

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP  
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

074

A

Główny wykonawca mgr inż. Leszek Siwiec

Wykonawcy Stanisław Lechowski

Konsultant

Nr zlecenia  
U-23.03.02

Bimetalowe ograniczniki nadmiarowo-  
prądowe - nowe rozwiązania konstrukcyj-  
no-technologiczne.

Etap 3A 4.

Opracowanie, wykonanie i wstępne badania  
laboratoryjne modelu instytutowego  
ogranicznika nadmiarowo-prądowego

Zleceńodawca Problem węzkowy

Pracę rozpoczęto dnia 20 VI 1982

zakończono dnia 20 XII 1982

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

p.o. Z-cy d/s Automatyki

mgr inż. J. Jórczak

dr inż. T. Gałazka

dr inż. T. Gałazka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 12

Egz. 1 BOINTE

rysunków 1

Egz. 2 OAM

fotografii

Egz. 3 PNEPAL

tabel

Egz. 4 UNITECH

tablic

Egz. 5

załączników 1

Egz. 6

Nr rejestr. 4973

1

## Analiza deskryptorowa

**Regulatory - ograniczniki nadmiarowo-prądowe - modele.**

## Analiza dokumentacyjna

**Sprawozdanie zawiera analizę konstrukcyjną i badania wstępne modelu ogranicznika nadmiarowo-prądowego.**

## Tytuły poprzednich sprawozdań

- 1° - Opracowanie założeń, rozeznanie stanu technicznego i potrzeb w zakresie ograniczników temperatury i dawkowików energii 31.05.1979
- 2° - Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK Program rozwoju części centralnej POLMATIK-INTE Podsystem INTERBLSTAT. 1976-1985.
- 3° - Bimetalowe ograniczniki nadmiarowo-prądowe - nowe rozwiązania konstrukcyjno-technologiczne.  
Program opracowań i rozwoju 1981 - 1985.

62-55 Regulatory

**SPIS TRESCI****Strona**

I. Wstęp.....	2
II. Opracowanie i wykonanie modelu.....	2
1 <sup>o</sup> Analiza zadania konstrukcyjnego.....	2
2 <sup>o</sup> Zakżenia wstępne.....	3
3 <sup>o</sup> Obliczenia konstrukcyjne.....	5
4 <sup>o</sup> Opis budowy i działania modelu instytutowego..... ogranicznika nadmiarowo-prądowego.....	6
5 <sup>o</sup> Wykonanie modelu.....	8
III. Badania laboratoryjne.....	9
1 <sup>o</sup> Opis badań.....	9
2 <sup>o</sup> Program badań.....	9
3 <sup>o</sup> Realizacja badań.....	10
IV. Wnioski.....	12
V. Literatura.....	14

## I. WSTĘP

Oszczędna gospodarka maszynami elektrycznymi i aparatami elektrycznymi małej mocy ma ważne znaczenie dla ekonomiki kraju, ponieważ stosowane są one w skali masowej w zmechanizowanym sprzęcie gospodarstwa domowego i elektronarzędziach. Jednym ze sposobów zabezpieczenia tych urządzeń przed uszkodzeniami spowodowanymi przez przeciążenia mechaniczne lub nienormalne użytkowanie jest stosowanie ograniczników nadmiarowo-prądowych.

Poprzednie analizy, zawierające rozeznanie potrzeb i propozycji nowych uruchomień, oszacowały zapotrzebowanie na ograniczniki tego typu w ilości 540 tys. sztuk rocznie, dla odbiorców krajowych i zagranicznych /zainteresowanie firm czeskich i niemieckich/. Brak takich ograniczników, powszechnie używanych w krajach wysoko rozwiniętych, powoduje znaczne straty z powodu spalania silników elektrycznych i transformatorów.

