

Załącznik 1 Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego



Politechnika Lubelska

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Katedra Urządzeń Elektrycznych i TWN

20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38A

www.kueitwn.pollub.pl

Laboratorium Urządzeń Elektrycznych



Instrukcja do ćwiczenia

Analiza porównawcza parametrów cieplnych i czasowych łączników elektromagnetycznych nowych i eksploatowanych

Lublin 2019

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest porównanie parametrów cieplnych i czasowych łącznika elektromagnetycznego nowego i po eksploatacji, oraz określenie wpływu wieloletniej eksploatacji na parametry łączeniowe.

2. Podstawowe wiadomości o łącznikach

Łączniki elektromagnetyczne są bardzo przydatnym elementem wyposażenia obwodu zasilającego urządzenie wykonawcze każdego rodzaju. Nie zważając na to, czy łączniki są zbudowane jako łączniki główne pomocnicze, czy też łączniki podzespołów, ich zadaniem jest tworzyć układ elektryczny mający na celu zadbać o bezpieczne zasilenie urządzenia wykonującego pracę. Łączniki elektryczne przeznaczone są do budowania odpowiedniego układu połączeń sieci elektrycznej. Ich zadaniem jest wykonywać zmiany w zakresie pracy odbiorników. Najważniejsze z nich to załączanie oraz wyłączanie zasilenia, a także zmiana kierunku pracy lub częstotliwości obrotów silnika, czy też zmiany momentu obrotowego. Mogą zasilac jeden lub większą ilość obwodów elektrycznych.

Podział łączników elektromagnetycznych ze względu na ich przeznaczenie i zdolność łączeniową:

- Wyłączniki (łączniki zwarciovowe) – ich celem jest odcinanie przepływu prądów przeciążeniowych, zwarciovowych i roboczych;
- Odłączniki (łączniki izolacyjne) – charakteryzują się przezroczystą obudową dzięki, której w sytuacji otwarcia obwodu uzyskujemy widzialną przerwę izolacyjną. Czynności łączeniowe zaleca się przeprowadzać w stanie bezprądowym z powodu małej zdolności łączeniowej;
- Rozłączniki (łączniki robocze) – przeznaczone są do włączania i wyłączania sieci w zakresie pracy normalnej i w przypadku przeciążeń nie przewyższających wartości dopuszczalnych;
- Bezpieczniki – stosowane do automatycznego reagowania w sytuacji zwarców lub przeciążeń. Są grupą łączników jednorazowego zastosowania, proste w budowie, bezstykowe;

- Łączniki manewrowe – stosowanie do kontrolowania pracy odbiorników, np. silników, cechują się dużą wytrzymałością mechaniczną i łączeniową oraz wysoką znamionową częstością łącheń .

Rodzaje czasów charakteryzujących pracę łączników:

- Czas zamykania łącznika (T_Z) – czas od chwili wystąpienia impulsu sterowniczego o chwili osiągnięcia po raz pierwszy położenia zamknięcia przez styki ruchome tego bieguna, który jako ostatni osiągnie stan zamknięcia;
- Czas otwierania łącznika (T_O) – czas od chwili wystąpienia impulsu sterowniczego powodującego otwierania łącznika do chwili osiągnięcia po raz pierwszy położenia otwarcia przez styki ruchome tego bieguna, który jako ostatni osiągnie stan otwarcia;
- Czas niejednoczesności zamykania łącznika (T_{NZ}) – czas od chwili uzyskania styczności styków w pierwszym zamykającym się biegunie do chwili uzyskania styczności styków w ostatnim zamykającym się biegunie łącznika;
- Czas niejednoczesności otwierania łącznika (T_{NO}) – czas od chwili utraty styczności styków w pierwszym otwierającym się biegunie do chwili utraty styczności styków w ostatnim otwierającym się biegunie łącznika;
- Czas występowania odskoków (T_W) – czas od początku pierwszego odskoku do chwili uzyskania styczności styków po ostatnim odskoku;
- Czas odskoków styków łącznika (T_t) – łączny czas trwania poszczególnych odskoków styku przy zamykaniu łącznika

