

**Andrzej Kidawa**

*Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach*

**Andrzej Zieliński**

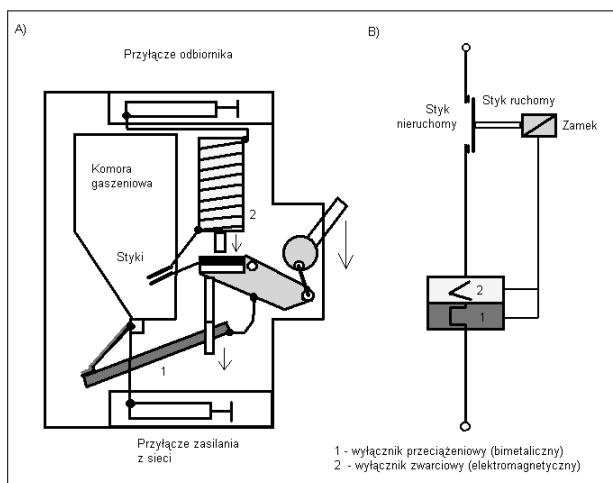
*Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach*

## **Stanowisko laboratoryjne do wyznaczania charakterystyk czasowo-prądowych wyłączników nadprądowych [Komunikat]**

Wyłącznik nadprądowy jest w chwili obecnej najpowszechniej stosowanym urządzeniem zabezpieczającym elektryczne instalacje odbiorcze przed zniszczeniem wskutek przeciążenia lub zwarcia. Jest jednocześnie środkiem ochrony przeciwporażeniowej, który poprzez automatyczne wyłączenie zasilania (w odpowiednio krótkim czasie) w przypadku zwarcia w instalacji odbiorczej, powoduje wyłączenie zasilania, zabezpieczając w ten sposób przed porażeniem prądem np.: wskutek dotyku pośredniego.

Z tych względów celowe stało się zbudowanie prostego stanowiska pomiarowego dla laboratorium WSZOP, pozwalającego studentom na zapoznanie się z działaniem tego wyłącznika poprzez doświadczalne wyznaczenie jego charakterystyki czasowo-prądowej [1].

Charakterystyka czasowo-prądowa wyłącznika to zależność czasu (upływającego od chwili pojawienia się zakłócenia w sieci, w postaci przeciążenia lub zwarcia) – od wartości natężenia prądu charakteryzującego to zakłócenie.



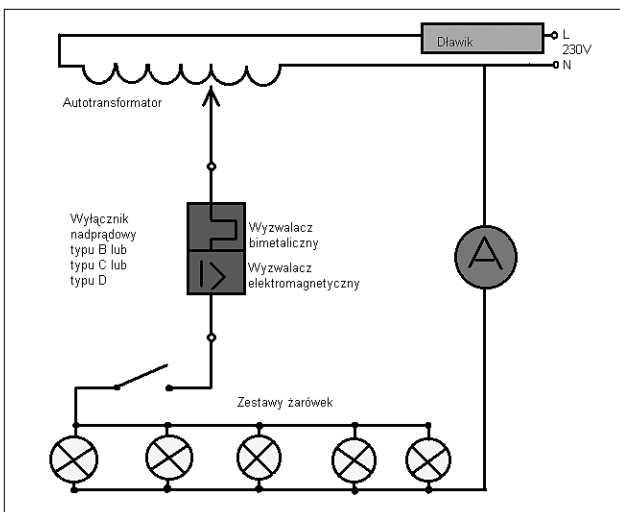
*Rys. 1. Budowa wyłącznika nadprądowego A) przekrój B) schemat [2]*

Wyłącznik nadprądowy zbudowany jest z dwóch szeregowo połączonych ze sobą wyłączników: bimetalicznego (ozn. 1 na rys. 1) i elektromagnetycznego (ozn. 2 na rys. 1).

Wyłącznik bimetaliczny wyłącza prądy przeciążeniowe, tj. prądy o natężeniu większym od natężenia prądu nominalnego, na który wykonano wyłącznik. Jego działanie wykorzystuje zjawisko różnej rozszerzalności dwóch zgrzanych pasków metalu (bimetalu). Wraz ze wzrostem natężenia prądu każdy metal ulega rozgrzaniu (wskutek wydzielania się ciepła Joule'a), co powoduje zwiększenie jego długości (rozszerzalność liniowa), a w przypadku bimetalu (każdy z metali wydłuża się w innym stopniu) powoduje to wykrzywienie paska bimetalu. Wykrzywiony pasek bimetaliczny pociąga za sobą (na rys. 1 w dół) klamrę, która zwalnia mimośrodowo zablokowany zamek z ruchomym stykiem. Wskutek tego styk ruchomy zostaje oddalony od styku nieruchomego i obwód prądu zostaje przerwany. Z uwagi na to, przerwaniu obwodu towarzyszy zawsze zjawisko powstawania łuku elektrycznego, styki wyłącznika umieszczone są w tzw. komorze gaszeniowej, której budowa i kształt tłumi powstający przy rozłączaniu łuk elektryczny.

