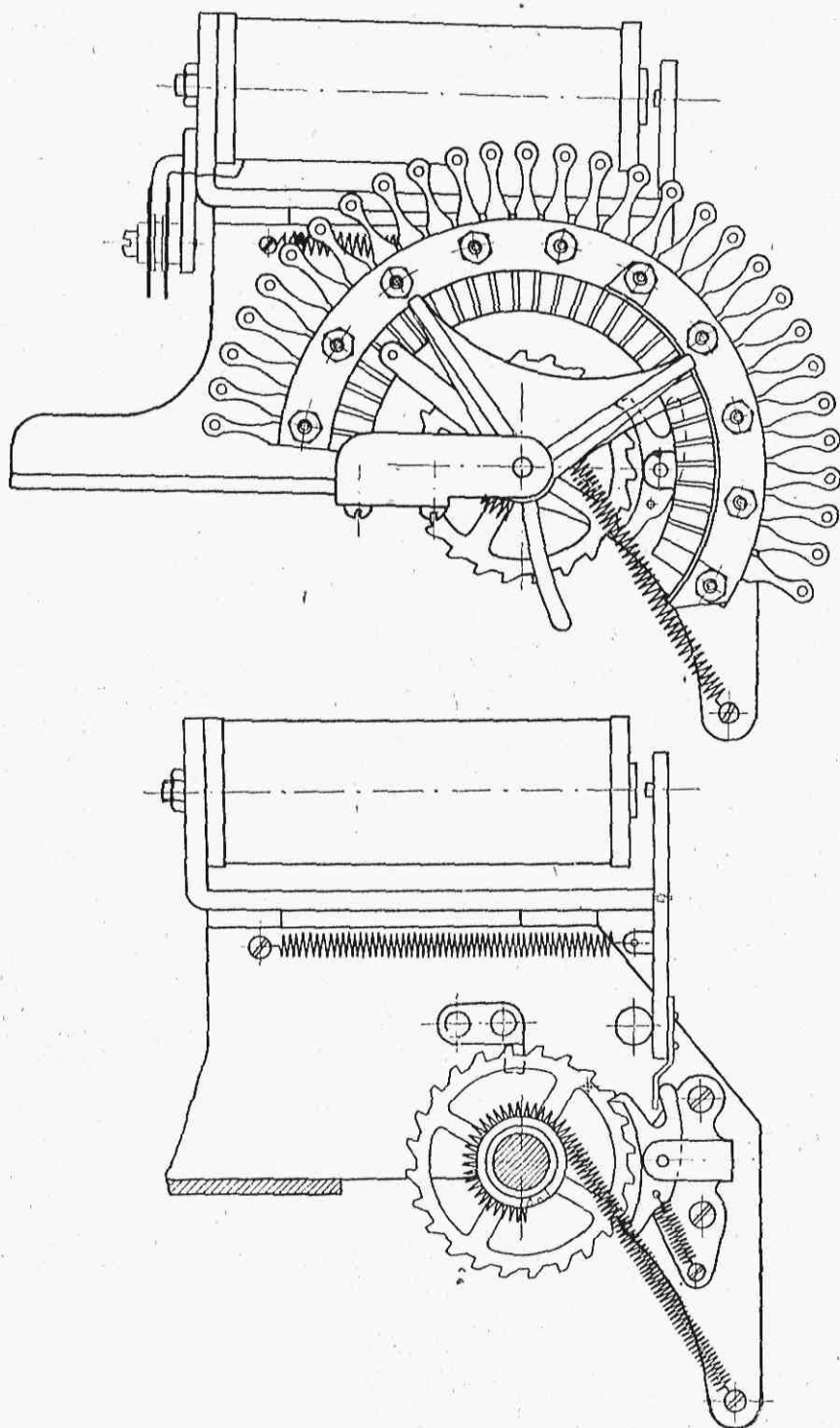
Dla określenia sił przyciągających i czasu pracy należy obliczyć przebieg wartości strumienia magnetycznego.

Chwilowa wartość może być określona według wzoru:

$$\Phi = \frac{0,4 \pi z l}{S} = \frac{1,257 z l}{S} (\text{Maksweł}) \dots\dots\dots 1$$



Rys. 3.