## II. OPACOWANIE I WYKONANIE MODELU

### 1<sup>o</sup> Analiza zadania konstrukcyjnego

Ograniczniki nadmiarowo-prądowe są to elementy automatyki wyłączające urządzenia elektryczne przy awaryjnych warunkach pracy, powodujących wzrost natężenia prądu przepływającego przez ograniczniki i urządzenia chronione. Odłączają one urządzenia za zwłoką zadziałania od kilku do kilkudziesięciu a nawet kilkuset sekund, dzięki czemu, znalazły bezpośrednie zastosowanie w maszynach narażonych na chwilowe przeciążenia, podczas których nie powinno nastąpić ich wyłączenie /np. elektronarzędzia, młynki, roboty kuchenne/.

Oczywiście zwłoka ta jest tak określona, aby prawidłowo zabezpieczyć drogie urządzenia elektryczne przed uszkodzeniami, nie spowodować przepalenia uzwojeń przeciążonego silnika. Renomowane firmy np. "WEBER", "TEXAS Instr. Corp" produkują ograniczniki różnego typu, w których każdy ma określoną charakterystykę działania t/J/.

My również będziemy wg takiej zależności podobnej do weberowskiej budować nasze ograniczniki.

Są to b. istotne i zasadnicze warunki określające konstrukcję ogranicznika.

### 2<sup>o</sup> Założenia wstępne

Zadanie na opracowanie wstępne modelu - ogranicznika nadmiarowo-prądowego zawierały następujące założenia.

- 1<sup>o</sup> Czujnik nie jest obciążony siłą
- 2<sup>o</sup> Prosta regulacja - powodująca migowość działania lub uniknięcie regulacji
- 3<sup>o</sup> Prosty mechanizm stykowy przenoszący duże prądy
- 4<sup>o</sup> Działanie niesamoczynne, temperatura samoczynnego działania, ok. - 10°C
- 5<sup>o</sup> Rozważanie w możliwości wykorzystania krajowego drutu oporowego o dużym współczynniku temperaturowym rezystywności /np. z Huty Baildon/.
- 6<sup>o</sup> Spełnienie wymogów PN odnośnie bezpieczeństwa i odstępów izolacyjnych
- 7<sup>o</sup> Łatwość montażu i regulacji /dobrzej jeśli się montuje "nasykowo"/ aby stworzyć możliwość mechanizacji lub automatyzacji montażu.
- 8<sup>o</sup> Proste wbudowanie do urządzeń powszechnego użytku
- 9<sup>o</sup> Technologiczność
- 10<sup>o</sup> Zakresy prądów pracy trwałej 1,2,3...6,8,10,15A przy różnych gabarytach
- 11<sup>o</sup> Prądy zwarciove przyjed  $J_g = 3,5 J_c$   
 $J_c$  - prąd pracy ciągłej. Charakterystyka zbliżona do charakterystyki wyłączników "Webera".

Ograniczniki o małym zakresie prądów pracy ciągłej 0,5 - 3,5 A zostały już opracowane i obecnie uruchamia się ich produkcję pod nazwą "Bezpiecznik termiczny BT-02" w ZWUPT "PRUMEL" w Pruszkowie. Zdobytą wiedzę i doświadczenie, posłużą nam wielokrotnie do dalszej pracy. Dlatego też zajmiemy się opracowaniem modeli ograniczników o prądach pracy trwałej, w <sup>100</sup>skokowej strefie szeregu tj. od 4 do 6A, przyjmując za wyznacznik ogranicznik wzorcowy o następujących parametrach prądowych :

prąd pracy ciągłej	$J_c = 4A$
prąd zwarciovowy	$J_z = 3,5J_c = 12A$
prąd kontrolny	$J_k = 1,1J_c = 4,4A$

i odpowiadających im czasach zadziałania ogranicznika

czas pracy ciągłej	$t_c$	30 min
czas zwarciovowy	$t_z$	4 - 10 s
czas kontrolny	$t_k$	200 - 600s

w granicach którego dobry ogranicznik powinien rozłączyć obwód elektryczny. Zauważamy, że dodatkowym ważnym dla konstrukcji parametrem podawanym przez niektórych zleceńodawców, jest prąd kontrolny i odpowiadający mu kontrolny czas zadziałania. W dość znaczny sposób zawęży on pole tolerancji temperatury przeskoku czujnika ograniczników nadmiarowo-prądowych i tym samym wpływa na zastrzeżenie wymagań konstrukcyjnych i technologicznych, co stwarza jednak dodatkową trudność dla producentów. Toteż przedmiotem naszych badań, będzie głównie poznanie charakterystyki czasowej ogranicznika i w miarę możliwości określenie dopuszczalnego rozrzutu temperatury przeskoku czujników bimetalowych.