Wyłącznik elektromagnetyczny (ozn. 2 na rys. 1) działa podobnie jak ustrój pomiarowy analogowego miernika elektromagnetycznego. W cewce (ozn. 2 na rys. 1) zmienny prąd indukuje zmienne pole magnetyczne proporcjonalne do szybkości zmian natężenia prądu. Im szybsza zmiana natężenia prądu, tym większe jest natężenie pola magnetycznego wytworzonego przez cewkę.

Wewnątrz cewki znajdują się dwa metalowe rdzenie z materiału ferromagnetycznego np.: umieszczone współśrodkowo, które jednocześnie zostają namagnesowane jednoimiennie (tzn. każdy z nich ma biegun N z tej samej strony), co

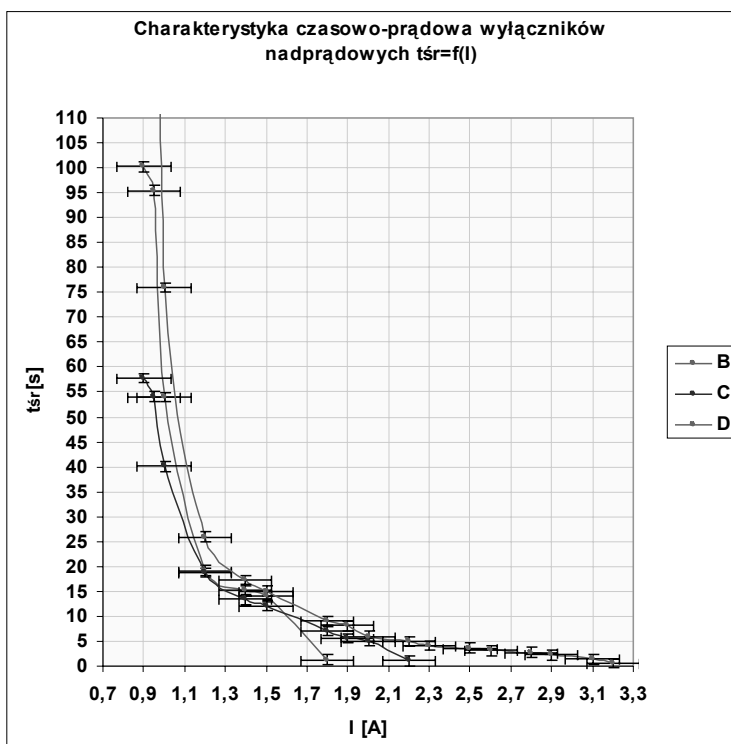


Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego

powoduje wzajemne odepchnięcie się od siebie obydwu rdzeni w momencie wyindukowania w cewce pola magnetycznego. Jeden z rdzeni (zewnątrzny) jest przymocowany na stałe do wnętrza cewki, a drugi jest ruchomy (zamocowany jedynie przy pomocy sprężyny, która powoduje po wyłączeniu pola powrót rdzenia do położenia równowagi). W momencie, gdy w cewce nagle nastąpi silna zmiana natężenia płynącego przez niego prądu, wyindukuje się pole magnetyczne i namagnesowane jednoimiennie rdzenie gwałtownie się odepchną. Rdzeń ruchomy zostaje wówczas wypchnięty z cewki i uderzając w blokadę zamka (na rys. 1 – w dół), zwalnia ją powodując rozłączenie. Wyłącznik ten, reagując na szybkie zmiany natężenia prądu, rozłącza pojawiające się nagle prądy zwarciove.

Rys. 2 przedstawia schemat stanowiska pomiarowego, zbudowanego w celu wyznaczania charakterystyk czasowo-prądowych wyłączników nadprądowych w zakresie działania wyłącznika bimetalicznego. Do budowy stanowiska zastosowano wyłączniki nadprądowe o najniższych wartościach natężenia nominalnego, jakie są obecnie dostępne na rynku.

Wyłączniki takie o wartościach prądu nominalnego  $I_n=0,6A$  i charakterystykach: B, C i D produkuje czeska firma OEZ i zostały one przekazane przez producenta dla wykonania niniejszej pracy nieodpłatnie. Dzięki niskiej wartości natę-



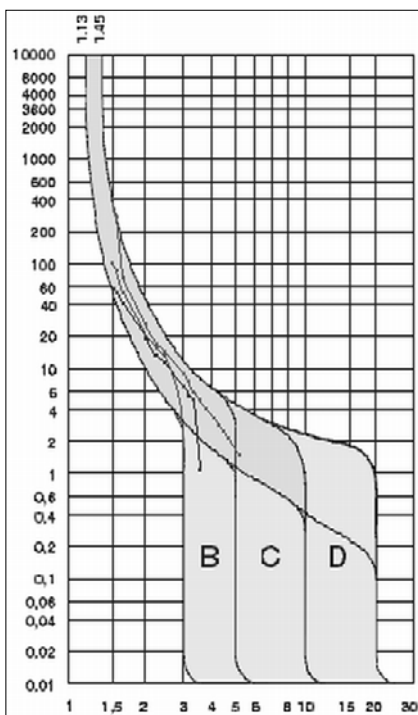
Rys. 3. Wyniki pomiarów 3 wyłączników nadprądowych o charakterystykach B, C i D. [1]

żenia prądu nominalnego wyłączników pomiary można wykonywać przy niskich wartościach natężenia prądu, co ma duże znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa studentom wykonującym ćwiczenie.

