

WYŻSZA SZKOŁA KADR MENADŻERSKICH W KONINIE
Kierunek: ENERGETYKA, Semestr: IV
Laboratorium z przedmiotu
PRZESYŁ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

ĆWICZENIE 3: ŁĄCZNIKI ELEKTROENERGETYCZNE

Część I: Klasyfikacja i podstawowe definicje

Łącznik elektroenergetyczny – aparat elektryczny przeznaczony do przewodzenia określonych prądów oraz do wykonywania określonych czynności łączeniowych w obwodach urządzeń elektroenergetycznych.

Podstawowe czynności łączeniowe:

- załączenie obwodu elektroenergetycznego na napięcie,
- wyłączenie obwodu elektroenergetycznego, w którym płynął prąd elektryczny.

Obie te czynności wywołują stan przejściowy prądu i napięcia związany z istnieniem w obwodzie pojemności i indukcyjności. Powstające w chwili wykonywania czynności łączeniowych przepięcia i przetężenia mogą być groźne dla łączników, sterowanych odbiorników oraz innych urządzeń w obwodzie.

Wyłączeniem prądu w określonym obwodzie nazywa się proces, w którym prąd ten maleje do zera, zachowując tę wartość dowolnie długo. Należy podkreślić, że w obwodach elektroenergetycznych wyłączeniu prądu towarzyszy prawie zawsze pojawienie się między rozdzielającymi się stykami łącznika *elektrycznego łuku łączeniowego*.

Podział funkcjonalny łączników (ze względu na podstawowe zadania łącznika w systemie elektroenergetycznym):

Łączniki izolacyjne – przeznaczone do stwarzania w stanie otwarcia we wszystkich swoich biegunach bezpiecznych i widocznych przerw izolacyjnych.

Łączniki manewrowe – przeznaczone do łączenia (załączania i wyłączania) prądów roboczych i przeciążeniowych w określonych warunkach i przy określonej częstotliwości łączeń.

Łączniki zabezpieczeniowe – przeznaczone do likwidowania powstających w systemie elektroenergetycznym stanów zakłóceń, przy czym wyróżnia się:

- *łączniki do zabezpieczania urządzeń,*
- *łączniki do ochrony ludzi (łączniki przeciwporażeniowe).*

Łączniki do innych zadań – załączniki, uziemniki, zwierniki.

Łączniki wielozadaniowe.

Podział łączników ze względu na rodzaj prądu w torach głównych łącznika:

Łączniki prądu stałego.

Łączniki prądu przemiennego.

Łączniki uniwersalne.

Podział łączników ze względu na znamionowe napięcie łączeniowe:

Łączniki niskonapięciowe – przeznaczone do pracy w sieciach prądu przemiennego o napięciu znamionowym do 1000 V lub (i) w sieciach prądu stałego o napięciu znamionowym do 1200 V.

Łączniki wysokonapięciowe – przeznaczone do pracy w sieciach prądu przemiennego o napięciu znamionowym powyżej 1000 V lub (i) w sieciach prądu stałego o napięciu znamionowym powyżej 1200 V.

Podział łączników ze względu na rodzaj obiektu, w którego sieci łącznik ma pracować:

Łączniki instalacyjne – przeznaczone do stosowania w instalacjach nie mających charakteru przemysłowego (np. bytowych, szkolnych, biurowych, itp.).

Łączniki przemysłowe – przeznaczone do stosowania przede wszystkim w torach prądowych przemysłowych urządzeń elektroenergetycznych. Ze względu na rodzaj przemysłu lub urządzenia, w którym łącznik znajduje główne zastosowanie różni się m.in.: *łączniki górnicze, łączniki trakcyjne, łączniki okrętowe, łączniki obrabiarkowe, itd.*

Łączniki ogólnego przeznaczenia – przeznaczone do stosowania zarówno w torach prądowych przemysłowych urządzeń elektroenergetycznych jak i w instalacjach nie mających charakteru przemysłowego (np. w dużych obiektach handlowych, użyteczności publicznej, sportowo-rekreacyjnych, itp.).