W założeniach wstępnych, należy również określić wielkości gabarytowe ogranicznika i poszczególnych jego składowych elementów. Urządzenie to powinno być o niewielkich rozmiarach, wielkością <sup>zblizona</sup> do aktualnych ograniczników tego typu, sprowadzanych z importu, aby

można je było łatwo, bez dodatkowych kosztów, zastąpić własnymi krajowymi.

Przyjmujemy, że korpus wykonany będzie / w produkcji seryjnej / z krajowego surowca POLOHEBU "Z", tłoczona na niewielkie wypraski do urządzeń elektrotechnicznych, o podwyższonych własnościach termicznych. Należy jednocześnie pamiętać przy doborze takiej grubości ścianek korpusu, aby spełnione były wymagania PN dotyczące wytrzymałości elektrycznej, izolacji, odporności na żar oraz ze względu na możliwość prasowania.

### 3<sup>o</sup> Obliczenia ogranicznika

Do obliczeń konstrukcyjnych należałoby przyjąć następujące założenia :

- 1<sup>o</sup> Brak wymiany ciepła między ogranicznikiem a otoczeniem w momencie przepływu prądu zwarciovego
  - 2<sup>o</sup> Brak wymiany ciepła między elementami przełączającymi a pozostałymi częściami ONP - styki, popychacz, korpus itp przy prądzie  $I_z$
- Wówczas, można by skorzystać z równania cieplnego Joule'a, obliczyć potrzebne wartości. Jednak duże przybliżenia wyżej wymienionych założeń, dyskwalifikuje metodę analityczną obliczeń i ich przydatność w konstruowaniu. Zmusza to, do znalezienia istotnych wartości metodą doświadczalną i taki też jest m.in. cel badań laboratoryjnych modeli ONP. Tylko niektóre wielkości doborzamy, korzystając ze zdobytych uprzednio doświadczeń praktycznych lub doborzamy w katalogach. I tak, aby zapewnić jak największą szczelinę między stykami lub przy zadanej temperaturze przeskoku czujnika, należy dobrać bimetal o dużym współczynniku ugięcia właściwego. Takim materiałem jest bimetal TB155 firmy Kanthal. Na podstawie nabytych doświadczeń wybieramy grubość taśmy bimetalowej 0,2 mm. Z materiału tego wykonany będzie, czaszowy czujnik bimetalowy, o zunifikowanym kształcie, średnicy  $\varnothing$  16 mm. Na grzałkę doborzamy drut DSD Kanthal ze względu

na jego kąwą zgrzewalność. Średnicę drutu znajdujemy posługując się tablicami w katalogu Kanthalla dla drutu DSD lub korzystając z zasady zachowania tej samej gęstości prądu w drucie oporowym w znanym ograniczniku i szukanym.