3. Styczniki niskiego napięcia

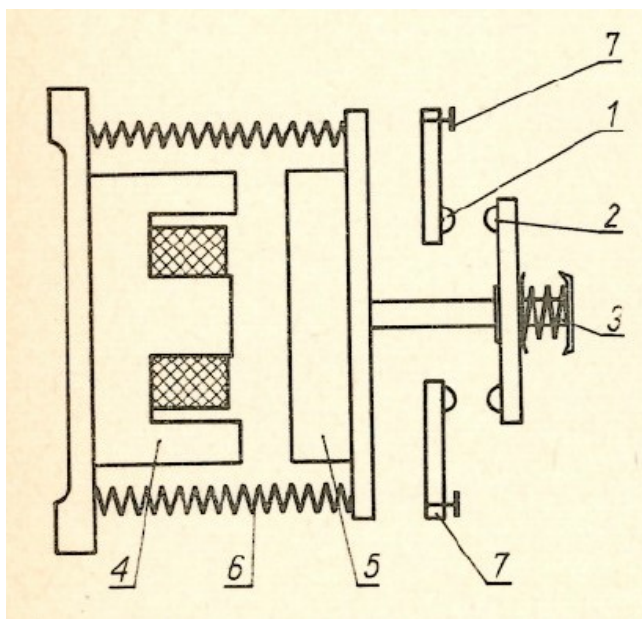
Według normy EN 60947-4-1 stycznik jest określony jako: „łącznik mechanizmowy z napędem maszynowym, o tylko jednym położeniu spoczynkowym styków ruchomych, zdolny do załączania, przewodzenia i wyłączania prądów w normalnych warunkach pracy obwodu, także przy przeciążeniach mogących powstać w roboczych warunkach pracy”[9].

Stycznik jest to łącznik manewrowy, przeznaczony do zasilania różnego rodzaju odbiorników energii elektrycznej. Są aparatami elektrycznymi produkowanymi i stosowanymi w ogromnych ilościach. Co roku produkuje się w Polsce blisko 2 mln styczników. Jest to spowodowane ich wielostronnością zastosowań w coraz nowocześniejszych układach elektrycznych. Łączniki stycznikowe wraz z przekaźnikami i czujnikami reagującymi na zmianę wartości wielkości fizycznej, jak ciśnienie, stężenie gazów, poziom wody lub temperatura, umożliwiają realizację zdalnego sterowania, jak i również samoczynnych układów zabezpieczeń. Charakteryzują się dużą trwałością łączeniową i mechaniczną, przez co styczniki są stosowane prawie we wszystkich układach sieciowych.

Styczniki składają się z następujących elementów [4]:

- Elektromagnes napędowy, w stycznikach zadaniem elektromagnesu, jest wprowadzenie w ruch zwory ruchomej z położenia spoczynkowego do położenia wymuszonego;
- Komory gaszeniowe, pełnią zadanie osłony izolacyjnej, powodując zabezpieczenie przed wytworzeniem się zwarć doziemnych lub międzyfazowych;
- Styki ruchome i nieruchome, pełniące funkcję podstawowych torów prądowych;
- Podstawa;
- Zestyki pomocnicze.

Budowę stycznika elektromagnetycznego niskiego napięcia przedstawia rysunek 2.1.



Rys. 3.1. Budowa stycznika dwuprzerwowego o ruchu prostoliniowym styków. Najważniejsze elementy tworzące stycznik: 1- styk nieruchomy; 2- styk ruchomy; 3- sprężyna stykowa; 4- elektromagnes napędowy; 5- zwora ruchoma; 6- zasobnik energii zwrotnej; 7- zacisk toru głównego.