Podział łączników ze względu na rodzaj części systemu elektroenergetycznego, w której łącznik ma pracować:

Łączniki sieciowe – przeznaczone do załączania i wyłączania elementów sieci elektroenergetycznej.

Łączniki odbiornikowe – przeznaczone do instalowania w torach prądowych służących do bezpośredniego zasilania odbiorników energii elektrycznej; różni się m.in.: *łączniki silnikowe, łączniki piecowe, łączniki grzejnikowe, łączniki kondensatorowe, itd.*

Podział konstrukcyjny łączników (ze względu na budowę członu łączeniowego głównego):

➤ Łączniki o członie łączeniowym głównym metalowym:

Łączniki zestykowe

Bezpieczniki

➤ Łączniki o członie łączeniowym głównym półprzewodnikowym:

Łączniki półprzewodnikowe

➤ Łącznik zestykowy + łącznik półprzewodnikowy

Łącznik hybrydowy

Łącznik zestykowy – łącznik, którego człon łączeniowy główny zawiera styki łączeniowe:

Łączniki bezmechanizmowe – styki ruchome w stanie otwarcia mogą zajmować dowolne położenie w stosunku do odpowiednich styków nieruchomych (np. gniazdo wtykowe i wtyk).

Łączniki mechanizmowe – położenie styków ruchomych członu łączeniowego głównego jest ograniczone przez określony mechanizm.

Bezpiecznik – łącznik bezzestykowy, w którym człon łączeniowy główny zawiera element ulegający rozpadowi pod działaniem prądu elektrycznego o określonej wartości w ciągu określonego czasu.

Podział łączników mechanizmowych ze względu na zdolność łączeniową (stosunek znamionowego prądu wyłączalnego I_{nw} do znamionowego prądu ciągłego I_{nc}):

$I_{nw} \approx 0$

Odcinacz – łącznik przeznaczony i zdolny do długotrwałego przewodzenia swego znamionowego prądu ciągłego i krótkotrwałego przewodzenia określonych prądów zakłóceń oraz stwarzania w stanie otwarcia we wszystkich swoich biegunach przerw, ale praktycznie niezdolny do wyłączania prądu.

Odlącznik – odcinacz spełniający wymagania stawiane łącznikom izolacyjnym.

$$0 < I_{nw} / I_{nc} \leq 10$$

Rozłącznik – łącznik przeznaczony i zdolny do długotrwałego przewodzenia swego znamionowego prądu ciągłego i krótkotrwałego przewodzenia określonych prądów zakłóceń oraz do czynności łączeniowych określonych jego kategorią użytkowania i jego klasą pracy lub prądem wyłączalnym nie większym niż 10-krotna wartość jego znamionowego prądu ciągłego.

$$I_{nw} / I_{nc} > 10$$

Wyłącznik – łącznik przeznaczony do załączania i wyłączania określonych prądów roboczych i zakłóceń, do długotrwałego przewodzenia swego znamionowego prądu ciągłego i krótkotrwałego przewodzenia określonych prądów zakłóceń, przy czym jego znamionowy prąd wyłączalny jest większy niż 10-krotna wartość jego znamionowego prądu ciągłego.

Kategoria użytkowania łączników – umowny program pracy łączeniowej w warunkach obciążeniowych i przeciążeniowych, określony przez wymagania probiercze w obwodach probierczych o odpowiednio dobranej surowości (prąd złączeniowy i wyłączeniowy obwodu, napięcie łączeniowe, współczynnik mocy obwodu).

