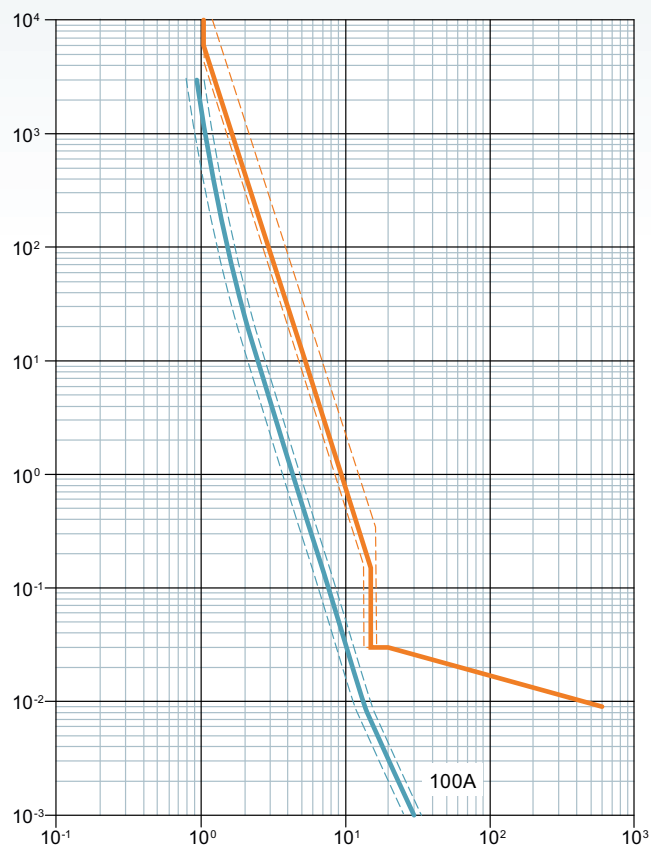
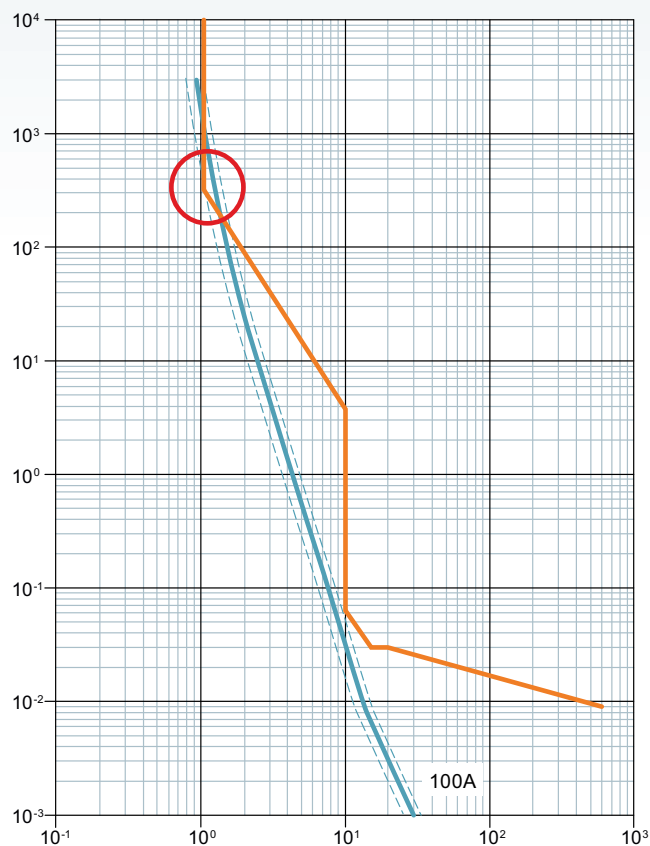


SIEMENS

Ingenuity for life



Podręcznik selektywności

SENTRON

Edycja
2018

siemens.pl/lmv

SENTRON

Podręcznik selektywności

Ten podręcznik ma za zadanie
objaśnić zagadnienia związane
z tematyką koordynacji zabezpieczeń
na przykładzie wyłączników kompaktowych 3VA

Wprowadzenie	1
Selektywność – pojęcia i definicje	2
Metody realizacji selektywności z wyłącznikami	3
Realizacja selektywności przez kombinacje urządzeń zabezpieczających	4
Selektywność z równoległymi źródłami zasilania	5
Selektywność i ochrona przed zanikiem napięcia	6
Tabele selektywności wyłączników 3VA	7
Lista skrótów	A

Informacje prawne

System ostrzeżeń

Instrukcja zawiera uwagi, których należy przestrzegać dla zapewnienia bezpieczeństwa personelu, a także dla uniknięcia zniszczeń sprzętu. Uwagi odnoszące się do bezpieczeństwa osób są oznaczone w tej instrukcji znakami bezpieczeństwa, wskazówki odnoszące się do potencjalnych zniszczeń sprzętowych nie są oznaczone znakami alarmowymi. Ważność uwagi jest skalowana, w zależności od poziomu niebezpieczeństwa.

NIEBEZPIECZEŃSTWO

Oznacza, że nieprzestrzeganie środków ostrożności **spowoduje** śmierć lub poważne obrażenia ciała.

OSTRZEŻENIE

Oznacza, że nieprzestrzeganie środków ostrożności **może** spowodować śmierć lub poważne obrażenia ciała.

UWAGA

Oznacza, że nieprzestrzeganie środków ostrożności może spowodować lżejsze obrażenia ciała.

WSKAZÓWKA

Oznacza, że nieprzestrzeganie środków ostrożności może spowodować uszkodzenie sprzętu.

W przypadku kilku źródeł niebezpieczeństwa, zostanie użyty znak ostrzegawczy najbardziej niebezpiecznego czynnika. Ostrzeżenie o niebezpieczeństwie zdrowia obsługi ze znakiem alarmowym może też zawierać ostrzeżenie związane ze stratami w sprzęcie.

Wykwalifikowany personel

Urządzenia i systemy mogą być instalowane i używane zgodnie z tą dokumentacją. Instalacja i obsługa urządzeń/systemu może być dokonana tylko przez **wykwalifikowany personel**. Wykwalifikowany personel oznacza osoby, które są szkolone w danym zakresie i posiadają doświadczenie, dzięki czemu są w stanie zidentyfikować ryzyko i uniknąć potencjalnego niebezpieczeństwa przy pracy z tymi produktami/systemami.

Użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem

Należy pamiętać o następującym:

OSTRZEŻENIE

To urządzenie może być użyte tylko w zastosowaniach opisanych w tym katalogu lub dokumentacji technicznej i tylko w połączeniu z elementami lub urządzeniami producentów zatwierdzonych lub rekomendowanych przez Siemens. Właściwe, niezawodne działanie produktu wymaga właściwego transportu, składowania, ustawienia i montażu, a także ważnego użytkowania i konserwacji. Należy przestrzegać wymagania odnośnie dopuszczalnych warunków otoczenia. Należy mieć na uwadze informacje w stosownej dokumentacji.

Znaki towarowe

Wszystkie nazwy oznaczone znakiem ® są zarejestrowanymi znakami towarowymi firmy Siemens AG. Pozostałe znaki towarowe, opublikowane w tej instrukcji, są znakami towarowymi poddostawców, których użycie przez osoby trzecie dla ich własnych celów może naruszyć prawa ich właścicieli.

Odpowiedzialność za produkt

Zawartość tej publikacji została sprawdzona pod względem zgodności z opisanym osprzętem i oprogramowaniem. Ponieważ nie możemy zagwarantować nie wprowadzania zmian w naszych produktach, nie gwarantujemy pełnej zgodności informacji tu przedstawionych. Jednak informacje zawarte w tej publikacji są sprawdzane regularnie i wymagane korekty są wprowadzane w kolejnych edycjach.

Spis treści

1	Wprowadzenie.....	7
2	Selektywność – pojęcia i definicje.....	9
3	Metody realizacji selektywności z wyłącznikami	13
3.1	Punkt startowy	15
3.2	Selektywność przeciążeniowa	15
3.2.1	Przykład analizy selektywności dla wyłączników.....	16
3.2.2	Parametry wyłącznika	16
3.2.3	Charakterystyki wyzwalań wyłączników.....	18
3.3	Selektywność prądowa	19
3.3.1	Parametry wyłącznika	20
3.3.2	Charakterystyki wyzwalań wyłączników.....	21
3.3.3	Różne prądy zwarcia w różnych miejscach awarii.....	22
3.4	Selektywność czasowa	23
3.4.1	Parametry wyłączników	26
3.4.2	Charakterystyki wyzwalań wyłączników.....	27
3.4.3	Realizacja pełnej selektywności	28
3.5	Selektywność logiczna – blokowanie obszaru selektywności	30
3.5.1	Selektywność logiczna i selektywność czasowa (selektywność mieszana).....	33
3.5.2	Nastawa wyłączników	36
3.6	Selektywność dynamiczna.....	39
3.6.1	Realizacja selektywności dynamicznej	41
3.6.2	Krzywa ograniczania energii.....	43
3.6.3	Przykład	44
4	Realizacja selektywności przez kombinacje urządzeń zabezpieczających	47
4.1	Wyłączniki kompaktowe i bezpieczniki końcowe	47
4.2	Bezpiecznik i końcowy wyłącznik kompaktowy	50
4.3	Bezpiecznik i dolny wyłącznik nadmiarowoprądowy	53
4.4	Bezpiecznik i dolny bezpiecznik	53
5	Selektywność z równoległymi źródłami zasilania	57
5.1	Selektywność z dwoma identycznymi źródłami zasilania	58
5.1.1	Symetryczny rozdział prądu zwarcia.....	58
5.1.2	Asymetryczny rozdział prądu zwarcia	59
5.2	Selektywność z trzema równoległymi, identycznymi źródłami	60
5.2.1	Zwarcie poniżej zabezpieczenia odpływowego w strefie chronionej.....	60
5.2.2	Zwarcie na zaciskach transformatora i wyłącznika wejściowego	61
5.3	Selektywność z wyłącznikiem sprzęgłowym.....	63
5.4	Źródła	68