Rys. 4.

gdzie:  $z$  — ilość zwoi,

$i$  — prąd w  $A$ ,

$S$  — oporność magnetyczna aktualnego strumienia.

Indukcyjność:

$$L = \frac{4 \pi z^2}{S} 10^{-9} H. \dots \dots \dots 2$$

Siła działająca na armaturę:

$$F = \frac{B^2 Q_{Fe}}{8 \pi} \text{ (dyn)} = \frac{B^2 Q_{Fe}}{8 \pi \cdot 981} \text{ (gram)} \dots \dots \dots 3$$

gdzie  $B$  — indukcja magnetyczna (Gaus)

$Q_{Fe}$  — przekrój rdzenia ( $\text{cm}^2$ ).

Dla drutów emaljowanych o średnicy od 0,07 mm do 0,7 mm współczynnik zapelnienia waha się w granicach od 0,45 do 0,60; średnia wartość 0,53 będzie dla średnicy 0,15 mm. Na wartość współczynnika zapelnienia mają wpływ: względna grubość izolacji i średnica drutu; małe średnice lepiej się układają, niż duże.

Dla określenia średnicy drutu i ilości zwojów można korzystać z uproszczonych wzorów:

$$z = k_1 \sqrt{R} \dots \dots \dots 4$$

$$d \text{ (mm)} = \frac{k_2}{\sqrt{R}} \dots \dots \dots 5$$

gdzie  $R$  — oporność uzwojenia w omach,

$k_1$  i  $k_2$  — współczynniki, których wartości dla normalnych relais L. M. Ericsson'a wynoszą:

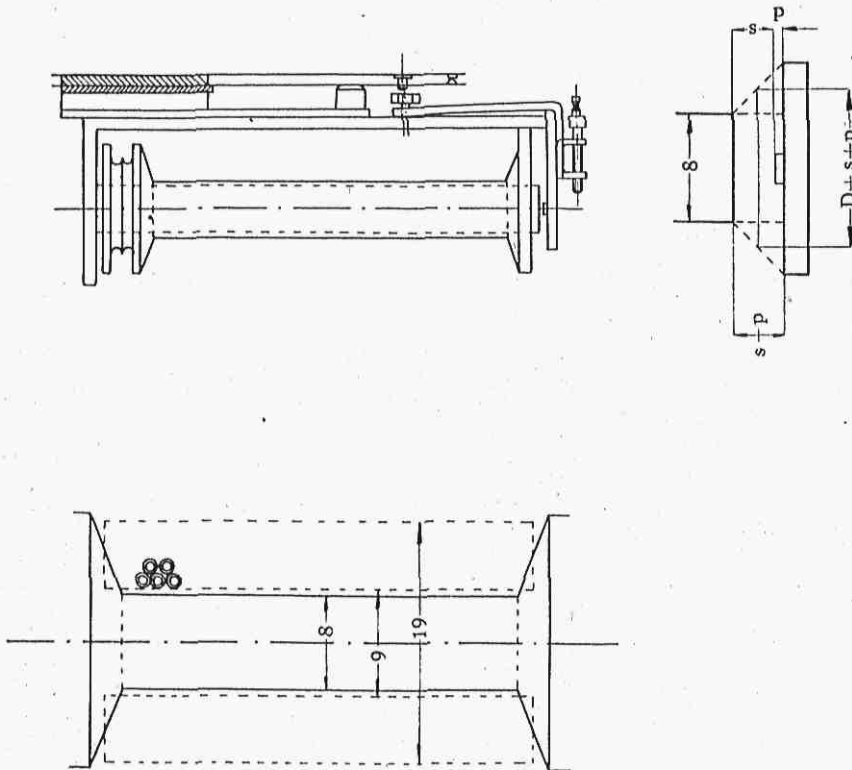
$$k_1 = 500 \text{ (od 450 do 550)}$$

$$k_2 = 0,70 \text{ (od 0,63 do 0,77)}$$

Na rys. 5 uwidoczniiony jest przekrój normalnego relais firmy L. M. Ericsson. Przekładka  $p$  bywa: 0,05 — 0,1 — 0,2 — 0,3 — 0,4 — 0,5 — 0,7 — 1,0 mm; skok  $s$ : 0,3 — 0,4 — 0,5 — 0,6 — 0,8 — 1,0 mm. Wolny skok ( $fs$ ) między grzybem armatury i trzonem sprężyny wynosi około 0,15 mm, co w przeniesieniu na ruch armatury naprzeciw środka rdzenia daje 0,1 mm, ponieważ stosunek ramion jest 16 do 24 mm. Przesunięcia sprężyn kontaktowych bę-