Kategorie użytkowania niskonapięciowych łączników odbiornikowych prądu przemiennego:

AC-1 : łączenie obciążeń bezindukcyjnych lub małoindukcyjnych ($\cos \varphi \geq 0,95$);

AC-2 : łączenie silników indukcyjnych pierścieniowych;

AC-3 : łączenie silników indukcyjnych klatkowych – rozruch bezpośredni, wyłączenie przy znamionowej prędkości obrotowej;

AC-4 : łączenie silników indukcyjnych klatkowych – rozruch bezpośredni ciężki, praca impulsowa lub rewersowa;

AC-5a : łączenie lamp wyładowczych,

AC-5b : łączenie żarówek,

AC-6a : łączenie transformatorów,

AC-6b : łączenie baterii kondensatorów,

AC-7a : łączenie obciążeń małoindukcyjnych w gospodarstwie domowym i zastosowaniach podobnych,

AC-7b : łączenie silników w zastosowaniach gospodarstwa domowego,

AC-8a : sterowanie silnikami sprężarek hermetycznych czynnika chłodzącego z ręcznym przestawianiem wyzwalaczy przeciążeniowych,

AC-8b : sterowanie silnikami sprężarek hermetycznych czynnika chłodzącego z samoczynnym przestawianiem wyzwalaczy przeciążeniowych,

AC-12 : sterowanie obciążeniami rezystancyjnymi i obciążeniami półprzewodnikowymi z izolacją transoptorową,

AC-13 : sterowanie obciążeniami półprzewodnikowymi z izolacją transformatorową,

AC-14 : sterowanie małymi obciążeniami elektromagnetycznymi,

AC-15 : sterowanie obciążeniami elektromagnetycznymi prądu przemiennego.

Kategorie użytkowania niskonapięciowych łączników sieciowych prądu przemiennego:

AC-20 : zamykanie i otwieranie obwodów bez obciążenia,

AC-21 : łączenie obciążeń rezystancyjnych, również z umiarkowanymi przeciążeniami,

AC-22 : łączenie obciążeń mieszanych rezystancyjnych i indukcyjnych, również z umiarkowanymi przeciążeniami,

AC-23 : łączenie obciążeń silnikowych lub innych obciążeń o wielkiej indukcyjności.

Klasa pracy łącznika – umowna klasa podziałowa łączników niskonapięciowych według ich trwałości mechanicznej i największej dopuszczalnej dla tej klasy częstości łączeń. Oznaczenie klasy pracy łącznika liczbami:

1 – 3 – 12 – 30 – 120 – 300 – 1200 – 3000 – 12000 – 30000 – 120000 – 300000

oznacza dopuszczalną liczbę cykli łączeniowych na godzinę.

Wielkości znamionowe łączników niskonapięciowych

Napięcie znamionowe łączeniowe U_e – wartość napięcia, która łącznie z prądem znamionowym łączeniowym ustala zastosowanie łącznika, do którego odnoszą się odpowiednie badania i kategorie użytkowania. W łączniku jednobiegunowym napięcie U_e jest określone jako napięcie na biegunie, natomiast w łączniku wielobiegunowym – jako napięcie międzyfazowe. Łącznik może być znamionowany kilkoma zestawami napięcia znamionowego łączeniowego i prądu znamionowego łączeniowego (lub mocy łączeniowej) w różnych rodzajach pracy i kategoriach użytkowania.

Napięcie znamionowe izolacji U_i łącznika – wartość napięcia, do której są odniesione napięcie probiercze wytrzymałości elektrycznej i odstępów izolacyjnych powierzchniowe. W żadnym przypadku największa wartość napięcia U_e nie może być większa od napięcia U_i . W przypadku łącznika bez określonego napięcia U_i , za napięcie to przyjmuje się największą wartość napięcia U_e .

Prąd znamionowy łączeniowy I_e (lub moc znamionowa łączeniowa) – wartość tego prądu, ustalana przez wytwórcę, jest związana z napięciem znamionowym łączeniowym, częstotliwością znamionową, rodzajem pracy znamionowej, kategorią użytkowania oraz obudową (jeżeli taka istnieje) chroniącą łącznik. W przypadku łącznika przeznaczonego do sterowania bezpośrednio jednym silnikiem elektrycznym, ustalenie prądu I_e może być zastąpione lub uzupełnione ustaleniem największej mocy znamionowej sterowanego przez łącznik silnika przy odpowiednim napięciu U_e .