6	Selektywność i ochrona przed zanikiem napięcia	69
7	Tabele selektywności wyłączników 3VA	71
A.1	Lista skrótów	73

Wprowadzenie

W wielu sektorach działalności, takich jak np. centra przetwarzania danych, lotniska, produkcyjne zakłady przemysłowe, elektrownie, obserwuje się rosnące zapotrzebowanie na bezpieczne źródła energii elektrycznej. Kaskadowe (selektywne) działanie zabezpieczeń może mieć i w wielu przypadkach ma istotny wkład w spełnienie tych wymagań. Dzięki selektywności można zminimalizować efekty zwarcia pod względem czasu trwania i obszaru na jaki ma wpływ, zapewniając w ten sposób nieprzerwane działanie instalacji niebędącej pod wpływem awarii.

Niniejsza instrukcja dotycząca "Selektywności" wprowadza w temat selektywności i opisuje istotne metody jej realizacji, a także relacje pomiędzy selektywnością i zasilaniem i/lub selektywnością a także zanikiem napięcia.

Instrukcja skierowana jest do inżynierów, projektantów, kierowników projektu oraz inspektorów nadzoru.

Należy zwrócić uwagę, że zasady selektywności odpisane w tej instrukcji odnoszą się tylko do rozdzielnic i systemów dystrybucji energii niskiego napięcia.

Zakres tematyczny podręcznika

Podręcznik podzielony jest na następujące rozdziały:

- Selektywność - pojęcia, definicje i metody (Strona 9)
Rozdział ten wyjaśnia ważne pojęcia z punktu widzenia selektywności i prezentuje możliwe sposoby jej realizacji.
- Przykłady zastosowań (Strona 13)
Metody implementacji selektywności z wyłącznikami są wyjaśnione bardziej szczegółowo i zaprezentowane na konkretnych przykładach.
- Selektywność poprzez kombinacje urządzeń zabezpieczających (Strona 47)
Przedstawione są warunki, w których mogą być łączone różne urządzenia zabezpieczające w celu uzyskania selektywności.
- Selektywność z równoległymi źródłami zasilania (Strona 57)
Wyjaśnione są skutki równoległego zasilania na selektywność.
- Selektywność i zabezpieczenie podnapięciowe (Strona 69)
Warunki graniczne do realizacji selektywności przy stosowaniu wyłączników wyposażonych w wyzwacz podnapięciowy.

Nawigacja po instrukcji

Dostępne są następujące wskazówki odnośnie dostępu do informacji:

- Spis treści
- Sekcja "Struktura instrukcji"
- Indeks pojęć

Selektywność – pojęcia i definicje

Rozdział ten wprowadza w temat "selektywności" przez wyjaśnienie pojęć podstawowych.

Więcej informacji, szczególnie związanych z poszczególnymi elementami selektywności, znajduje się w rozdziale "Metody realizacji selektywności z wyłącznikami (Strona 13)".

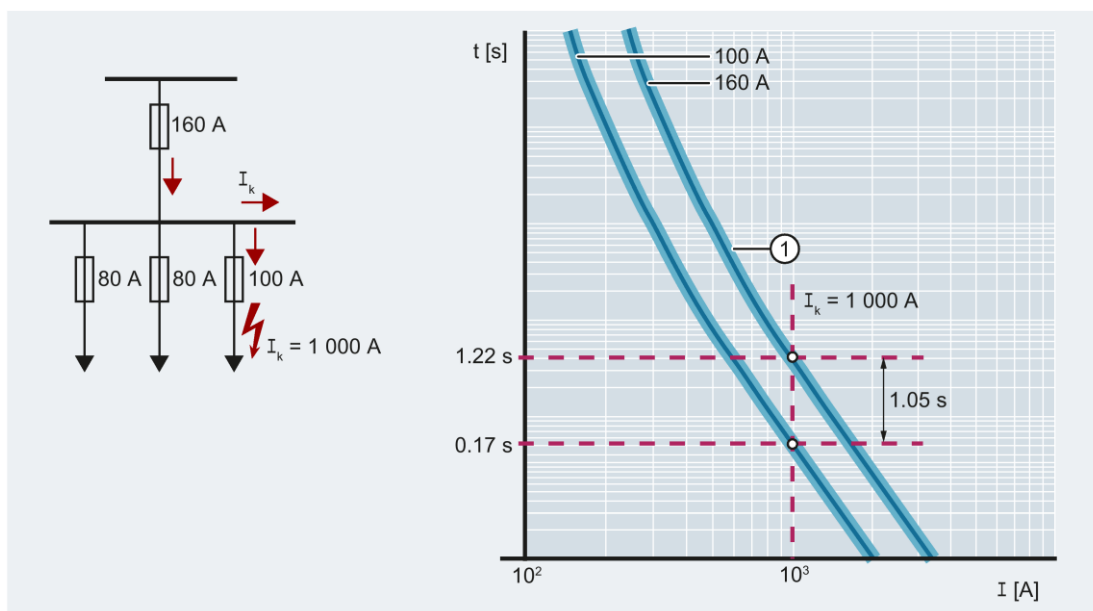
Selektywność

Selektywność w sieci niskiego napięcia istnieje wtedy, gdy urządzenie zabezpieczające bezpośrednio poprzedzające miejsce zwarcia (patrzac w kierunku przepływu prądu) wyzwoi czyli zadziała w pierwszej kolejności, w odpowiedzi na przetężenie prądu.

Selektywność osiągana jest poprzez łączenie dwóch lub więcej urządzeń zabezpieczających z odpowiednio skoordynowanymi charakterystykami.

Przykład

Selektywność na realizowana przez połączone szeregowo bezpieczniki typu NH o tej samej kategorii użytkowania.



① Charakterystyka czasowo-prądowa z zakresem tolerancji

W przypadku prądu zwarciovego o wartości 1kA, bezpiecznik 100 A znajdujący się bezpośrednio przed miejscem zwarcia rozłącza miejsce awarii w pierwszej kolejności, podczas gdy bezpiecznik 160 A nie reaguje z powodu dłuższego czasu przedłukowego. Sekcje sieci, na które awaria nie miała wpływu, nadal są zasilane.

Wykres przedstawiający charakterystykę czasowo-prądową do ustalania selektywności odnosi się do czasów wyzwała powyżej 100 ms. Dla czasów wyzwalania mniejszych niż 100 ms stosowane są wartości I^2t zgodnie z PN-HD 60269-2.

Selektywność nadprądowa

Na podstawie PN - EN 60947-1, 2.5.23:

Selektywność nadprądowa jest to koordynacja charakterystyk dwóch lub więcej zabezpieczeń nadprądowych w taki sposób, aby w przypadku wystąpienia przetężeń w określonych granicach, urządzenie mające pracować w tych granicach zadziałało, podczas gdy pozostałe nie zadziałają.

Patrz także DIN VDE 100-530: 2011-06 lub IEC 60364-7-710 lub DIN VDE 0100-710.

Selektywność częściowa

Selektywność częściowa występuje w przypadkach, gdzie urządzenie ochronne zachowuje się selektywnie tylko do określonego prądu, tj. oprócz urządzenia ochronnego bezpośrednio w miejscu awarii wyzwała również inne urządzenie zabezpieczające, pomimo tego, że maksymalne przetężenie w miejscu awarii jeszcze nie zostało osiągnięte.

Pełna selektywność nie jest osiągnięta, tj. sekcje instalacji, które nie są natychmiastowo pod wpływem przetężenia, są również rozłączone od zasilania. Jeśli prąd zwarciový jest mniejszy niż prąd graniczny selektywności, to pełna selektywność jest również zapewniona. (patrz EN 60947-2, 2.17.4).

Fragment EN 60947-2, 2.17.3:

Selektywnością częściową nazywa się selektywność nadprądową taką, że w przypadku dwóch zabezpieczeń nadprądowych połączonych szeregowo, urządzenie zabezpieczające po stronie obciążenia zapewni ochronę do danej granicy wartości przetężenia, bez wyzwolenia drugiego urządzenia zabezpieczającego.

Pełna selektywność

Pełna selektywność istnieje wtedy, gdy tylko urządzenie zabezpieczające znajdujące się powyżej miejsca awarii (z perspektywy kierunku przepływu energii) zostanie wyzwolone.

Fragment EN 60947-2, 2.17.2:

Pełna selektywność jest to selektywność nadprądowa taka, że w przypadku dwóch zabezpieczeń nadprądowych połączonych szeregowo, urządzenie zabezpieczające po stronie obciążenia zapewni ochronę bez wyzwolenia drugiego urządzenia zabezpieczającego.