Stycznik jest aparatem elektrycznym, który za pomocą napędu elektromagnetycznego (Rys. 3.1), powoduje ruch styków ze stanu spoczynkowego w stan wymuszony. Styki są wprawione w ruch w chwili podania napięcia na elektromagnes stycznika. W wyniku tego napęd elektromagnetyczny przyciąga zworę ruchomą stycznika, uginając równocześnie sprężyny powrotne zestyku, a w końcowej trajektorii ruchu styków, również pokonuje sprężyny stykowe. Stycznik pozostaje w stanie zamkniętym (wymuszonym), tak długo dopóki elektromagnes jest pod odpowiednim napięciem. Zmniejszenie napięcia poniżej wartości minimalnej lub chwilowy zanik napięcia spowoduje nagły spadek siły przyciągania elektromagnetycznego, a pod wpływem siły sprężyn zwrotnych napiętych przez zworę ruchomą, następuje powrót styków ruchomych w stan spoczynku i otworenie toru prądowego. Do styczników zaliczamy również drugi wymieniony rodzaj stycznika z zestykiem rozwiernym (Rys. 3.2.b). Jego zasada działania jest odwrotna od stycznika zwiernego (Rys. 3.2.a), a w szczególności różni się on wyżej opisanym zestykiem rozwiernym.

Łączniki manewrowe skonstruowane są do załączania i przerywania prądów roboczych, zatem wymaga się od nich dużej zdolności załączania. Prędkość przejścia styków w stan spoczynku, jak również zdolność łączeniowa zależą od siły zasobnika

energii zwrotnej i jest tym większa im silniejsza jest sprężyna. Sprężyna nie może być jednak zbyt mocna, ponieważ od niej zależy moc elektromagnesu napędowego. Dlatego przy konstrukcji stycznika bardzo ważnym elementem jest dobór odpowiednich sprężyn. W sytuacji, gdy nastąpi awaria obwodu elektrycznego i dojdzie do zwarcia, stycznik jest zabezpieczony prawidłowo dobranym bezpiecznikiem.

Styczniki elektromagnetyczne są urządzeniami wykonującymi prace łączeniową, przepustową, oraz ciągłą. Dobierając je należy brać pod uwagę kryteria charakteryzujące ich zdolność do działania w warunkach poprawnej pracy oraz podczas zakłóceń. Podstawowymi parametrami znamionowymi, określającymi ich właściwości są:

- Rodzaj prądu w jakim pracują (stały, przemienny);
- Napięcie znamionowe obwodu;
- Prąd znamionowy obwodu;
- Znamionowa częstość łączeń;
- Zdolność łączeniowa (znamionowa moc manewrowa stycznika);
- Rodzaje i wartości obciążeń prądowych (kategorie użytkowania, rodzaje odbiorników);
- Właściwości zwarciove (akceptowalny prąd udarowy, prąd zwarciovy);
- Odporność na warunki środowiskowe;
- Charakterystyka budowy napędu;
- Trwałość łączeniowa i mechaniczna;
- Prąd ograniczony za pomocą bezpiecznika [2].

4. Opis stanowiska pomiarowego

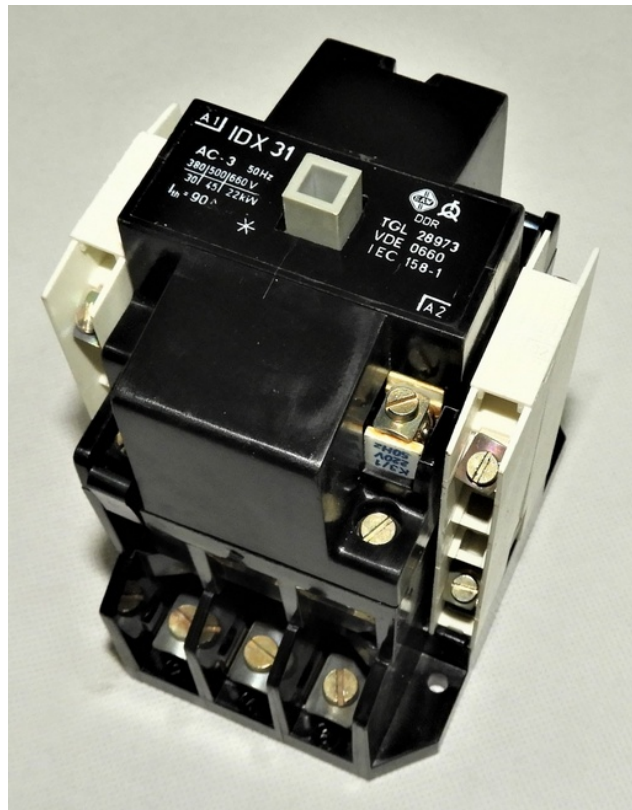
Stanowisko pomiarowe do badania stycznika nowego i eksploatowanego dzieli się na dwa etapy:

- Badanie parametrów czasowych styczników elektromagnetycznych
- Badanie parametrów cieplnych styczników elektromagnetycznych

Do wykonania badań wykorzystano dwa identyczne styczniki elektromagnetyczne IDX31 firmy EAW DDR (Rys.4.1), z pośród których pierwszy jest aparatem fabrycznie

nowym, a drugi to aparat po wielu latach eksploatacji. Aparaty przymocowane zostały do płyty czołowej układu pomiarowego (Rys.4.2).

Styczniki elektromagnetyczne (Rys.4.2), wyprodukowane zostały do zasilania silników klatkowych, jest to kategoria użytkowania AC-3. W skład mechanizmu napędowego wchodzi rdzeń elektromagnetyczny i cewka pracująca przy napięciu znamionowym równym 230V, 50Hz. Stycznik posiada zasobnik energii zwrotnej w postaci dwóch sprężyn. Jest wyposażony w dwa zwierne i rozwierne styki pomocnicze. Jest to stycznik dwuprzerwowy, zestyki są punktowe o prostoliniowym ruchu styków. Styki wyprodukowane są z miedzi, natomiast powierzchnia robocza pokryta jest warstwą srebra. Podstawa wykonana jest z ebonitu oraz zespolona z obudową stycznika.



Rys.4.1. Stycznik IDX 31

Panel płyty czołowej jest to skonfigurowany układ pomiarowy zaprojektowany i zrealizowany do badania parametrów charakteryzujących pracę nowego i używanego stycznika (Rys.4.2). Podczas wykonywania pomiarów, każdy stycznik badany jest oddzielnie. Do wyboru obiektu badań służy łącznik wielopozycyjny umieszczony na środku panelu sterującego. Zasilenie cewki wybranego stycznika jest sygnalizowane lampką ostrzegawczą. W panel płyty czołowej wmontowano transformator umożliwiający regulowanie napięcia zasilania w obwodzie cewki stycznika. Jest to potrzebne do wykonania dokładnych pomiarów i wyznaczenia charakterystyk czasowych przy różnych napięciach sterowniczych. Zastosowano również woltmierz cyfrowy mierzący precyzyjnie napięcie w obwodzie wtórnym autotransformatora. W panel płyty czołowej wyprowadzono wejścia (L1, L2, L3) i wyjścia (T1, T2, T3) styków głównych stycznika nowego i eksploatowanego. Na ścianie bocznej znajduje się zasilenie główne stanowiska laboratoryjnego oraz wyjście IGBT na tester BTT 6.

Stanowisko pomiarowe do badań cieplnych i czasowych styczników elektromagnetycznych zbudowane jest z następujących elementów (Rys.4.2):

- Stycznik x2 ($I_{th}=90A$, $I_n=45A$, $U_n=380V$, kat.AC3);
- Transformator – typ HSG 260/2.5, $S = 650VA$, $I_s = 2.5A$, $U_s = (0 - 260)V$;
- Woltmierz cyfrowy;
- Dioda led x 2;
- Wyłącznik główny;
- Przekładnik x 2;
- Łącznik wielopozycyjny (wybór stycznika).