dą większe od odpowiedniego przesunięcia armatury w stosunku  $\frac{24}{16} \times \frac{42}{32} = \sim 2$  razy; siła na kontaktach będzie stanowiła  $\sim 0,5$  siły naprzeciw środka rdzenia.

Długość drogi strumienia magnetycznego w żelazie równa się:  
 $\lambda = \sim 20$  cm; przekrój  $0,5$  cm<sup>2</sup>; przenikalność magnetyczna zależy



Rys. 5.

od indukcji i w zwykłych warunkach waha się od 1000 do 4000; przyjmując 3000, otrzymuje się oporność magnetyczną w żelazie:

$$S_{Fe} = \frac{20}{3000 \cdot 0,5} = 0,013 \text{ } Jo \text{ (jednostek oporności)} = 13 \text{ m}Jo$$

(milijednostek oporności magnetycznej). Oporność magnetyczną przestrzeni powietrznej można określić według wzoru:

$$S_{Po} = \frac{m}{Q_m}, \dots \dots \dots 6$$

gdzie  $m$ : odległość między rdzeniem i żelazem armatury i  $Q_m = \frac{\pi}{4} (D + m)^2$ ;  $D$  — średnica rdzenia.

Spółczynnik rozproszenia:

$$\sigma = \frac{S_z + S_{Po} + k_3 S_{Fe}}{S_z}, \dots \dots \dots 7$$

gdzie

$$S_z = \frac{\ln \left( \frac{2L}{D} - 1 \right)}{L} \dots \dots \dots 8$$

lub

$$S_z = \frac{1 - 0,33 \sqrt[3]{\frac{L}{D}}}{D} \dots \dots \dots 9$$

$L$  — długość uzwojenia,

$k_3$  — współczynnik, równy stosunkowi drogi w żelazie po za uzwojeniem  $(\lambda - L)$  do pełnej drogi w żelazie  $\lambda$ . Wzór 9 jest empiryczny, stosowalny dla:  $\frac{L}{D} < 10$ .

Dla omawianej konstrukcji  $L = 6$  cm,  $k_3 = 0,7$ .

Zakładając, dla przykładu:

$s = 0,4$  mm,  $p = 0,2$  mm,  $R = 1000 \Omega$ ,  $D = 8$  mm, otrzymuje się dla pasywnego relais:

$$S_{Po p} = \frac{0,06}{0,58} = 0,103 \text{ Jo}$$

$$S_z = \frac{\ln 14}{6} = 0,440 \text{ Jo}$$

$$\sigma_p = \frac{0,440 + 0,103 + 0,7 \times 0,013}{0,440} = 1,25$$

$$z = 500 \sqrt{1000} = 15800 \text{ zwoi}$$

$$L_p = \frac{12,57 \times 15800^2}{0,116} \times 10^{-9} = 27,8 \text{ H.}$$

Dla aktywnego relais:

$$S_{p_o a} = \frac{0,02}{0,528} = 0,038 \text{ Jo}$$

$$\sigma_a = \frac{0,440 + 0,038 + 0,7 \times 0,013}{0,440} = 1,11$$

$$L_a = \frac{12,57 \times 15800^2}{0,051} \times 10^{-9} = 63,5 \text{ H.}$$

Jeżeli powyższe relais włączyć do 12 V:

$$I = 12 \text{ mA} \quad z I = 190 \text{ Az}$$

$$\Phi_p = \frac{1,257 \times 190}{0,116} = 2060 \text{ Makswel}$$

$$B_p = \frac{2060}{0,5 \times 1,25} = 3220 \text{ Gaus}$$

$$F_p = \frac{3220^2 \times 0,5}{25 \times 981} = 212 \text{ gram}$$

$$\Phi_a = \frac{1,257 \times 190}{0,051} = 4670 \text{ Makswel}$$

$$B_a = \frac{4670}{0,5 \times 1,11} = 8350 \text{ Gaus}$$

$$F_a = \frac{8350^2 \times 0,5}{25 \times 981} = 1430 \text{ gram}$$

Przenikalność magnetyczna była przyjętą 3000; wartość ta będzie słuszna dla indukcji około 3000 Gaus dla indukcji wyższych p. będzie mniejsze, przeto wartości  $\sigma_a$ ,  $L_a$ ,  $\Phi_a$ ,  $B_a$  i  $F_a$  wy-

padły nieco większe, niż mierzone; po wprowadzeniu odpowiedniej poprawki ( $\mu$  około 2000) rezultaty będą zgodne. Przypuszczając, że te poprawki zostały uskutecznione, otrzymuje się:

$$\hat{\sigma}_a = \frac{0,440 + 0,038 + 0,7 \times 0,020}{0,440} = 1,12$$

$$L_a = \frac{12,57 \times 15\,800^2}{0,058} \times 10^{-9} = 56\ H$$

$$\Phi^a = 4050\ \text{Maksweł}$$

$$B_a = 7150\ \text{Gaus}$$

$$F_a = 1050\ \text{gram.}$$

Indukcyjność  $L_p$  i  $L_a$  przy pomiarach, wykonywanych wolno okresowym (50 okresów na sekundę) prądem zmiennym wypada nieco mniejsza, od obliczonej; przy 10 okresach na sekundę zgodność jest lepsza; zjawisko to objaśnia się wpływem strat w żelazie na histerezę i prądy wirowe.

Czas przyciągania zależy od obciążenia.

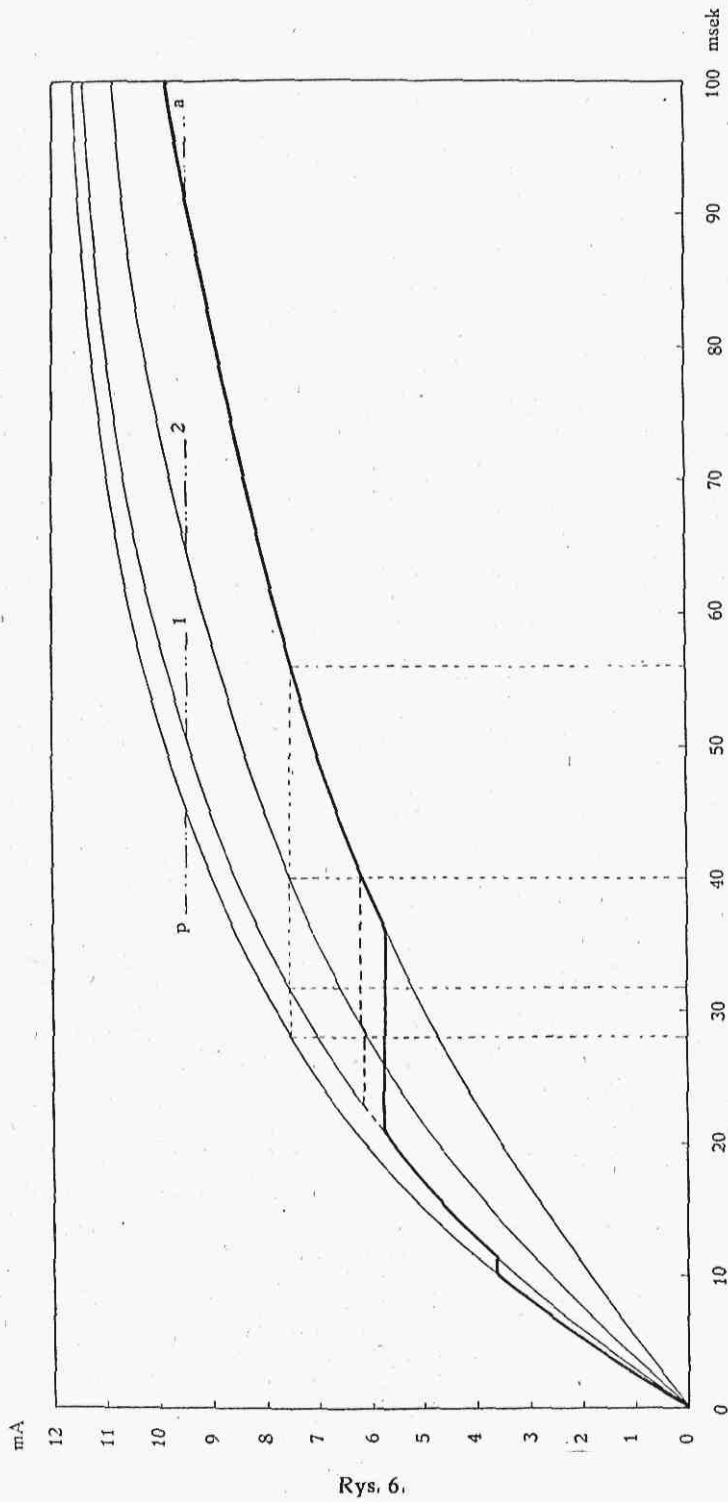
Siła potrzebna do podniesienia samej armatury równa się około 20 gr. Dla omawianego przykładu wykres prądu przy nieruchomej armaturze odtworzony jest na rys. 6. Po  $\frac{L}{R} = \frac{27,8}{1000}\ \text{sek} =$