Pełna selektywność

Pełna selektywność jest zapewniona, jeśli tylko urządzenie zabezpieczające znajdujące się powyżej miejsca awarii zostanie wyzwolone, do

- Maksymalnej granicznej zdolności zwarciowej I_{cu} wyłącznika końcowego wg PN-EN 60947-2, lub
- Znamionowej zwarciowej zdolności łączeniowej I_{cn} wyłącznika nadmiarowoprądowego końcowego wg PN-EN 60898, lub
- Znamionowej zdolności łączeniowej bezpiecznika wg PN-EN 60269-3.

Graniczny prąd selektywności I_s

Graniczny prąd selektywności odpowiada dokładnie wartości przetężenia, przy której oprócz zabezpieczenia umieszczonego przed miejscem awarii, wyzwala również poprzedzające urządzenie zabezpieczające.

Innymi słowy, charakterystyki urządzeń ochronnych stykają się lub przecinają przy konkretnej wielkości prądu. Punkt styku lub przecięcia wyznacza graniczny prąd selektywności I_s .

Jeśli maksymalny potencjalny prąd przetężeniowy jest wyższy niż graniczny prąd selektywności, to zapewniona jest tylko selektywność częściowa. Jeśli maksymalny potencjalny prąd przetężeniowy jest niższy niż graniczny prąd selektywności, to zapewniona jest pełna selektywność.

Przetężenie

Wg PN-EN 60947-1, 2.1.4, Przetężenie to "[...] prąd przekraczający prąd znamionowy [...]", innymi słowy, jest to prąd zwarciowy lub przeciążeniowy.

Graniczny prąd selektywności

Wg PN-EN 60947 2, 2.17.4 graniczny prąd selektywności jest to wartość prądu w punkcie przecięcia pomiędzy charakterystyką czasowo-prądową urządzenia ochronnego po stronie obciążenia i charakterystyką czasowo-prądową przedłukową (dla bezpieczników) lub wyzwolenia (dla wyłączników) innego urządzenia ochronnego.

Metody realizacji selektywności z wyłącznikami

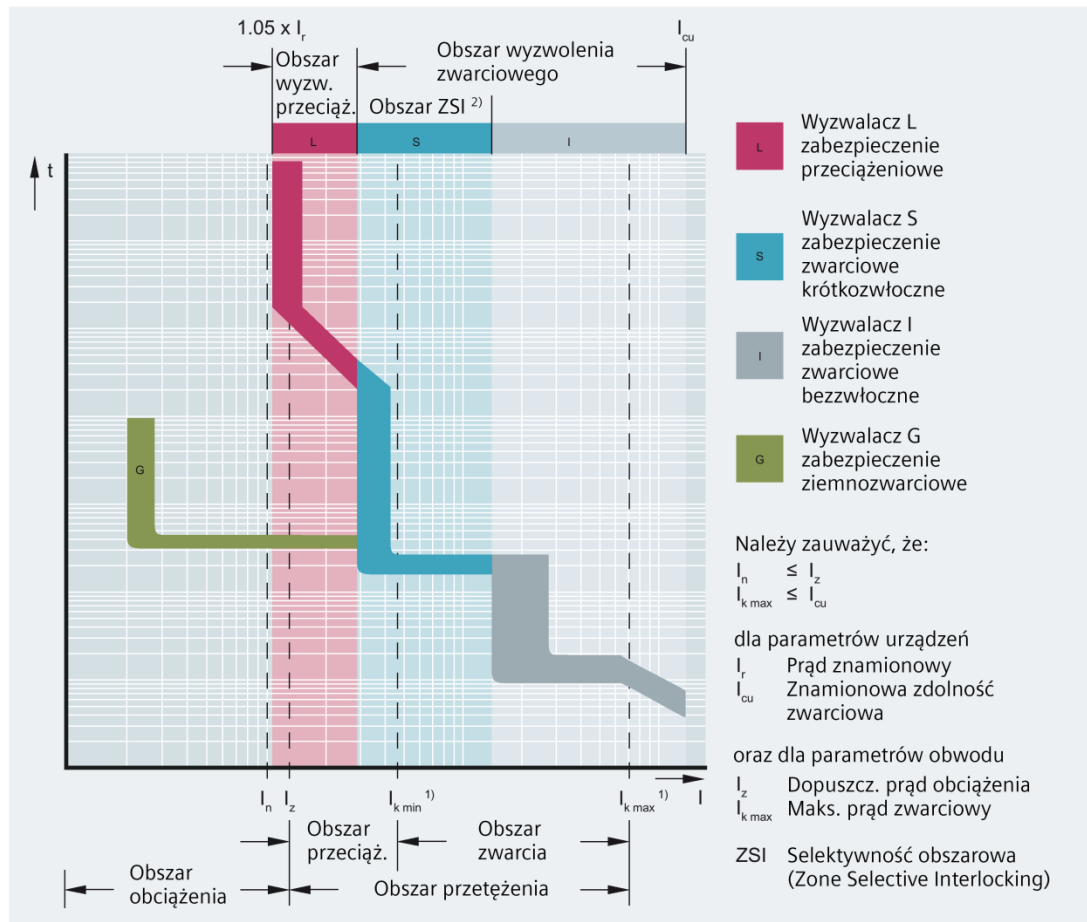
Poniższy rozdział omawia potencjalne sposoby realizacji selektywności na przykładzie awarii w systemie dystrybucji energii. Opis skupia się na ustanowieniu selektywności pomiędzy wyłącznikami. Temat selektywności dla kombinacji różnych urządzeń zabezpieczających omówiony jest w rozdziale "Realizacja selektywności przez kombinacje urządzeń zabezpieczających (Strona 47)".

Definicja selektywności

Wyłączniki niskiego napięcia umożliwiają realizację następujących metod realizacji selektywności:

- Selektywność przeciążeniowa
- Selektywność zwarciorowa
 - selektywność prądowa
 - selektywność czasowa
 - selektywność dynamiczna (selektywność energetyczna)
 - selektywność logiczna (ZSI, selektywność obszarowa)

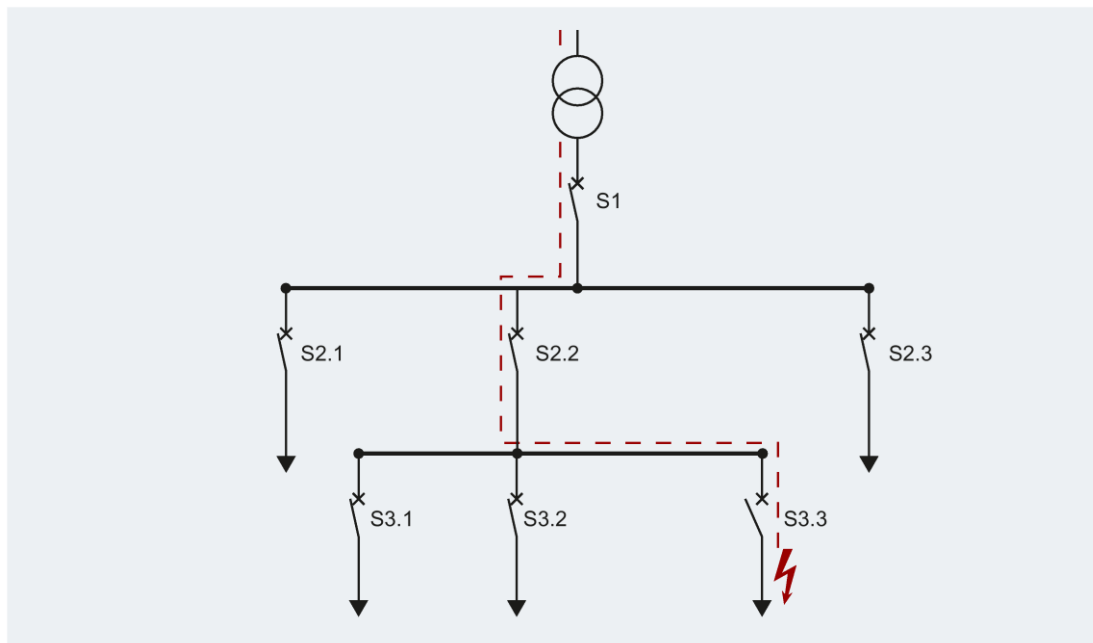
Obszar przeciążenia i zwarcia dla wyłącznika



- 1) Granica pomiędzy obszarami przeciążenia i zwarcia (definicja I_{kmin} i I_{kmax}) opisana jest w rozdziale "Nastawa wyłączników (Strona 36)".
- 2) Więcej informacji w rozdziale "Selektywna blokada obszaru (Strona 30)".

3.1 Punkt startowy

Punktem startowym jest scenariusz awarii w sieci rozdziału niskiego napięcia zabezpieczonej przez wyłączniki.



- | | |
|-------------|----------------------------------|
| S1 | Wyłącznik na zasilaniu |
| S2.1 - S2.3 | Wyłącznik w rozdzielnicy głównej |
| S3.1 - S3.3 | Wyłącznik w podrozdzielnicy |

Rys. 3-1 Scenariusz awarii w sieci rozdziału niskiego napięcia

W powyższym przykładzie awaria występuje za wyłącznikiem S3.3. Trzy wyłączniki na linii przepływającego prądu są pod wpływem przetężenia, prąd o tej samej wartości płynie od źródła zasilania.