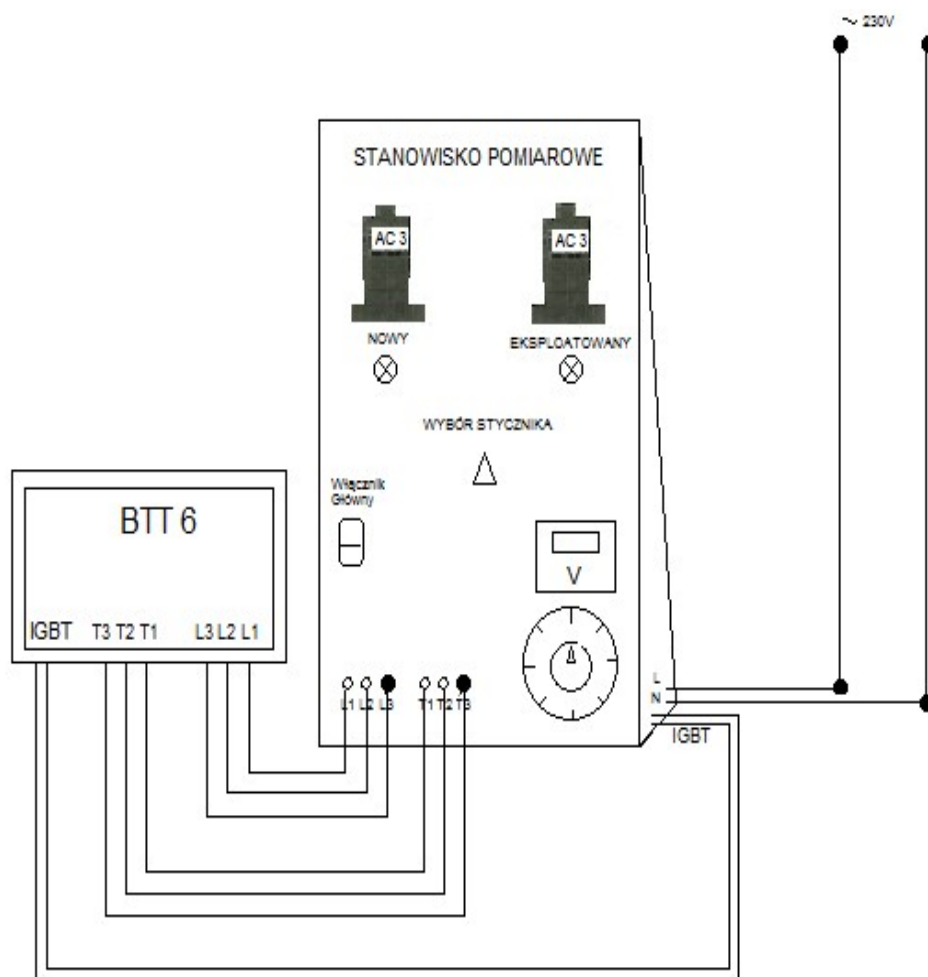
Rys.4.2. Płyta czołowa stanowiska laboratoryjnego

5. Pomiary parametrów czasowych

Pomiary należy przeprowadzić dla trzech następujących wartości napięć cewki stycznika: $0,85 U_n$; U_n ; $1,1 U_n$. Zakres napięć cewek sterujących określony jest w granicy poprawnej pracy styczników. Mieści się on w granicy od 85 do 110% napięcia znamionowego (U_n).

Za pomocą miernika czasów BTT 6 należy zmierzyć trzy parametry czasowe styczników:

- czas zamykania styków;
- czas otwierania styków;
- czas odskoków styków.



Rys.5.1. Schemat ideowy układu pomiarowego

Aby przeprowadzić badania z dużą dokładnością należy dla każdej wartości napięcia sterującego cewki stycznika, wykonać 5 prób pomiarów, po czym je uśrednić.

Wyniki pomiarów uporządkować w trzech tabelach (Tab.5.1). Następnie należy obliczyć całkowitą wartość czasów własnych styczników i zamieścić w tabeli 5.2.