Prąd znamionowy ciągły I_u – ustalona przez wytwórcę wartość prądu, który łącznik może przewodzić przy pracy ciągłej.

Prąd znamionowy załączalny (zdolność znamionowa załączania) – ustalona przez wytwórcę wartość prądu, który może być załączony przez łącznik w określonych warunkach załączania, którymi są napięcie złączeniowe i cechy obwodu probierczego.

Prąd znamionowy wyłączalny (zdolność znamionowa wyłączania) – ustalona przez wytwórcę wartość prądu, który może być wyłączony przez łącznik w określonych warunkach wyłączania, którymi są cechy obwodu probierczego i napięcie powrotne podstawowe.

Cechy zwarciovowe – podstawowymi danymi łącznika odnoszącymi się do warunków zwarciovych są:

Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany I_{cw} (zwany również prądem znamionowym n-sekundowym) – przypisana łącznikowi przez wytwórcę wartość prądu krótkotrwałego, który łącznik może przewodzić bez uszkodzenia w warunkach probierczych określonych w normie przedmiotowej.

Prąd znamionowy załączalny zwarciovowy I_{cm} (zdolność znamionowa załączania zwarciovowa) – przypisana łącznikowi przez wytwórcę wartość prądu załączalnego zwarciovego przy

napięciu znamionowym łączeniowym oraz przy częstotliwości znamionowej i określonym współczynniku mocy w przypadku prądu przemiennego lub określonej stałej czasowej przy prądzie stałym. Przy prądzie przemiennym jest on wyrażony wartością szczytową największego prądu spodziewanego w określonych warunkach.

Prąd znamionowy wyłączalny zwarciovym I_{cn} (zdolność znamionowa wyłączania zwarciovym)

– przypisana łącznikowi przez wytwórcę wartość prądu wyłączalnego zwarciovym przy napięciu znamionowym łączeniowym oraz przy częstotliwości znamionowej i określonym współczynniku mocy w przypadku prądu przemiennego lub określonej stałej czasowej przy prądzie stałym. Przy prądzie przemiennym jest on wyrażony wartością skuteczną składowej okresowej prądu spodziewanego wyłączeniowego w określonych warunkach.

Prąd znamionowy ograniczony wytrzymywany – ustalona przez wytwórcę wartość prądu spodziewanego (w przypadku prądu przemiennego – wartość skuteczną składowej okresowej), który łącznik chroniony przez określone przez wytwórcę zabezpieczenie zwarciovym, może wytrzymywać w czasie działania tego zabezpieczenia w warunkach probierczych określonych w normie przedmiotowej. Zabezpieczenie zwarciovym może być częścią łącznika lub stanowić odrębne urządzenie.

Zdolność łączenia zwykła rozłączników prądu przemiennego niskiego napięcia

Kategoria użytkowania	I_e	Załączanie			Wyłączanie		
		I / I_e	U / U_e	$\cos \varphi$	I / I_e	U / U_e	$\cos \varphi$
AC-1	w.w.	1,0	1,0	0,95	1,0	1,0	0,95
AC-2	w.w.	2,5		0,65	2,5		0,65
AC-3	< 17 A	6,0		0,65	1,0	0,17	0,65
	≥ 17 A			0,35			0,35
AC-4	< 17 A	6,0	0,65	6,0	1,0	0,65	
	≥ 17 A		0,35			0,35	

I – prąd załączeniowy lub wyłączeniowy, U – napięcie załączeniowe lub wyłączeniowe, w.w. – wszystkie wartości