Jeśli wszystkie wyłączniki działają selektywnie, to tylko wyłącznik S3.3 znajdujący się bezpośrednio w najbliższej okolicy awarii powinien wyzwolić. Wyłączniki S1 i S2.2 będące powyżej nie powinny wyzwolić, nawet jeśli wykryją przetężenie.

3.2 Selektywność przeciążeniowa

Selektywność przeciążeniowa uzyskiwana jest za pomocą odpowiedniej kombinacji urządzeń ochronnych. Jest ustalana przez naniesienie charakterystyk wyzwalania na wykresie.

Odpowiednie wyłączniki do tego zastosowania

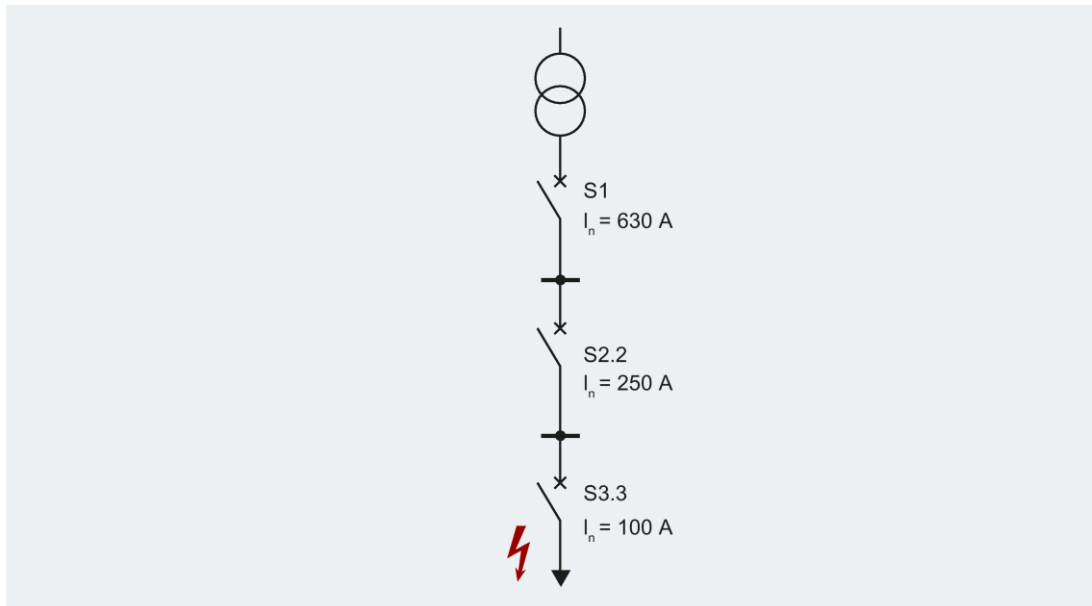
Urządzeniami realizującymi selektywność przeciążeniową są na przykład wyłączniki kompaktowe z wyzwalaczem elektronicznym i termomagnetycznym 3VA oraz wyłączniki powietrzne 3WL.

Przykład poniżej obejmuje kombinację końcowego wyłącznika 100 A i poprzedzającego wyłącznika kompaktowego 250 A, przy czym oba są wyposażone w wyzwalacze elektroniczne z regulowaną funkcją ochronną LI/LSI. Aby ułatwić zrozumienie przykładów w rozdziałach 3.2 - 3.4, tolerancje charakterystyk wyzwalania nie zostały przedstawione. Tolerancja charakterystyki wynosi $\pm 10\%$.

3.2.1 Przykład analizy selektywności dla wyłączników

Znamionowe prądy robocze w sytuacji początkowej, opisanej w rozdziale 3.1, są następujące:

- S1 Znamionowy prąd roboczy $I_n = 630\text{ A}$
- S2.2 Znamionowy prąd roboczy $I_n = 250\text{ A}$
- S3.3 Znamionowy prąd roboczy $I_n = 100\text{ A}$



Rys. 3-2 Scenariusz awarii przy selektywności przeciążeniowej

Poniższa analiza kładzie nacisk jedynie na selektywności pomiędzy wyłącznikami S2.2 i S3.3.

3.2.2 Parametry wyłącznika

W celu zapewnienia selektywności, parametry funkcji ochronnej przeciążeniowej L oraz ochronnej zwarciowej I muszą być ustawione odpowiednio do danej sytuacji.

W odniesieniu do przeciążenia L ważne są następujące parametry:

- Prąd znamionowy zabezpieczenia przeciążeniowego wyzwalacza I_r
- Czas opóźnienia w zakresie przeciążenia wyzwalacza t_r

Parametr			Wyłącznik S3.3 100 A	Wyłącznik S2.2 250 A
Prąd znamionowy	I_n	[A]	100	250
Ustawienie przeciążenia L	I_r	[wsp. $\times I_n$]	1	1
Ustawienie czasu zwłoki L	t_r	[S]	3	10
Ustawienie zwarcia S	I_{sd}	[wsp. $\times I_r$]	-	-
Ustawienie czasu zwłoki S	t_{sd}	[S]	-	-
Ustawienie zwarcia I	I_i	[wsp. $\times I_n$]	10	4

Wyzwalacz przeciążeniowy **L** (I_r) z nastawami zaprezentowanymi w tabeli powyżej zadziała przy następujących prądach:

- Wyzwalacz przeciążeniowy I_r wyłącznika 100 A = 100 A
- Wyzwalacz przeciążeniowy I_r wyłącznika 250 A = 250 A

Czas opóźnienia w obszarze charakterystyki wyzwalania przeciążeniowego t_r zapewnia, że istnieje wystarczający odstęp (tj. brak stykania się) pomiędzy dwoma charakterystykami wyłączników na obszarze przeciążenia.

Nastawa prądu znamionowego zabezpieczenia zwarciovego (bezzwłocznego) **I** (I_i) to wartość, powyżej której następuje bezzwłoczne zadziałanie wyzwalacza. Wartość ta została ustawiona na 1000 A dla obu wyłączników. Ponieważ parametr ten jest nieistotny w przypadku przeciążenia, nie będzie dalej rozpatrywany w tej analizie.

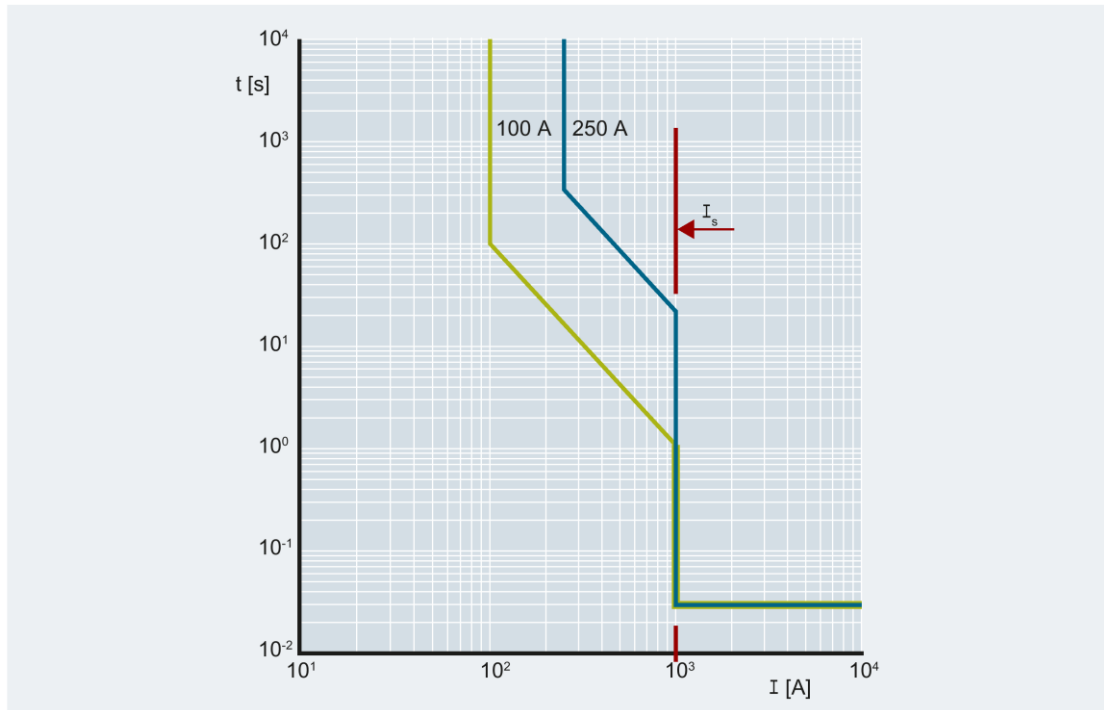
Wskazówka

Należy wziąć pod uwagę zakresy tolerancji

Tolerancje wartości nastaw prądu i czasów opóźnienia:

- Tolerancje wartości nastaw prądu (I_r , I_{sd} , I_i): $\pm 10\%$
- Tolerancje czasów opóźnienia (t_r , t_{sd}): $\pm 10\%$

3.2.3 Charakterystyki wyzwiania wyłączników



Rys. 3-3 Charakterystyka czasowo-prądowa: charakterystyki wyzwiania wyłączników 100 A i 250 A z selektywnością przeciążeniową

Selektywność przeciążeniowa jest spełniona gdy charakterystyki wyzwiania przeciążeniowego dwóch wyłączników :

- Nie stykają się i nie nakładają się w strefie przeciążenia, wliczając również zakresy tolerancji.