$$I_{ONP} = I_{ONP_1}$$

$$\frac{4 J_{ONP_2}}{\pi d_2^2} = \frac{4 J_{ONP_1}}{\pi d_1^2}$$

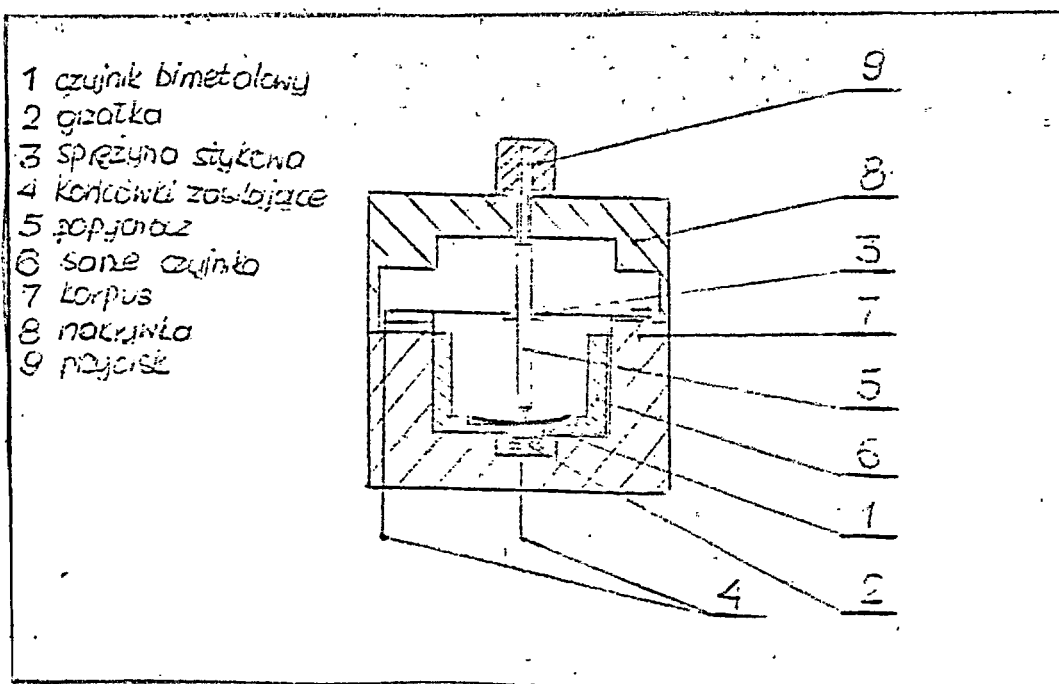
$d_1$  - wyliczony

Obliczamy, że średnica drutu powinna wynosić  $d_1 = 0,9$  mm. Ale będziemy musieli użyć jedynie dostępnego z importowanych drutów oporowych o średnicy zbliżonej  $d_1 = 0,8$  mm, co niewątpliwie może wpłynąć na wyniki badań.

Wobec czego długość grzałki musimy korygować doświadczalnie, dobierając za początkową  $l = 35$  mm.

#### 4<sup>o</sup> Opis budowy i działania modelu ONP

Budowę ONP przedstawiono schematycznie na rys.nr.1



Rys.1 Schemat budowy ONP.



Ogranicznik składa się z podstawowych dwóch zespołów

- zespołu czujnikowego

- zespołu przełączającego

Zespół czujnikowy, to czasowy bimetaliczny czujnik niedanoczynnego działania, który podgrzewany jest grzałką z drutu oporowego, zwiniętego w spiralę Archimedesesa. Jedna końcówka grzałki połączona jest ze sprężyną zespołu przełączającego styki.

Zespół przełączający składa się głównie z mechanizmu dźwigniowo-sprężynowego, którego konstrukcja pozwala na młgowe rozłączanie styków. Przy przepływie prądu znamionowego grzałka jest słabo ogrzana, do niskiej temperatury niższej od krytycznej - temperatury przeskoku czujnika. W momencie przepływu prądu zwarcioowego grzałka silnie się nagrzewa ocieplając czujnik, co powoduje jego przeskok. Przeskok czasy napędza poprzez popychacz zespół styków i rozłącza obwód. Odległość czujnika od grzałki może być regulowana przez przesunięcie gniazda /sani/ czujnikowego /6/ na szynach w dół lub w górę. Zmiany odległości bardzo znacznie wpływają na zmiany oporu cieplnego między grzałką a czujnikiem co z kolei jest bardzo istotne dla stałości czasów przełączeniowych ogranicznika. W miarę możliwości konstrukcyjnych należy zadbać o stały gradient oporu cieplnego w czasie produkcji ogranicznika.

Ogranicznik ten jest niesamoczynny tzn. że po wyłączeniu obwodu styki pozostają rozłączone. Ponowne zamknięcie następuje przez ręczne wcisnięcie przycisku.

Obydwa zespoły zamontowano w korpusie i przykryto nakrywką, z wychodzącym przyciskiem. Z korpusu /7/ wyprowadzone są przyłącza przystosowane do dolutowania do urządzeń zabezpieczających.