Dla stłumienia impulsów napięciowych powstających przy załączaniu układu zastosowano dławik 45A. Płynną regulację natężenia prądu (w zakresie od 0 do 13A) płynącego przez układ umożliwia zastosowany w układzie autotransformator ALT13A firmy Merazet. Jeśli wartości natężenia prądu punktów pomiarowych mają stanowić wartości zadane, to należy przed dokonaniem pomiarów przeskalować układ bez wyłączników nadprądowych, poprzez wyznaczenie jego charakterystyki prądowo-napięciowej, tj. zależności natężenia prądu płynącego przez odbiornik omowy o mocy 0,96kW (zestaw 16 żarówek o mocy 60W każda) w funkcji napięcia ustawionego na autotransformatorze.

Skalowanie takie pozwala na przypisanie poszczególnym działkom autotransformatora wartości natężenia prądu płynącego w obwodzie pomiarowym. Pomimo takiego wstępnego wyskalowania autotransformatora w wartościach natężenia prądu, dla zachowania należytej dokładności należy każdorazowo przy dokonywaniu pomiarów odczytywać wartość natężenia prądu wskazywaną przez amperomierz. Niepewność pomiarowa odczytów wartości natężenia prądu będzie wówczas jedynie funkcją klasy zastosowanego amperomierza. Czas od momentu załączenia zasilania do samoczynnego wyłączenia mierzono stoperem. Dokładność pomiarowa uzyskiwana przy pomocy stopera pozwala jedynie na badanie charakterystyk czasowo-prądowych w zakresie działania wyłącznika bimetalicznego (przeciążeniowego). Rozszerzenie zakresu pomiarowego na obszar działania wyłącznika elektromagnetycznego (zwarcowego) wymaga zastosowania automatycznego elektronicznego układu pomiaru czasu sprzężonego z badanym obwodem.

Istotnym warunkiem zapewniającym uzyskanie właściwych wyników pomiarowych jest zachowanie odpowiednich odstępów czasu pomiędzy kolejnymi pomiarami tego samego wyłącznika. Odstępy te powinny być na tyle duże, aby nagrany w trakcie pomiaru wyłącznik bimetaliczny zdążył całkowicie ostygnąć przed kolejnym pomiarem. Czas potrzebny na ostygnięcie wyłącznika można wyznaczyć doświadczalnie, wykonując kolejne pomiary czasu wyłączania wyłącznika w funkcji czasu upływającego pomiędzy pomiarami dla zadanej wartości natężenia prądu. Odstęp czasu pomiędzy pomiarami począwszy, od którego czas wyłączania wyłącznika stabilizuje się stanowi minimalny niezbędny dla uzyskania prawidłowych wyników czas międzypomiarowy. Z uwagi na fakt, że wyłączenie jest spowodowane odkształceniem bimetalu, które jest funkcją temperatury, należy przyjąć, że każdorazowe wyłączenie (niezależnie od natężenia prądu, które je spowodowało) jest spowodowane rozgrzaniem wyłącznika do tej samej temperatury. Zatem raz wyznaczony czas stygnięcia zmierzony przy dowolnym natężeniu



Rys. 4. Wyniki pomiarów naniesione na charakterystyki wyzwalania wg norm DIN VDE 0641 część 11 dla B i C oraz IEC 947-2 dla D [1], [3].

prądu można zastosować dla wszystkich pomiarów dla danego wyłącznika. Należy ponadto zwrócić uwagę, aby temperatura otoczenia w trakcie pomiarów (mająca wpływ na czas schładzania wyłącznika) pozostawała stała.

Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 3 i rys. 4.

Punkty pomiarowe charakterystyk czasowo-prądowych pokazane na rys. 3 zostały wpisane w charakterystyki wyzwalania przewidziane normami DIN VDE 0641 część 11 dla B i C oraz IEC 947-2 dla D i pokazane na rys. 4.

Pomiary przedstawione na rys. 3 przeprowadzone zostały w temperaturze otoczenia 20°C.

Czasy międzypomiarowe wynosiły ok. 5 min.

Pomiary potwierdziły, że wszystkie charakterystyki wyłączników typu B, C oraz D w zakresie działania wyłącznika bimetalicznego mieszczą się w wymaganym normami przedziale wartości pomiędzy krzywą niezadziałania (krzywa dolna) i krzywą zadziałania (krzywa górna).

Autorzy pragną podziękować producentowi wyłączników, firmie O EZ, za bezpłatne przekazanie wyłączników do budowy stanowiska.

## LITERATURA

- [1] A. Zieliński: *Praca dyplomowa*, WSZOP w Katowicach, wrzesień 2007.
- [2] A. Kidawa: *Zagrożenia elektryczne w środowisku pracy*, Wydawnictwo WSZOP, luty 2007.
- [3] Katalog wyrobów HAGER Elektro Sp. z o.o. 2002–2003 r.