Charakterystyki wyłącznika poprzedzającego muszą znajdować się na górze po prawej stronie (charakterystyka niebieska) a te wyłącznika końcowego na dole po lewej stronie (charakterystyka zielona).

- Istnieje wystarczający dystans pomiędzy wszystkimi zakresami tolerancji. Odstępy zależą od wartości nastaw zabezpieczenia przeciążeniowego wyłączników w kaskadzie.

Graniczny prąd selektywności (I_s) wynosi 1000 A. Gdy prąd osiąga tę granicę, oba wyłączniki równocześnie wyzwalają. W rezultacie selektywność jest tylko częściowa.

3.3 Selektywność prądowa

Selektywność prądowa jest typem selektywności, w którym (bezzwłoczne) urządzenia zabezpieczające wyzwalają przy różnych wartościach przetężenia.

W przypadku awarii następuje przepływ prądów zwarciovych :

- Duży prąd przepływa przez wyłącznik blisko źródła zasilania.
- Mały prąd przepływa przez wyłącznik w dalekiej odległości od źródła zasilania.

Charakterystyki wyzwalania są nanoszone na wykres czasowo-prądowy w celu ustalenia selektywności prądowej.

Zalety i ograniczenia selektywności prądowej

Zalety selektywności prądowej:

- Prosta w realizacji
- Niedroga

Ograniczenia selektywności prądowej:

- Urządzenia narażone na ekstremalne obciążenia prądowe będące skutkiem potencjalnie długotrwałego przepływu prądów zwarciovych:
Jak określa norma IEC 60364-4-41, jeżeli miejsce awarii znajduje się pomiędzy dwoma urządzeniami ochronnymi w sieciach TN, wyzwolenie przy prądzie znamionowym $> 32\text{ A}$ może zająć urządzeniom do 5 sekund.
- W celu zmniejszenia obciążenia termicznego i mechanicznego urządzenia przez prądy zwarciove, graniczny prąd selektywności jest normalnie ustawiony na względnie niską wartość. Zgodnie z ogólną zasadą, za pomocą selektywności prądowej można osiągnąć tylko selektywność częściową.

Obszar zastosowania

Selektywność prądową stosuje się między wyłącznikami, dla których maksymalny prąd zwarciovy pomiędzy poprzedzającymi i końcowymi jest skrajnie różny.

Odpowiednie wyłączniki do tego zastosowania

Selektywność prądową można osiągnąć przy pomocy wyłączników powietrznych oraz wyłączników kompaktowych z wyzwalaczem elektronicznym i termomagnetycznym.

Wyłączniki nie wymagają ani krótkozwłocznych wyzwalaczy nadprądowych, ani dynamicznej koordynacji selektywności.

3.3.1 Parametry wyłącznika

Dla selektywności prądowej istotne są następujące parametry:

- Prąd znamionowy zabezpieczenia zwarciovego (bezzwłocznego) wyzwalacza I (I_i)

Parametr			Wyłącznik S3.3 100 A	Wyłącznik S2.2 250 A
Prąd znamionowy	I_n	[A]	100	250
Ustawienie przeciążenia L	I_r	[wsp. $\times I_n$]	1	1
Ustawienie czasu zwłoki L	t_r	[S]	3	10
Ustawienie zwarcia S	I_{sd}	[wsp. $\times I_n$]	-	-
Ustawienie czasu zwłoki S	t_{sd}	[S]	-	-
Ustawienie zwarcia I	I_i	[wsp. $\times I_n$]	5	10

Parametry wyzwalacza L (I_r oraz t_r) pozostają bez zmian tak jak w przykładzie "Selektywność przeciążeniowa (Strona 15)".

Nastawa prądu zabezpieczenia zwarciovego (bezzwłocznego) I (I_i) powoduje wyzwolenie przy różnych prądach zwarciovych, w tym przypadku:

- Wyzwalacz I (I_i) wyłącznika 100 A = 500 A
- Wyzwalacz I (I_i) wyłącznika 250 A = 2500 A

Efekty zostały zilustrowane na poniższej charakterystyce czasowo-prądowej.

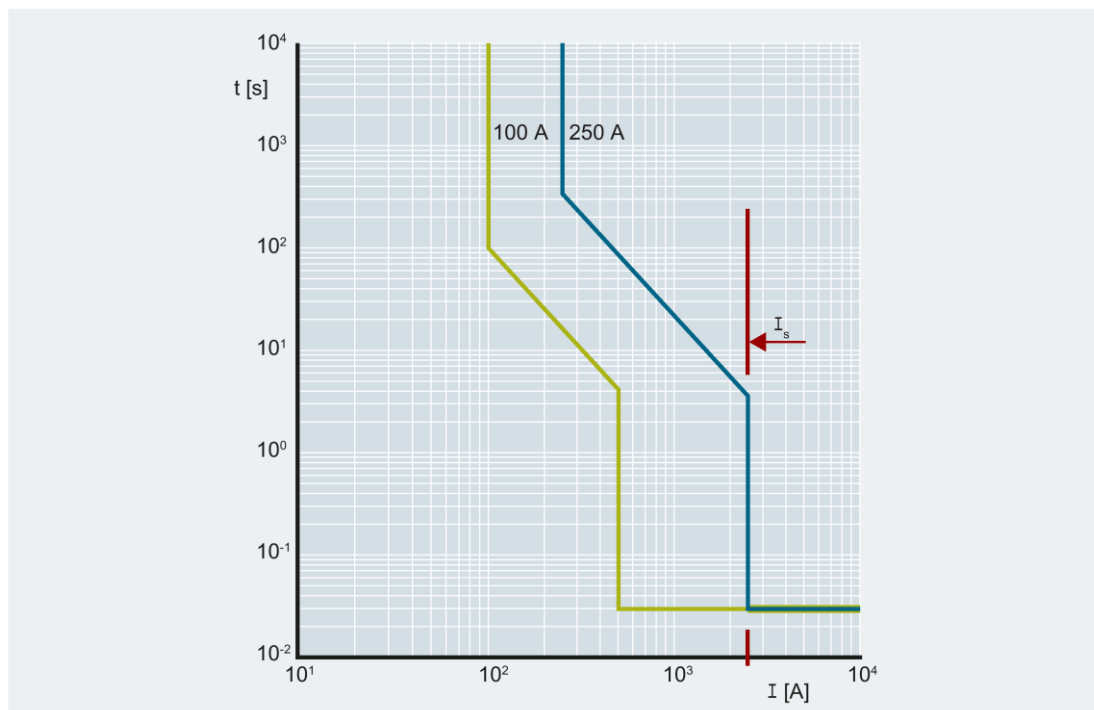
Wskazówka

Należy wziąć pod uwagę zakresy tolerancji

Tolerancje wartości nastaw prądu i czasów opóźnienia:

- Tolerancje wartości nastaw prądu (I_r , I_{sd} , I_i): $\pm 10\%$
- Tolerancje czasów opóźnienia (t_r , t_{sd}): $\pm 10\%$.

3.3.2 Charakterystyki wyzwalania wyłączników



Rys. 3-4 Charakterystyka czasowo-prądowa: Charakterystyki wyzwalania w zastosowaniach z selektywnością prądową

Selektywność prądowa jest spełniona gdy charakterystyki wyzwalania dwóch wyłączników :

- Nie stykają się i nie nakładają się w obszarze do momentu osiągnięcia prądu 2500 A, wliczając również zakresy tolerancji.

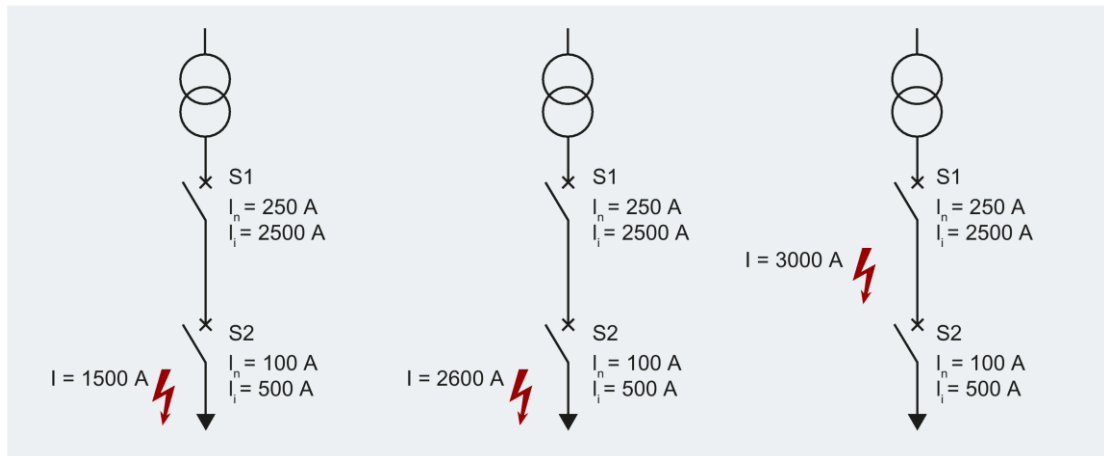
Charakterystyki wyłącznika poprzedzającego muszą znajdować się na górze po prawej stronie (charakterystyka niebieska) a te wyłącznika końcowego na dole po lewej stronie (charakterystyka zielona).