Zaletą konstrukcyjną tego ONP jest wyraźna wyodrębnienie 2 zespołów: czujnikowego i przyłączeniowego a poprzez wyprowadzenie dodatkowych końcówek stwarza to możliwość bezpośredniego podłączenia zespołu

styków w obwód urządzeń zabezpieczonych z ominięciem grzałki jak i również dołączenie innego podzespołu grzejnego - bocznikującego o większych parametrach obciążeniowych. Ograniczniki takie zdolne by były do przenoszenia większych prądów zwarciovych.

#### 5<sup>o</sup> Wykonanie modeli

Korpus oraz popychacz wykonano obróbką skrawaniem /toczeniem i frezowaniem/ z materiału zastępczego /tekstolitu/ o podobnych własnościach co Palofen S.

Styki srebrne nitowano do końcówki przyłączeniowej, typowej używanej obecnie przez "PRUMEL" przy produkcji BT-01, a drugi do sprężyny brązowo-berylowej, poddanej uprzednio obróbce cieplnej /wyżarzanie i ulepszanie cieplne/ dla zwiększenia jej własności sprężystych. Sprężynę przykręcono do korpusu, który w tym miejscu celowo zastąpiono wkładką aluminiową z otworem gwintowanym. Dzięki temu istnieje możliwość szybkiego i wielokrotnego zdemontowania zespołu przełączającego i swobodny dostęp do wnętrza OMP łatwą wymianę grzałki, czujnika i połączeń styków. Gwint wykonany w tekstolicie ulegał szybkiemu zużyciu i osłabił działanie sprężyny.

Końcówki grzałki początkowo zgrzewano na dostępnej w Instytucie zgrzewarce, z mosiężnymi przyłączeniami stykowymi, wykorzystując opracowaną technologię specjalną, wykonaną dla potrzeb producenta ograniczników BT-01 "PRUMELA". Okazała się ona jednak mało przydatna, gdyż używana do wyrobu grzałki o większych średnicach nie pozwalała na prawidłowe przeprowadzenie tej operacji.

W naszym przypadku technologia ta nie zdała egzaminu, wielokrotnie próby przeprowadzone w Instytucie i Prumelu nie dawały dobrych wyników. Połączenia okazały się zbyt słabe i rozpadały się w czasie eksploatacji. Dopóki nie opracujemy odpowiednich parametrów - topniki, odpowiednie napięcie - połączenia wykonywane

będą mechanicznie przez zagniesienie lub lutowane.

Ogranicznik jest prosty w konstrukcji i obsłudze, łatwo "nasypowo" montowany co pozwala na szybką wymianę elementów. Oczywiście szereg tych zastępczych metod i substytutów materiałowych, wprowadza do wyników badań błąd metodyczny. Trzeba więc w serii prototypowej wprowadzić nieznaczne zmiany niektórych parametrów konstrukcyjnych /np. temperatury przeskoku czujników/ różniących się od otrzymanych wartości przybliżonych, modelu, badanego doświadczalnie.

### III BADANIA

#### 1° Opis badań

Badaniem poddano model ogranicznika wykonanego wg wcześniej omówionych założeń.

Ograniczniki badano na specjalnym stanowisku badawczym w laboratorium pracowni regulatorów przekaźnikowych.

Stanowisko badawcze pozwala na obciążenie ograniczników prądem pracy ciągłej  $J_c$ , prądami kontrolnymi  $J_k$  i zwarciowymi  $J_z$  oraz realizacji skokowej zmiany tych prądów przy włączonym ograniczniku. Zakres prądów, które można uzyskać skokowo od 1,3A do 21A co 1,13A.

Na stanowisku można również dobierać wartości pośrednie prądów /tj. uzyskać skok mniejszy od 1,13A/ dzięki dodatkowo podłączonym obciążeniom bardziej dyskretnym. Sprzężenie badanego układu z zespołem elektrycznym o pojemności 1800s z dokładnością 0,1s pozwala na rejestrację czasów działania. Stanowisko umożliwia również przeprowadzenie prób długotrwałych - wytrzymałościowych, które będą jednal przeprowadzone w późniejszym etapie badań.