Zdolność łączenia dorywcza rozłączników prądu przemiennego niskiego napięcia

Kategoria użytkowania	I_e	Załączanie			Wyłączanie		
		I / I_e	U / U_e	$\cos \varphi$	I / I_e	U / U_e	$\cos \varphi$
AC-1	w.w.	1,5	1,1	0,95	1,5	1,1	0,95
AC-2	w.w.	4,0		0,65	4,0		0,65
AC-3	< 17 A	10,0		0,65	8,0		0,65
	17A÷100A	10,0		0,35	8,0		0,35
	> 100 A	8,0	0,35	6,0	0,35		
AC-4	< 17 A	12,0	0,65	10,0	0,65		
	17A÷100A	12,0	0,35	10,0	0,35		
	> 100 A	10,0	0,35	8,0	0,35		

I – prąd załączeniowy lub wyłączeniowy, U – napięcie załączeniowe lub wyłączeniowe, w.w. – wszystkie wartości

Część II: Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych wyłączników niskonapięciowych prądu przemiennego

Wyłączniki instalacyjne - przeznaczone do zabezpieczania instalacji elektrycznych przemysłowych, domowych i podobnych. Mają za zadanie ochronę instalacji przed skutkami przeciążeń i zwarć, eliminując szkodliwe działania prądów przetężeniowych.

Dawniejsze rozwiązania: *wyłączniki instalacyjne wkrętowe do gniazd bezpiecznikowych* - np. typu WSWx z gwintem E27, prądy znamionowe ciągłe 6 - 25 A, prądy znamionowe wyłączalne na poziomie pojedynczych kA.

Współczesne rozwiązania: *wyłączniki nadprądowe płaskie* - np. produkowane przez LEGRAND (FAEL) wyłączniki serii S300 (wcześniej S190 lub S160), które są w pełni zamiennikami wyłączników nadprądowych innych renomowanych firm europejskich. Charakterystyczne cechy wyłączników serii S300:

- ⇒ pełny zakres charakterystyk czasowo-prądowych typu B, C i D;
- ⇒ szeroki asortyment zakresów prądowych $I_{nc} = 0,3 \dots 63 \text{ A}$;
- ⇒ wysoka zwarciowa zdolność łączeniowa $I_{nw} = 6, 10 \text{ lub } 25 \text{ kA}$;
- ⇒ duża trwałość mechaniczna i łączeniowa;
- ⇒ bistabilny zatrzask ułatwiający montaż i demontaż wyłączników na wspornikach montażowych.

Konstrukcja aparatu pozwala na tworzenie wyłączników instalacyjnych od 1 do 4 biegunowych poprzez łączenie pojedynczych modułów. Połączenie zapewnia jednoczesne wyłączanie obwodów wielofazowych, co eliminuje przypadki niepełnofazowego zasilania odbiorników trójfazowych. Wyłączniki dzięki odpowiedniej konstrukcji układu gaszenia łuku elektrycznego uzyskują wysoką zwarciową zdolność łączeniową, a ograniczając wartość szczytową spodziewanego prądu zwarciowego i energię cieplną wydzielaną podczas zwarcia (tzw. całka Joule'a jest mniejsza o około 50% od maksymalnej wartości dopuszczalnej), chronią instalację elektryczną przed szkodliwymi skutkami elektrodynamicznymi i cieplnymi. Działanie wyłącznika w tym zakresie obrazuje czasowy przebieg prądów i napięć w obwodzie (Karta katalogowa – rys. 1). Znaczne ograniczenie energii w trakcie zwarcia prowadzi również do poprawy selektywności we współpracy z bezpiecznikami topikowymi. Dla danego rodzaju wyłącznika oraz spodziewanych wartości prądu zwarcia w obwodzie producent wyłączników podaje minimalne wartości prądu znamionowego bezpiecznika topikowego, gwarantujące selektywną współpracę obu łączników (Karta katalogowa – tabl. 1).