Rezultatem ustawienia parametrów wyzwalacza I jest uzyskanie znacznie większego stopnia selektywności, w porównaniu do czystej selektywności przeciążeniowej (patrz "Selektywność przeciążeniowa" (Strona 15)), z zachowaniem selektywności w strefie przeciążenia.

Graniczny prąd selektywności (I_s) został podniesiony do 2500 A.

3.3.3 Różne prądy zwarciove w różnych miejscach awarii

Poniższy przykład przedstawia zasadę selektywności prądowej. Przedstawiono trzy przypadki awarii w różnych miejscach i o różnych prądach zwarciowych.



Rys. 3-5 Przykłady awarii w różnych miejscach instalacji

Parametr			Wyłącznik S2	Wyłącznik S1
Prąd znamionowy	I_n	[A]	100	250
Ustawienie przeciążenia L	I_r	[wsp. x I_n]	5	10

Miejsce awarii w strefie zabezpieczanej przez wyłącznik S2

Wyłącznik S1 jest bliżej źródła zasilania. Impedancje kabli, itp., pomiędzy zasilaniem a wyłącznikiem S1 są z zasady mniejsze niż te pomiędzy zasilaniem a wyłącznikiem S2. Z tego powodu prąd zwarciovy przepływający przez wyłącznik S1 jest wyższy niż ten przepływający przez wyłącznik S2.

- Scenariusz 1:
Prąd zwarciovy na wyłączniku S2 osiąga 1500 A.
Wyłącznik S2 wyzwala, a wyłącznik S1 nie. Wyłączniki działają selektywnie.
- Scenariusz 2:
Prąd zwarciovy na wyłączniku S2 osiąga 2600 A.
Oba wyłączniki wyzwala. Wyłączniki nie działają selektywnie.

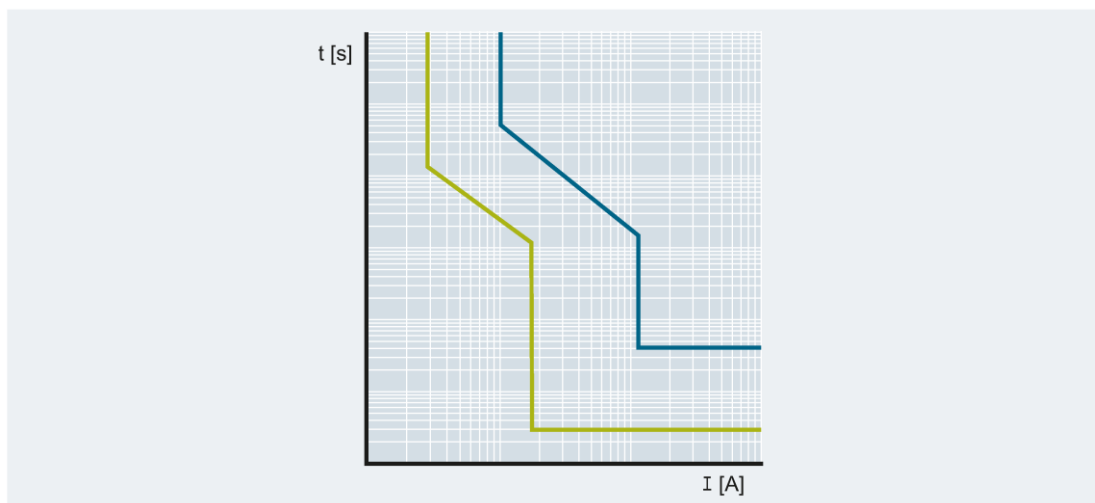
Miejsce awarii w strefie zabezpieczanej przez wyłącznik S1

Prąd zwarciovy na wyłączniku S1 osiąga 3000 A. Wyłącznik S1 wyzwala, a wyłącznik S2 nie. Ponieważ S1 jest wyłącznikiem poprzedzającym, kwestia selektywności jest nieistotna.

3.4 Selektowność czasowa

Selektowność czasowa jest typem selektywności, w którym urządzenia ochronne ze zwłoką czasową wyzwalają w innych momentach, w odpowiedzi na przetężenia tej samej wielkości. Licząc od strony końcowego odbiornika czas działania wyzwalacza wydłuża się z każdym stopniem w kierunku źródła zasilania.

Selektowność czasowa jest realizowana w strefie przeciążenia i zwarcia. Jeżeli stosowane są odpowiednie wyłączniki ze zwłocznym wyzwalaczem zwarciovym z wystarczająco wysokim zakresem nastaw i na ile to możliwe z wyzwalaczem zwarciovym, który można wyłączyć (ustawienie na wyzwalaczu I, $I_i = \infty$). Koncepcja takiej selektywności czasowej umożliwia uzyskanie całkowitej selektywności.



Rys. 3-6 Charakterystyki wyzwalania ustawione selektywnie czasowo

Do realizacji selektywności czasowej stosuje się elektroniczne zabezpieczenie zwarciovie krótkozwłoczne (wyzwalacz S). Czas opóźnienia wyzwalacza S (t_{sd}) na wyłącznikach poprzedzających jest ustawiony na wyższą wartość niż na wyłącznikach końcowych, patrząc w kierunku przepływu prądu. W efekcie wyłącznik umieszczony bezpośrednio w miejscu awarii wyzwala szybciej zanim zadziała wyzwalacz zabezpieczenia zainstalowanego powyżej.

Selektowność czasową określa się poprzez naniesienie na wykres czasowo-prądowy charakterystyk wyzwalania, przy wzięciu pod uwagę tolerancji i dopasowaniu odpowiednich czasów zwłoki.

Stopniowanie czasowe

Stopnie czasowe to przedziały wymagane pomiędzy czasami opóźnień poszczególnych wyłączników w kaskadzie.

Stopnie czasowe ustalane są na podstawie następujących czasów:

- Czasu do momentu wykrycia awarii w sieci dystrybucji energii
- Czasu do momentu całkowitego otwarcia styków wyłącznika

Stopnie czasowe pomiędzy dwoma wyłącznikami mogą się tym samym zawierać w przedziale od 70 do 100 ms.

Zalety i ograniczenia

Zalety selektywności czasowej:

- Prosta w implementacji
- Wysoki graniczny prąd selektywności (I_s) lub całkowita selektywność mogą być osiągnięte, jeśli wytrzymałość zwarciowa wyłączników poprzedzających jest wystarczająco wysoka. Można uzyskać selektywność całkowitą, jeśli bezzwłoczny wyzwalacz zwarciowy urządzenia poprzedzającego może zostać wyłączony.

Ograniczenia selektywności czasowej:

- Wyzwalanie jest poważnie opóźnione gdy awaria następuje blisko zasilania w sieci dystrybucji energii z kilkoma stopniami czasowymi. W przypadku zwarcia, to opóźnienie może skutkować ekstremalnym obciążeniem termicznym i mechanicznym instalacji elektrycznej.

W takich przypadkach łączenie selektywności czasowej z selektywnością logiczną (patrz rozdział „Selektywna blokada obszaru” (Strona 30)) może skrócić czasy wyzwalania i znacząco zmniejszyć obciążenie termiczne i mechaniczne instalacji elektrycznej.

- Możliwość pojawienia się spadków napięcia w sieci elektrycznej, jeśli zwarcie trwa stosunkowo długo. Powoduje to spadek napięcia na przewodach i urządzeniach. Może wpływać na niewłaściwe działanie podzespołów elektrycznych i zadziałanie zabezpieczeń podnapięciowych.

Odpowiednie wyłączniki do realizacji selektywności czasowej

Selektywność czasowa realizowana z wyłącznikami kompaktowymi jest często tylko częściowa.

Powodem tego jest fakt, że zwłokę czasową z wyłącznikami kompaktowymi można zastosować tylko w strefie prądowej, w której styki nie mogą się same otworzyć na skutek sił przepływu prądu. Ponieważ górna granica tej strefy jest bardzo mała w porównaniu do znamionowej granicznej zdolności zwarciowej (I_{cu}), graniczny prąd selektywności (I_s) jest również stosunkowo bardzo mały.

Selektywność czasową można zrealizować w większości przypadków z wyłącznikami powietrznymi, ponieważ system styków wyłącznika powietrznego może przewodzić wysokie prądy zwarciove przez określony czas. Wyłączniki powietrzne szczególnie o kategorii użytkowania B charakteryzują się wysokim znamionowym prądem zwarciowym krótkotrwałym (I_{cw}).

Możliwe jest osiągnięcie pełnej selektywności, jeśli wartości znamionowej granicznej zdolności zwarciowej (I_{cu}) oraz znamionowego prądu zwarciowego krótkotrwałego (I_{cw}) są zbliżone.

W przypadku stosowania wyłączników do realizacji selektywności czasowej, muszą one posiadać wyzwalacz elektroniczny (ETU). Zgodnie z ogólną zasadą, nie można regulować zwłoki czasowej na wyłącznikach z wyzwalaczem termomagnetycznym (TM).