$= 27,8\ \text{msek}$  prąd osiągnie  $1 - e^{-\frac{R}{L}t} = 1 - e^{-1} = 0,63$  swej końcowej wartości to jest  $0,63 \times 12\ \text{mA} = 7,55\ \text{mA}$ . Strumień magnetyczny nieco opóźnia się względem prądu; tymczasowo opóźnienie to nie będzie brane w rachubę. Kiedy strumień osiągnie wartość, dającą siłę większą, niż 20 gr, armatura zacznie się poruszać. Znaleźć ten moment można następująco: przy 190 Az siła przyciągania jest 212 gram, a ponieważ siły są proporcjonalne do drugiej potęgi Az i przy pewnej określonej ilości zwojów do drugiej potęgi prądu, a więc  $I_x : 12\ \text{mA} = \sqrt{20} : \sqrt{212} = 4,47 : 14,56 = 0,305$   $I_x = 3,66\ \text{mA}$ . Taką wartość prąd osiągnie po 10 msek. Wolny skok ( $f_s$ ) równa się 0,1 mm. Dla położenia, kiedy grzyb armatury dotknie trzona sprężyny (położenie pierwsze), otrzymuje się:

$$S_{p01} = \frac{0,05}{0,567} = 0,088\ \text{Jo}$$

$$L_1 = 32\ H$$





Rys. 6.

Dla takiej indukcyjności rys. 6 uwidacznia przebieg chwilowych wartości prądu w postaci krzywej 1. Gdyby armatura posiadała znikomy moment bezwładności, to wartość prądu podczas ruchu byłaby stałą, aż do momentu zetknięcia się z trzonem i zatrzymania armatury; stanie się to o 11,5 msek. Gdyby relais było obciążone jednym odłącznikiem o ciśnieniu kontaktowym 25 gram, to przeniesiona siła na armaturę będzie 50 gram, co łącznie z poprzednimi 20 da 70 gram. Dla 12 mA w położeniu 1:

$$\Phi_1 = 2370 \text{ Maksweł} \quad \sigma_1 = 1,22; \quad B_1 = 3850 \text{ Gaus}$$

$$F_p = 305 \text{ gram}; \quad I_{x1} = 12 \times \sqrt{\frac{70}{305}} = 5,75 \text{ mA},$$

co się stanie o 21 msek; od tej chwili armatura zacznie się poruszać, aż do momentu oparcia się przekładki o 36 msek i skrzyżowania linii  $I = \text{const.}$  z krzywą prądu dla aktywnego relais. Ponieważ kontakty nieco sprężynują, więc moment przerwania kontaktu w odłączniku będzie nie o 21 msek, a nieco później. Sprężynowanie bywa około 0,3 mm na kontakcie co w przeniesieniu na armaturę będzie 0,15 mm; ponieważ  $m = 0,30 \text{ mm}$ , więc przerwanie kontaktu będzie o:  $21 + (36 - 21) \frac{0,15}{0,30} = 28,5 \text{ msek}$ .