Charakterystyki działania – oznaczone symbolami B, C i D – wyzwalaczy termobimetalowych (przeciążeniowych) i elektromagnesowych (zwarciowych) są zgodne z normami EN 60898 i PN-90/E-93002. Granica zadziałania wyzwalaczy termobimetalowych zawiera się w granicach od 1,13 do 1,45 krotności prądu znamionowego ciągłego wyłączników (w temperaturze otoczenia +30 °C) – (Karta katalogowa – rys. 2 i tabl. 2). Natomiast obszar zadziałania wyzwalaczy elektromagnesowych wynosi dla:

- charakterystyki B – od 3 do 5 krotności prądu znamionowego ciągłego; wyłączniki nadprądowe o tej charakterystyce działania są przeznaczone do zabezpieczania przewodów i odbiorników w obwodach oświetleniowych, gniazd wtykowych i sterowania w instalacjach mieszkaniowych, obiektów użyteczności publicznej lub przemysłowych;
- charakterystyki C – od 5 do 10 krotności prądu znamionowego ciągłego; wyłączniki nadprądowe o tej charakterystyce działania są przeznaczone do zabezpieczania przed skutkami zwarć i przeciążeń instalacji, w których zainstalowano urządzenia elektroenergetyczne o dużych prądach rozruchowych (silniki elektryczne, transformatory);

- charakterystyki D – od 10 do 20 krotności prądu znamionowego ciągłego; wyłączniki nadprądowe o tej charakterystyce gwarantują, że urządzenia elektroenergetyczne o bardzo dużych prądach w chwili załączania (silniki elektryczne o ciężkim rozruchu, transformatory, grupy lamp oświetleniowych, tak żarowych jak i fluoroscencyjnych) nie doprowadzają do niepożądanych przedwczesnych wyłączeń napięcia zasilania zabezpieczanej instalacji.

Wyłączniki silnikowe – przeznaczone są zabezpieczania urządzeń i silników elektrycznych prądu przemiennego przed skutkami przeciążeń i zwarć oraz przed niesymetrią obciążenia i pracą niepełnofazową. Przykładem jest nowoczesna generacja małogabarytowych nadprądowych wyłączników silnikowych:

⇒ serii M250 produkowanych przez LEGRAND (FAEL),

⇒ serii Mbs25 produkowanych przez „Elester-Łódź”.

Cechy charakterystyczne wyłączników silnikowych to:

⇒ szeroki asortyment zakresów prądowych 0,1 ... 25 A;

⇒ duża trwałość mechaniczna i łączeniowa;

⇒ wysoka zdolność wyłączania prądów zwarciovych - do 6 kA dla wyłączników serii M250, a dla wyłączników serii Mbs25 może być zwiększona do 50 kA przez zastosowanie specjalnych modułów ograniczających prąd zwarciovych;

⇒ małe gabaryty;

⇒ szybki montaż i demontaż na wspornikach za pomocą zatrzasku;

⇒ kompensacja wpływu temperatury otoczenia od -5°C do $+40^{\circ}\text{C}$;

⇒ szybkie wyłączenie w przypadku niesymetrycznego obciążenia lub zaniku fazy

Charakterystyki czasowo-prądowe wyzwalaczy przeciążeniowych (termobimetalowych) odpowiadają charakterystykom pracy silników elektrycznych, które mogą wywoływać znaczne przetężenia w obwodach zasilających w normalnych warunkach pracy (rozruch, praca impulsowa lub rewersowa) i przy pracy symetrycznej spełniają następujące wymagania (Karta katalogowa rys. 2 i tabl. 1).