PN- EN 60947-2 Część 4.4 rozróżnia dwie kategorie użytkowania w odniesieniu do selektywności czasowej, w celu ustalenia, które wyłączniki spełniają wymagania znamionowego prądu zwarciowego krótkotrwałego I_{cw} ze zwłoką czasową.

Wyjaśnienie na podstawie PN-EN 60947-2, 4.4:

Kategoria użytkowania B obejmuje wyłączniki zapewniające selektywność poprzez wytrzymałość na prąd zwarciaowy krótkotrwały I_{cw} i powiązaną zwłokę czasową.

Selektywność wyłączników o kategorii użytkowania B jest niekoniecznie zapewniona do maksymalnej granicznej zdolności zwarciaowej (np. w przypadku stosowania wyzwalacza bezzwłocznego), ale przynajmniej do wartości wyszczególnionych w tabeli 3.

Selektywność wyłączników o kategorii użytkowania A posiadają wszystkie pozostałe wyłączniki, które nie mają kategorii B. Wyłączniki te mogą zapewniać selektywność w warunkach zwarciaowych za pomocą innych sposobów.

Wg normy wyłączniki muszą spełniać następujące wymagania:

- Wyłączniki z prądem znamionowym $I_n < 2500$ A muszą charakteryzować się znamionową wytrzymałością na prąd zwarciaowy krótkotrwały I_{cw} równą $12 \times I_n$, ale nie mniej niż 5 kA.
- Wyłączniki z prądem znamionowym $I_n > 2500$ A muszą charakteryzować się znamionową wytrzymałością na prąd zwarciaowy krótkotrwały I_{cw} równą co najmniej 30 kA.
- Zwłoka czasowa znamionowej wytrzymałości na prąd zwarciaowy krótkotrwały musi mieć przynajmniej 0,05 s.

Oznacza to, że wyłączniki kompaktowe w większości przypadków spełniają wymagania kategorii użytkowania A.

Jednakże wyłączniki 3VA24 z prądem znamionowym $I_n = 400$ A lub powyżej również spełniają wymagania kategorii użytkowania B, ponieważ wyzwalacz elektroniczny (ETU) serii 5 i 8 umożliwia zwłokę czasową pomiędzy 0,05 i 0,5 s i znamionową wytrzymałość na prąd zwarciaowy krótkotrwały I_{cw} co najmniej 5 kA.

Wyłączniki powietrzne 3WL zasadniczo spełniają wymagania kategorii użytkowania B.

3.4.1 Parametry wyłączników

Dla selektywności czasowej istotne są następujące parametry:

- Prąd zwarciový zabezpieczenia zwarciový wyzwalacza krótkozwłocznego S (I_{sd})
- Czas opóźnienia zabezpieczenia zwarciový wyzwalacza krótkozwłocznego S (t_{sd})

Parametr			Wyłącznik S3.3 100 A	Wyłącznik S2.2 250 A
Prąd znamionowy	I_n	[A]	100	250
Ustawienie przeciążenia L	I_r	[wsp. $\times I_n$]	1	1
Ustawienie czasu zwłoki L	t_r	[S]	3	10
Ustawienie zwarcia S	I_{sd}	[wsp. $\times I_n$]	-	10
Ustawienie czasu zwłoki S	t_{sd}	[S]	-	0,1
Ustawienie zwarcia I	I_i	[wsp. $\times I_n$]	5	10

Parametry wyzwalacza L (I_r i t_r) pozostają niezmiennione względem przykładu w rozdziale "Selektywność przeciążeniowa (Strona 15)".

Wyłącznik S3.3 100 A nie musi wyzwać z opóźnieniem względem innego wyłącznika. Dlatego nie potrzeba stosować wyzwalacza krótkozwłocznego S albo ustawiać jego parametrów.

Prąd zwarciový przepływający przez wyłącznik S3.3 100 A jest wyłączany przez bezzwłoczny wyzwalacz zwarciový I (I_i):

- Prąd zwarciový zabezpieczenia zwarciový bezzwłocznego (I_i) wyłącznika S3.3 100 A wynosi 500 A
- Czas opóźnienia wyzwalacza I (nieregulowany, wynika z czasu własnego reakcji wyłącznika) = 30 ms

Wyłącznik poprzedzający 250 A w przypadku prądu zwarciový wyzwała za pomocą wyzwalacza krótkozwłocznego S:

- Nastawa zabezpieczenia zwarciový krótkozwłocznego (I_{sd}) wyłącznika 250 A wynosi 2500 A
- Czas opóźnienia zabezpieczenia zwarciový krótkozwłocznego wyzwalacza S (t_{sd}) wyłącznika 250 A wynosi 100 ms

Wyłącznik 250 A wyzwała wtedy, gdy wartość prądu znajduje się w zakresie pomiędzy $I_{sd} = 2500$ A oraz $I_i = 5000$ A i utrzymuje się przez okres czasu $t_{sd} = 100$ ms. Jeżeli prąd przekroczy 5000 A, następuje zadziałanie wyzwalacza bezzwłocznego I w ciągu 30 ms. Rezultaty zostały zilustrowane na charakterystyce czasowo-prądowej poniżej.

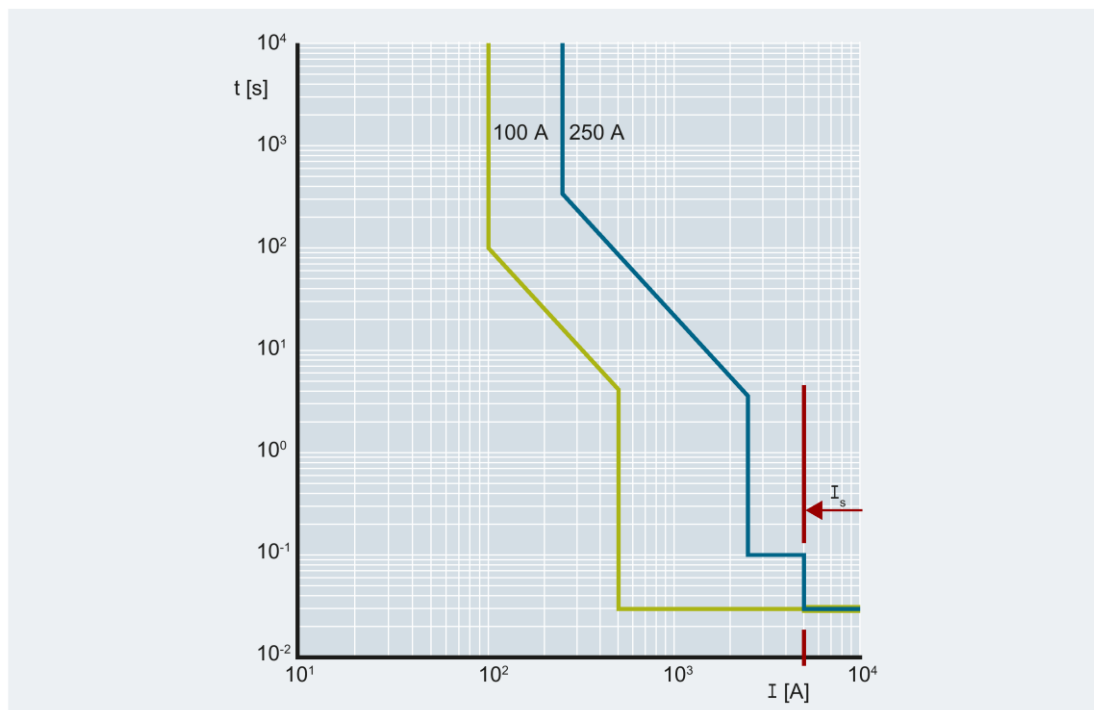
Wskazówka

Należy wziąć pod uwagę zakresy tolerancji

Tolerancje wartości nastaw prądu i czasów opóźnienia:

- Tolerancja wartości nastawy prądu (I_r , I_{sd} , I_i): ± 10 %
- Tolerancja czasu opóźnienia (t_r , t_{sd}): ± 10 %.

3.4.2 Charakterystyki wyzwalania wyłączników



Rys. 3-7 Charakterystyka czasowo-prądowa: Charakterystyki wyzwalania w zastosowaniach z selektywnością czasową

Selektywność czasowa jest osiągnięta wtedy, gdy charakterystyki czasowo-prądowe dwóch wyłączników nie stykają się z uwzględnieniem zakresów tolerancji, aż do momentu osiągnięcia prądu wyzwalacza I wyłącznika poprzedzającego 250 A.

Charakterystyki wyłącznika poprzedzającego muszą znajdować się na górze po prawej stronie (charakterystyka niebieska), a wyłącznika końcowego na dole po lewej stronie (charakterystyka zielona).

Odpowiednia nastawa parametrów wyzwalacza bezzwłocznego zwarciovego I lub krótkozwłocznego zwarciovego S pozwala uzyskać znacznie większy stopień selektywności, w porównaniu do selektywności przeciążeniowej (patrz "Selektywność przeciążeniowa (Strona 15)")

Graniczny prąd selektywności (I_s) został podniesiony do 5000 A. W przypadku prądu zwarciovego powyżej 5000 A, selektywność należy ustalić jako częściową.