#### 2° Program badań

Przy badaniach instytutowych skoncentrowano się bowiem na badaniu parametrów istotnych dla ograniczników wg poniższego programu:

- wykonanie czasowych czujników bimetalowych o różnych temperaturach przeskoku.

M

- selekcja i dobór czujników bimetalicznych, spełniających wskazane parametry prądowe i czasowe.
- Określenie strefy dopuszczalnego rozrzutu temperatury przeskołu, badanie charakterystyki czasowej ONP
- Praktyczne sprawdzenie założeń konstrukcyjnych, dobór materiałów grzałki bimetalu, technologia łączenia styków, regulacja luzu, odległości grzałki od czujnika.
- Skuszność metody i wnioski wskazujące potrzebne zmiany w konstrukcji.

Zakładamy, że badanie modeli będą miały na celu sprawdzenie koncepcji zastosowań swobodnego czujnika bimetalowego w ONP, wykażą jej skuszność lub wskażą wady. Metodę doświadczalną, kolejnych przybliżeń, określimy te wartości parametrów ONP, których wyniki analityczne są obciążone zbyt dużymi błędami /brak założeń równowagi cieplnej, przybliżony opór cieplny/.

### 3<sup>o</sup> Realizacja badań

Na wstępie wykonano około 100 czujników bimetalicznych o średnicy  $\varnothing$  16 mm o różnych temperaturach przeskołu od 70<sup>o</sup> do 120<sup>o</sup>C.

Przyjęto kształt powszechnie używany i wielokrotnie przebadany we wcześniejszych rozwiązaniach.

Poddano je specjalnej obróbce termicznej w celu ustabilizowania parametrów, co jednak i tak nie zapobiegło minimalnym / w niektórych przypadkach dość dużym / przesunięciom temperatury zadziałania czujnika.

Dzięki dużej rozpiętości czujników przebadano zachowanie się ONP w szerokim zakresie temperaturowym. Później stopniowo zawężano przedział temperaturowy czujników, aby przy niezmiennych pozostałych wartościach /stałe  $\varnothing$  i L, rodzaju drutu grzałki jej odległość od czujnika, kształt styków/ móc określić jak najmniejszy przedział lub ściśle określić temperaturę przeskołu przy której ONP spełnia

parametry prądowe i czasowe.

Badania określiły, że temperatura przeskoku czujnika zamontowanego w ograniczniku i prawidłowo działającego powinna wynosić :

$$T_p = 104^{\circ}\text{C}$$

a dopuszczalna odchyłka tej temperatury wynosi

$$\Delta T_p = \pm 2^{\circ}\text{C}$$

Jeżeli ogranicznik nie będzie musiał spełniać parametrów dla prądu kontrolnego na  $1,1 J_c$ , wówczas odchyłka może być większa i zwiększy się o kilka stopni  $^{\circ}\text{C}$  w zależności od wielkości procentowego zwiększenia  $J_k / J_c$ . Jest to ważne, gdyż usuwa wiele ograniczeń i wymagań technologicznych narzuconych producentom wielkoseryjnej produkcji. Ma to również znaczenie ekonomiczne, oszczędza cenny surowiec importowany, z którego wykonuje się czujniki na specjalnych automatach konstrukcji PEAP-u. Czujniki może wykonywać wówczas pracownik o mniejszych kwalifikacjach. W momencie kiedy mamy prawidłowo działający ONP z dobranym czujnikiem możemy przystąpić do badania jego charakterystyki /porównać ją z charakterystyką podobnych ograniczników "Webera". Obciążymy ONP prądem zwarciovym  $J_z$  a następnie stopniowo obciążamy jego wartość do wartości prądu pracy ciągłej  $J_c$  i mierzymy równocześnie za każdym razem czas zadziałania. Między pomiarami dokładnie schładzamy ONP do temperatury stoczenia i dopiero ponownie dokonujemy pomiaru. Na podstawie otrzymanych wyników wykreślamy charakterystykę, która zbliżona jest do "weberowskiej" / charakterystykę załączamy na wykresie Nr.1/ w zakresie od prądu pracy ciągłej  $J_c$  do  $J_k$  prądu kontrolnego widzimy, że czas zadziałania maleje ale małymi przyrostami począwszy od czasu  $t_c$ , który jest większy od 30 minut do czasu  $t_k$  mieszczącego się w granicach 200 - 600s. Potem przyrosty czasu są większe i krzywa gwałtownie spada, aby dla  $J_z$  osiągnąć  $t_z = 6 - 7$  sekund.