Będzie to mierzony czas aktywności relais na wyłączenie.

Relais o skoku 0,4 mm nie powinno mieć przełącznika, może mieć jednak, prócz odłączników również i wyłączniki. Przypuszczając, że omawiane relais posiada jeden włącznik, że grzyby jednocześnie dotkną trzonów odłącznika i włącznik  $a$ , otrzymuje się w położeniu pierwszym od 5 gramowej sprężyny dodatkową siłę na armaturze 10 gram, co razem czyni 80 gram. Dla tego wypadku

$$I_{x1} = 12 \sqrt{\frac{80}{305}} = 6,15 \text{ mA}, \text{ co zrealizuje się o } 23 \text{ msek.}$$

Dla  $m = 0,15 + 0,20 = 0,35 \text{ mm}$  nastąpi dotknięcie się do drugiej sprężyny włącznika  $\mp$  25 gramowej. Będzie to położenie 2.

$$\text{Dla } 12 \text{ mA w tem położeniu: } S_{p02} = \frac{0,035}{0,547} = 0,064 \text{ Jo}; \quad L_2 = 42 \text{ H};$$

$$\text{po poprawieniu: } L_2 = 38 \text{ H}; \quad \Phi_2 = 2850 \text{ Maksweł}; \quad \sigma_2 = 1,19;$$

$$B_2 = 4800 \text{ Gaus}; \quad F_2 = 475 \text{ gram}; \quad I_{x2} = 1 \sqrt{\frac{130}{475}} = 6,25 \text{ mA}.$$

Włączenie nastąpiło o 28 msek; będzie to mierzony czas włącze-

nia. Odłączenie dla wypadku odłącznika i włącznika uskutecznione zostało o 29,5 msek, a zatem włączenie nastąpiło prędzej, niż odłączenie. W tych wypadkach, gdy chodzi o pomiar ruchu armatury, należy odłączenie uskutecznić wcześniej od włączenia; mierzony czas będzie wskazywał różnicę położeń. Dla przełącznika z przerwą prądu najmniejszy skok  $s = 0,5$  mm. Dla celów orientacyjnych można określać prąd przyciągania według przybliżonego wzoru:

$$I_a = k_4 \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{R}} \text{ mA}$$

$P$  — siła w gramach na kontaktach,

$R$  — oporność uzwojenia w  $\Omega$ ,

$k_4$  — współczynnik, określany dla odłączników:

$$k_5 = 18 + 36 (s + p),$$

dla włączników;

$$k_6 = 6 + 12 (s + p),$$

dla jednakowej ilości odłączników i włączników;

$$k_4 = 12 + 24 (s + p); s \text{ i } p \text{ w mm.}$$

Dla omawianego przykładu;

$$k_4 = 12 + 24 \times 0,6 = 26,4.$$

$$I_a = 26,4 \cdot \frac{\sqrt{65}}{\sqrt{1000}} = 26,4 \cdot \frac{8,06}{31,6} = 6,7 \text{ mA.}$$

Dokładne obliczenie, jak powyżej, dało 6,25 mA.

Opóźnienie strumienia magnetycznego względem prądu powodowane jest przez histerezę i prądy Foucault'a w rdzeniu; w zwykłych warunkach opóźnienie pracy armatury na skutek obu tych przyczyn zawiera się w granicach od 3 do 30 msek. Bezwładność masy armatury opóźnia pracę od 2 do 20 msek.

#### X. Relais z opóźnionym działaniem.

Założono, że relais w przykładzie rozdziału IX zostało włączone w szereg z 1000  $\Omega$  do 24 V, to prąd ustalony będzie 12 mA. Jeżeli uzwojenie zewrzeć na krótko, to prąd będzie zmieniał swą wartość według rys. 7; relais powinno przerwać kontakt w odłączniku o 66 msek.

Siła koercyjna równa się około 1 Ersteda; dla  $\lambda = 20$  cm, siła magnetomotoryczna będzie 20 Gilbertów; odpowiada to 16 A z, co daje dla  $z = 15800$  prąd fikcyjny około 1 mA. Nie oznacza to