Tablica 1 (FAEL – M250). Charakterystyka czasowo-prądowa wyzwalaczy termobimetalowych wyłączników silnikowych przy pracy symetrycznej

Kolejność prób	Stan cieplny wyłącznika na początku próby	Prąd probierczy jako krotność I_{nast}	Czas zadziałania
1	Nienagrzany	1,05	$t > 2 \text{ h}$
2	Nagrzany prądem próby 1	1,2	$t < 2 \text{ h}$
3	Nagrzany prądem próby 1	1,5	$t < 2 \text{ min}$
4	Nienagrzany	7,2	$2 \text{ s} < t \leq 10 \text{ s}$

Wyłączniki silnikowe dzięki odpowiedniej konstrukcji układu gaszenia łuku elektrycznego uzyskują wysoką zdolność wyłączania prądów zwarciovych (6 – 10 kA). Prąd zwarciovych zostaje ograniczony zanim osiągnie swoją spodziewaną wartość maksymalną i wyłączony w czasie kilku milisekund (Karta katalogowa – rys. 1). Energia cieplna wydzielana podczas zwarcia zostaje ograniczona. Ograniczone zostaje również oddziaływanie elektrodynamiczne. Tym samym elektryczna instalacja zasilająca odbiornik (silnik) jest chroniona przed skutkami cieplnymi i elektrodynamicznymi. Dobeżpieczenie bezpiecznikowymi wkładkami topikowymi należy stosować wówczas, gdy wartości spodziewanych prądów zwarciovych w obwodzie są większe od znamionowej zwarciovych zdolności wyłączania wyłącznika.

Wyłączniki zwarcioowe o budowie zwartej (compact)

SCHNEIDER ELECTRIC

Wyłączniki niskiego napięcia w obudowie izolacyjnej typu *Compact Merlin Gerin NS*

Produkowane są na prądy znamionowe w obrębie poniższych dwóch grup:

- od 15 do 630 A (jako NS100, ..., NS630),
- od 630 do 1600 A (jako NS630b, ..., NS1600).

Wiele wersji:

- wyłączniki 1-, 2-, 3- lub 4-biegunowe,
- mocowane na stałe, wtykowe lub wysuwne,
- z różnymi typami zabezpieczeń.

Szeroki zakres zastosowań:

- w sieciach prądu przemiennego do 1000 V,
- w sieciach prądu stałego,
- w zespołach przełączania zasilania.

Zdolność wyłączeniowa, zdefiniowana jako wartość skuteczna granicznego prądu wyłączalnego I_{cu} , określona jest w zależności od wykonania jako normalna (N), wysoka (H) lub bardzo wysoka (L) i wynosi przy napięciu 380/415 V od 25 do 150 kA.

*Prąd znamionowy wyłączalny zwarcioowy graniczny I_{cu} – prąd wyłączalny zwarcioowy, po wyłączeniu którego w przepisanych warunkach zgodnie z określona sekwencją badań wyłącznik może **nie być zdolny** do ciągłego przewodzenia swojego prądu znamionowego.*

*Prąd znamionowy wyłączalny zwarcioowy eksploatacyjny I_{cs} - prąd wyłączalny zwarcioowy, po wyłączeniu którego w przepisanych warunkach zgodnie z określona sekwencją badań wyłącznik **jest zdolny** do ciągłego przewodzenia swojego prądu znamionowego.*

Dla napięć łączeniowych $U_e \leq 500$ V: $I_{cs} = 100\% I_{cu}$

ABB SACE L.V.

Nowa wersja wyłączników niskiego napięcia typu *SACE Isomax S*

Obejmuje ona siedem podstawowych modeli oznaczonych S1, ..., S7 dla zakresu prądów znamionowych od 125 A do 1600 A.

Wersje:

- wyłączniki 3- lub 4-biegunowe,
- mocowane na stałe (stacjonarne), wtykowe lub wysuwne,
- rozmaite wyposażenie: zabezpieczenia selektywne, zabezpieczenia różnicowoprądowe, pomiar parametrów roboczych, transmisja informacji.

Pięć poziomów prądów wyłączalnych granicznych przy napięciu 380/415 V od 16 kA do 100 kA, identyfikowanych poprzez litery: B (16 kA), N (25 lub 35 kA), S (50 kA), H (65 kA), L (85 lub 100 kA).