W czasie przeprowadzonych badań jednocześnie sprawdzono funkcjonowanie poszczególnych elementów ogranicznika ich zgodność z założeniami wstę

pytani. Zauważone nieprawidłowości nasunęły projekty zmian konstrukcyjnych, montażowych i technologicznych, realizowanych już w trakcie badań. Inne wprowadzone będą w dalszej pracy nad ONP. W sensie ogólnym badania potwierdziły słuszność koncepcji wyboru ogranicznika z czujnikiem swobodnym i wykazały jego zalety. Szczególną zaletą jest brak "migotania" - niejednoznacznego rozłączenia obwodu elektrycznego, które eliminuje ogranicznik z czujnikiem swobodnym. Oczywiście gwarancją prawidłowego działania jest ścisłe przestrzeganie technologii, szczególnie dobór materiału na sprężynę stykową i jej obróbka cieplna, zapewniająca odpowiednią sprężystość, jak i prawidłowy montaż zespołów. Zdarzało się bowiem, że na skutek ścięcia gwintu w korpusie źle zamocowana sprężyna nie działała skutecznie, że popychacz zablokował sprężynę, jeśli nie włożony był dobrze w otwór kształtowy, że czujnik nie miał luzu w gnieździe, gdyż "szanie" wypychane przez końcówkę stykową blokowały bimetal. Wówczas błędy te mogły być przyczyną migotania, cykliczne wyłączenie i załączenie ogranicznika. Prawidłowe i sumienne wykonanie uwalnia producenta od niespodzianek. Ale nie znaczy to, że konstrukcja jest już idealna, a osiągnięte wyniki optymalne. Jest to dopiero wstępna ocena i dotyczyłaby obserwacja, zdobyta doświadczenie przyniesie efekty, jeśli będą użyte dalej, do polepszenia i usprawnienia ONP.

#### IV. WNIOSKI

- Zmienić sposób łączenia końcówek grzałki z końcówkami zasilającymi, wykonać mechanicznie przez zagniecenie lub opracować technologię zgrzewania dla drutów operowych o większych średnicach w celu zapewnienia lepszego styku szacza.
- Wprowadzoną w czasie badań część aluminiową na otwór gwintowany, do której można wcześniej montować sprężynę i grzałkę, jako zespół wmontowywać w korpus co znacznie usprawni montaż.
- zapewnić przez dodatkową obróbkę cieplną stałą i powtarzalną temperaturę przeskoku czujnika, która w czasie długotrwałej eksploatacji