Tab. 5.1. Uśrednione wyniki parametrów czasowych styczników

Napięcie sterujące stycznika	Styki	Nowy Stycznik	Eksploatowany Stycznik
0,85 U_n / U_n / 1,1 U_n		Czas zamykania [ms]	
	L1		
	L2		
	L3		
		Czas otwierania [ms]	
	L1		
	L2		
	L3		
		Czas odskoków [ms]	
	L1		
	L2		
	L3		

Tab. 5.2. Łączne czasy otwarcia i zamknięcia styków stycznika nowego i eksploatowanego

Napięcie sterujące stycznika	Czas zamykania [ms]		Czas otwierania [ms]	
	Łącznik nowy	Łącznik eksploatowany	Łącznik nowy	Łącznik eksploatowany
U = 0,85U_n				
U = U_n				
U = 1,1 U_n				

Opracowanie wyników

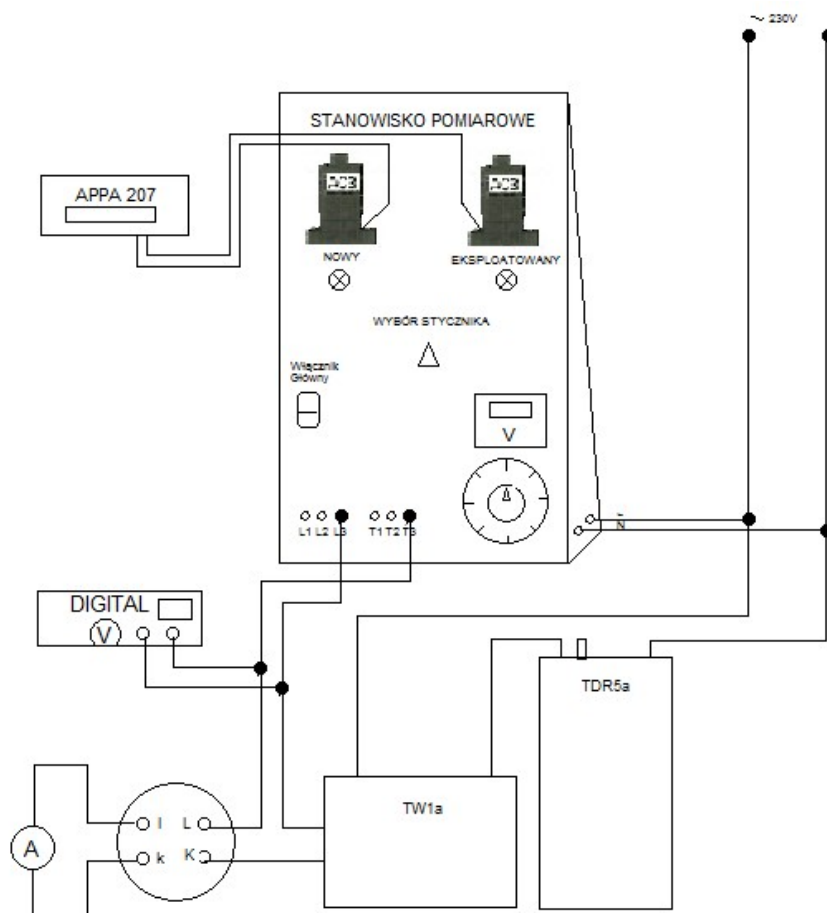
1. Pomiar należy przeprowadzić zgodnie z instrukcją obsługi testera BTT. Dla każdego stycznika wykonujemy pomiary przy: $0,85U_n$; U_n ; $1,1U_n$. Każdy pomiar należy zapisać w pamięci testera.
2. Po wykonaniu pomiarów wyniki należy pobrać z testera i zapisać w bazie danych na komputerze (według instrukcji).
3. Otrzymane wyniki zamieścić w tabelach 5.1 i 5.2, oraz sporządzić następujące wykresy pomiarowe $t = f(U_s)$ dla czasów zamykania, otwierania i odskoków styków stycznika i przeanalizowanie różnic wynikających pomiędzy stycznikiem nowym, a eksploatowanym.