Prądy wyłączalne eksploatacyjne (w zależności od poziomu prądu wyłączalnego granicznego):

$$I_{cs} = (50\%, 75\% \text{ lub } 100\%) I_{cu}$$

Wyłączniki zwarcioowe budowy otwartej

APENA – Bielsko Biala

Wyłączniki uniwersalne typu APU-30C i APU-50C, trójbiegunowe

Prądy znamionowe ciągłe I_{th} / Prądy znamionowe wyłączalne zwarcioowe eksploatacyjne I_{cs} (500V)

APU-30C: 400 – 630 – 1000 A / 25 kA

APU-50C: 1000 – 1600 – 2500 A / 50 kA

Wyłączniki selektywne typu DS...b, trój- lub czterobiegunowe

Wykonanie stacjonarne lub wysuwne. Napięcie znamionowe łączeniowe $U_e = 690 \text{ V} / 50$ lub 60 Hz

Symbol	DS-416b	DS-420b	DS-425b	DS-625b	DS-632b	DS-640b	DS-850b
$I_{cs} = I_{cu}$ [kA]	60	60	60	70	70	70	85
I_{th} [A]	1600	2000	2500	2500	3200	4000	5000

SCHNEIDER ELECTRIC

Wyłączniki typu *Masterpact Merlin Gerin*

Budowane jako trój- lub czterobiegunowe.

Wykonania: do mocowania na stałe oraz wysuwne z kasetą.

Rozróżnia się 10 typów wyłącznika w zależności od wartości prądu znamionowego (od 800 A do 6300 A) oraz cztery odmiany w zależności od zdolności wyłączeniowej: N – standardowa, H – podwyższona (H1 i H2) i L – bardzo wysoka.

<i>Masterpact</i>	I_{th} [A]	$I_{cs} = I_{cu}$ [kA]			
		N	H1	H2	L
-	-	N	H1	H2	L
M08	800	40	65	100	130
M10	1000	40	65	100	130
M12	1250	40	65	100	130
M16	1600	40	65	100	130
M20	2000	55	75	100	130
M25	2500	55	75	100	130
M32	3200	75	100		
M40	4000	75	100		
M50	5000	100	150		
M63	6300	100	150		

ABB SACE L.V.

Wyłączniki typu *SACE Emax*

Są one poszerzeniem rodziny wyłączników typu **Isomax S** i udoskonaloną wersją wcześniejszych wyłączników typu **SACE Megamax**. Wyłączniki typu SACE Emax są dostępne w 5 różnych modelach: E1, E2, E3, E4 i E6. Podstawowe zalety to: zmniejszone wymiary, wspólne akcesoria, uproszczona konstrukcja. Wersje: stacjonarna i wysuwna. W tym ostatnim przypadku istnieje możliwość zamiany części ruchomych różnych wersji (różniących się prądami znamionowymi i wyłączalnymi) dla tej samej części stałej – kasety.

Zakres prądów znamionowych wyłącznika: od 800 do 6300 A.

Sześć poziomów prądów wyłączalnych granicznych przy napięciu łączeniowym 440V od 40 kA do 150 kA, identyfikowanych poprzez litery: B (40 kA), N (65 kA), S (75 kA), H (100 kA), L (110 kA), V (150 kA).

Prądy wyłączalne eksploatacyjne przy napięciu łączeniowym 440 V:

- dla wersji B, N, S, H, L $I_{cs} = 100\% I_{cu}$
- dla wersji V $I_{cs} = 125 \text{ kA}$.

Zakres ćwiczenia

- 1) Zapoznanie się z budową i działaniem wyłączników SN – małoolejowego typu WMPWZ oraz próżniowego typu VD4.
- 2) Zapoznanie się z budową i działaniem wyłączników nn – instalacyjnego typu S300, silnikowego typu M250 i zwarciovowego typu DS625.