AA

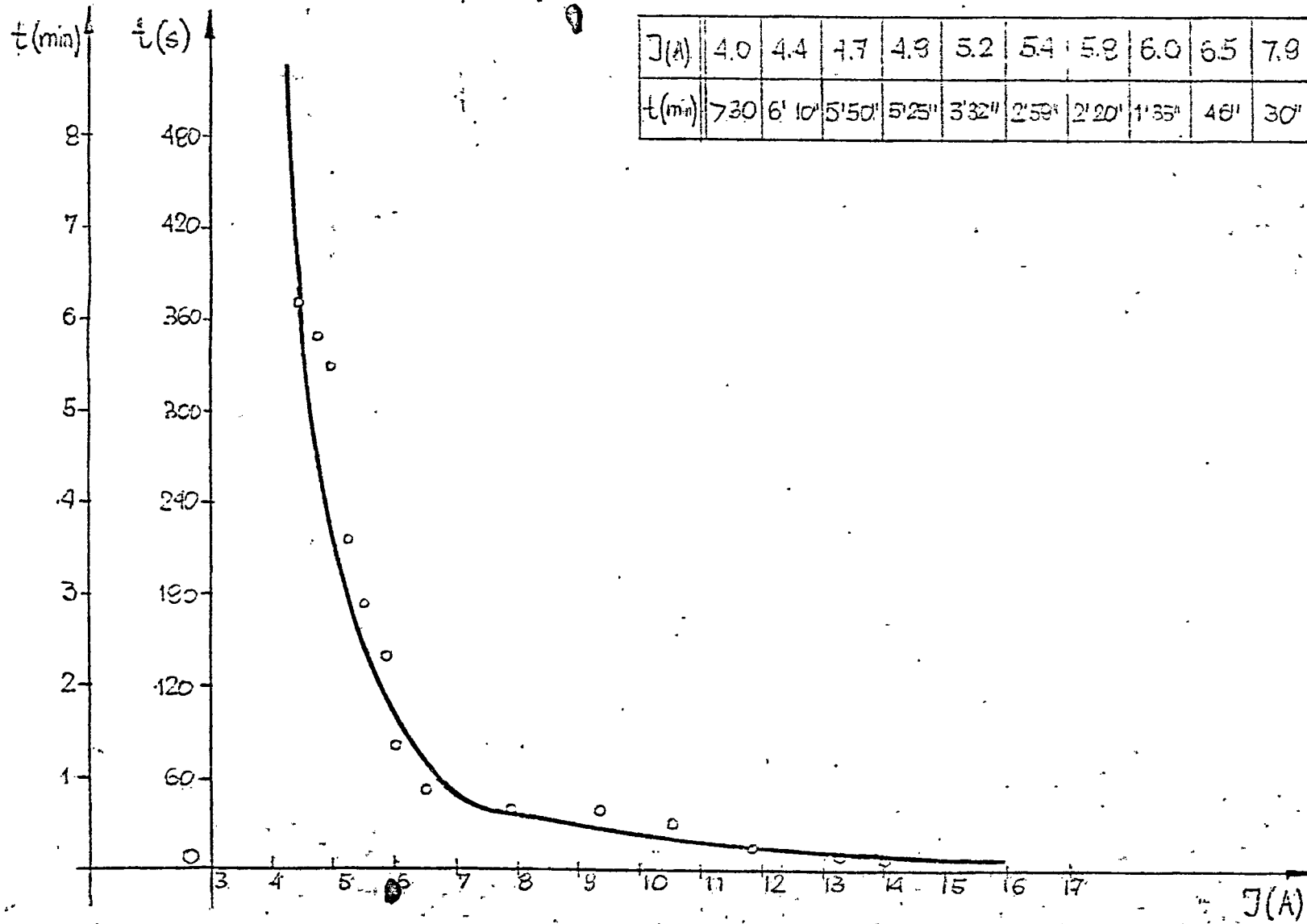
spada lub rośnie o kilka stopni.

- Można zmniejszyć średnicę czujnika bimetalowego do  $\varnothing 14$  mm, co nie umożliwi ich produkcji, kontrole i selekcji na automatach PIAP-owskich, specjalnie skonstruowanych do tych celów, zmniejszy zużycie materiałów.
- Dążyć do minimalizacji wymiarów gabarytowych i unifikacji w sprzęcie powszechnego użytku.
- Badania wykazały słusność koncepcji opracowania ONP z czujnikiem swobodnym.

## V LITERATURA

- 1<sup>o</sup> Bimetalowe ograniczniki nadmiarowo-prądowe - nowe rozwiązania konstrukcyjno - technologiczne  
Program opracowań i rozwoju 1981 - 1985. Sprawozdanie etap 1
- 2<sup>o</sup> Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK  
Program rozwoju części centralnej POLMATIK-INTER.  
Podsystem INTERELSTAT 1976 - 1985 r.





$I$ (A)	4.0	4.4	4.7	4.9	5.2	5.4	5.9	6.0	6.5	7.9	9.2	10.5	11.9	13.7	14
$t$ (min)	7:30	6:10	5:50	5:25	3:32	2:58	2:20	1:35	46"	30"	30"	26"	19"	13"	8"

Załącznik Nr.1

Charakterystyka ogranicznika nadmiarowo-prądowego  $t(I)$

12