6. Pomiary parametrów cieplnych

Pomiary przeprowadzamy na stanowisku laboratoryjnym przeznaczonym do badania stycznika nowego i eksploatowanego (Rys.4.2). Na czas realizacji pomiarów parametrów cieplnych styczników do stanowiska laboratoryjnego podłączono:

1. Zespół prądowy:
 - Dławik – typ TDR5a, $U=500V$, $I=15A$;
 - Transformator – TW1a, $S = 1kVA$, $U_{zas} = 230V$, $U_{prob} = 2kV$, $I = 10A$;
2. Przekładnik prądowy – typ LJ3, $U = 500V$, $kl.0.5$, $KL/kl = 100/5$;
3. Woltomierz cyfrowy – Agilent;
4. Amperomierz – elektromagnetyczny, $kl.0.5$;
5. Miernik APPA 207 – do pomiaru temperatury.

Układ pomiarowy skonfigurowany do przeprowadzenia badań charakterystyk cieplnych przedstawia (Rys.4.5).



Rys.6.1. Schemat ideowy układu pomiarów cieplnych

Badanie styczników elektromagnetycznych polega na obciążeniu styku głównego stycznika prądem ciągłym o wartości stałej równej 50 A. Badanie należy przeprowadzić analogicznie dla stycznika nowego i dla stycznika eksploatowanego. Wybór stycznika pomiędzy stycznikiem nowym, a używanym odbywa się za pomocą łącznika wielopozycyjnego znajdującego się na środku panelu sterującego. Na cewce stycznika ustawiamy za pomocą autotransformatora napięcie znamionowe 230 V. Celem obciążenia badanego stycznika prądem ciągłym, jest obserwacja różnic jakie wynikną pomiędzy stycznikiem nowym, a używanym. W przypadku tego badania możemy zaobserwować różnice poprzez obserwacje charakterystyki przyrostu temperatury nagrzewania się styku głównego danego stycznika. Pomiar temperatury wykonujemy za pomocą sondy (termopary) podłączonej do miernika „APPA”. Drugą formą badania stycznika jest pomiar spadku napięcia na zestyku prądowym za pomocą miernika cyfrowego „AGILENT”.

Zanim rozpoczniemy pomiary, należy zanotować temperaturę początkową panującą w laboratorium i uruchomić zespół prądowy obciążając badany zestyk stycznika prądem roboczym. Charakterystykę narastania temperatury i spadek napięcia rejestrujemy co minutę. Czas obserwacji trwa 40 min dla każdego stycznika elektromagnetycznego. Wyniki pomiarów umieszczamy w tabeli poniżej.

Tab. 6.1. Wyniki pomiarów parametrów cieplnych i spadku napięcia przy stałej wartości prądu 50A

Czas	Nowy Stycznik		Eksploatowany Stycznik	
	T	ΔU	T	ΔU
[min]	°C	mV	°C	Mv
0				
1				
2				
...				
40				

Opracowanie wyników

1. Sporządzamy następujące wykresy pomiarowe:

- Temperatura głównego styku prądowego – $T = f(t)$;
- Spadek napięcia na styku głównym - $\Delta U = f(t)$;
- Charakterystyka przyrostu temperatury styku głównego- $\Delta T = f(t)$.

2. Porównać przebiegi i wyciągnąć wnioski.

7. Literatura

- [1] Markiewicz H.: Urządzenia elektryczne. Wydawnictwo WNT. Warszawa, 2001.
- [2] Markiewicz H.: Aparaty elektryczne. Wydawnictwo PWN. Warszawa, 1989.
- [3] Ciok Z.: Procesy łączeniowe w układach elektroenergetycznych. Wydawnictwo WNT. Warszawa, 1983.
- [4] Musiał E.: Urządzenia elektroenergetyczne. Wydawnictwo WSiP. Bytom, 1975.
- [5] Kotek T.: Poradnik inżyniera elektryka. Tom II. Wydawnictwo WNT. Warszawa, 1997.
- [6] Sajczyk A., Lejdy B.: Laboratorium urządzeń elektroenergetycznych. Wydawnictwo Politechnika Białostocka. Białystok, 1999.