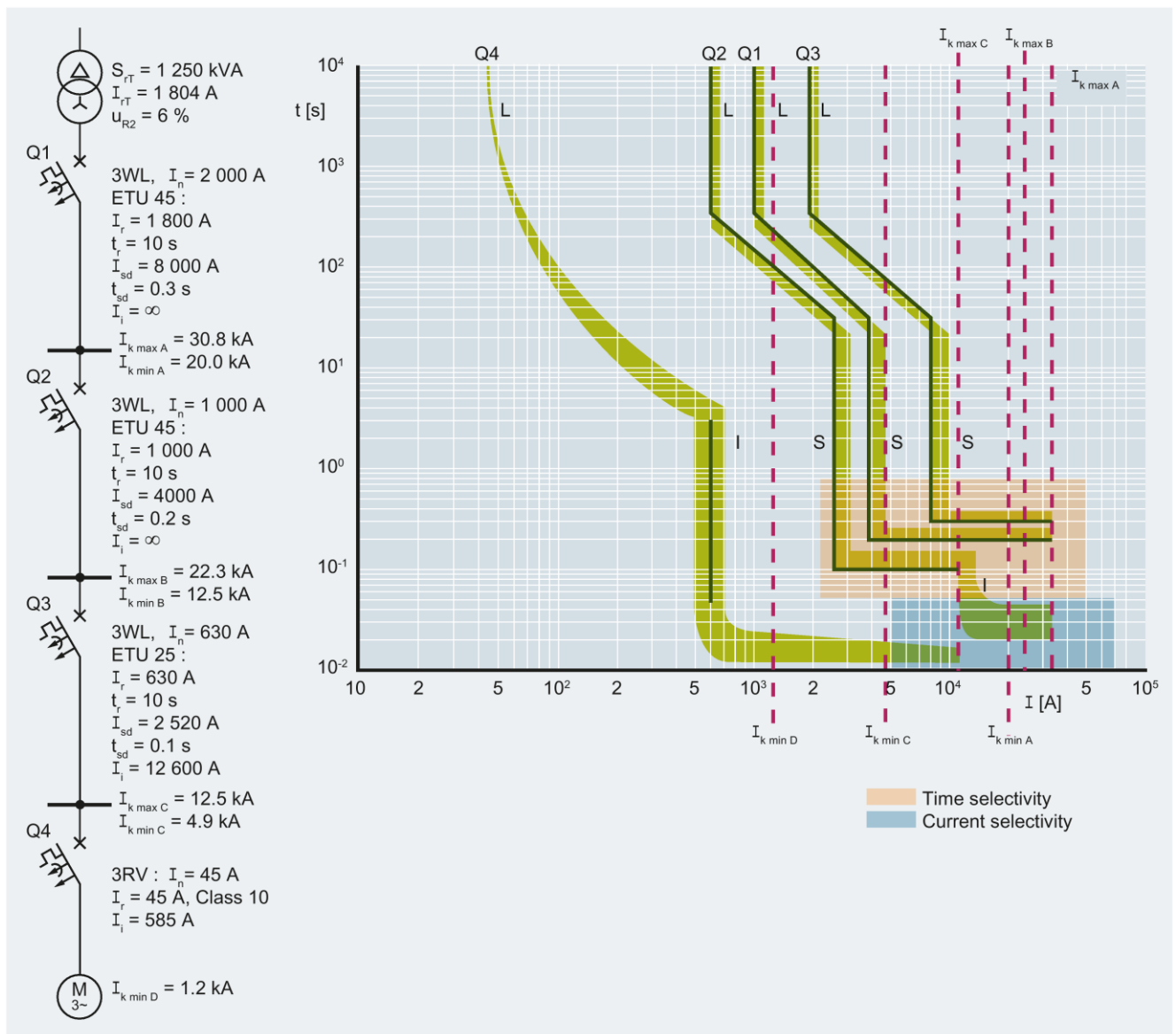
3.4.3 Realizacja pełnej selektywności

Jeśli wyłączniki poprzedzające charakteryzują się wystarczająco wysoką znamionową wytrzymałością na prąd zwarcia krótkotrwały (I_{cw}) lub posiadają wyzwalacz zwarcia z odpowiednio wysokimi nastawami, to można uzyskać wysokie wartości granicznego prądu selektywności (I_s). Można zrealizować pełną selektywność, jeśli wyzwalacz bezzwłoczny I może być wyłączony lub jeśli wyłącznik wyposażony jest w wyzwalacz zwarcia z odpowiednio wysokimi nastawami.

W poniższym przykładzie do prezentacji pełnej selektywności stosowane są następujące wyłączniki firmy Siemens:

- Q1, Q2, Q3: Wyłączniki powietrzne SENTRON 3WL o znamionowej wytrzymałości na prąd zwarcia krótkotrwały (I_{cw}):
 - do 100 kA przez okres 400 ms
 - wartości maksymalnej granicznej zdolności zwarcia (I_{cu}) i znamionowej wytrzymałości na prąd zwarcia krótkotrwały (I_{cw}) są bardzo zbliżone, dokładne dane znaleźć w katalogu www.siemens.pl/sentron
- Q4: Wyłącznik SIRIUS 3RV

Wyzwalacz bezzwłoczny I na wyłączniku Q1 i Q2 jest wyłączony.



Rys. 3-8 Przykład pełnej selektywności czasowej (obszar zaznaczony na pomarańczowo) i pełnej selektywności prądowej (obszar zaznaczony na niebiesko) dla jednego obwodu z czterema wyłącznikami w kaskadzie połączonymi szeregowo

Definicje I_{kmin} oraz I_{kmax} , a także nastawy wyłączników znajdują się w rozdziale "Nastawa wyłączników (patrz Strona 36)".

3.5 Selektywność logiczna – blokowanie obszaru selektywności

Z selektywną blokadą obszaru (ZSI), urządzenia zabezpieczające są połączone poprzez oddzielne przewody sygnałowe.

Istnieją 2 sposoby realizacji selektywności logicznej w zależności od metody komunikacji:

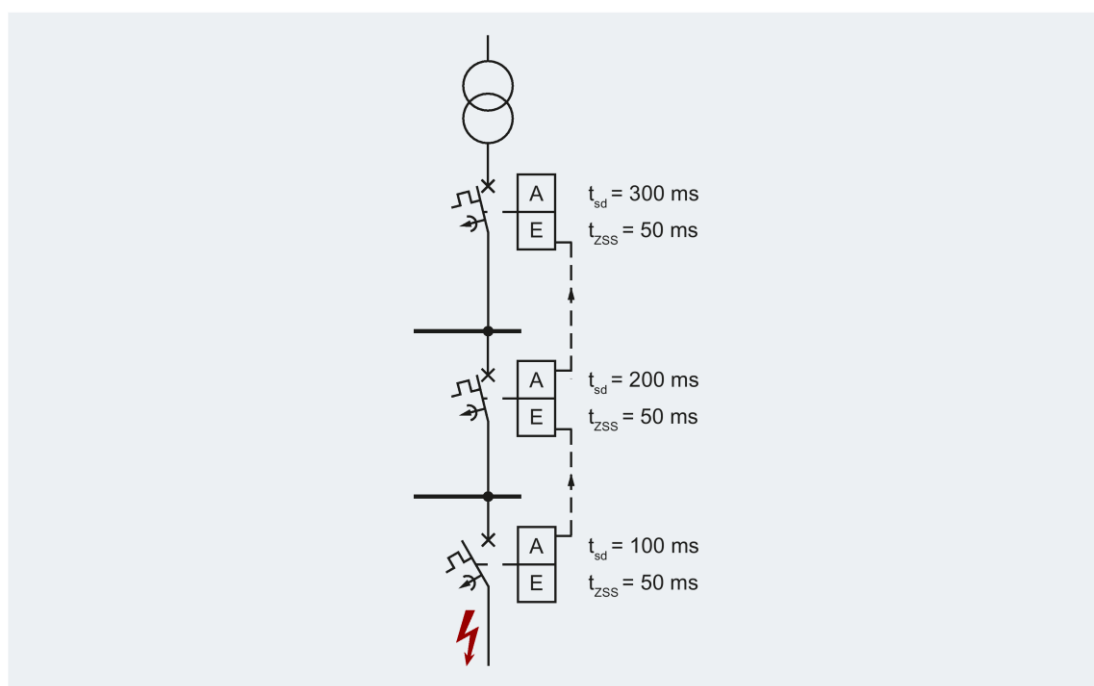
- System centralny: wyłączniki komunikują się przez centralną jednostkę monitorującą i sterującą.
- System rozproszony: wyłączniki komunikują się bezpośrednio ze sobą.

System rozproszony umożliwia znacznie krótsze czasy wyzwalań niż system centralny.

Ponieważ w układach niskiego napięcia używane są głównie systemy rozproszone, niniejszy rozdział będzie omawiał selektywną obszarową stosowaną w systemach rozproszonych.

W przypadku wykrycia przez wyłącznik prądu zwarcia i/lub prądu ziemnozwarciowego:

- Wyłącznik wysyła sygnał „blokuje” do wyłącznika powyższego.
- W tym samym czasie wyłącznik sprawdza, czy wyłącznik końcowy wysyła sygnał „blokuje”.
 - Jeśli wyłącznik otrzyma sygnał „blokuje”, to jest opóźniany o okres czasu odpowiadający nastawie czasu opóźnienia t_{sd} .
 - Wyłącznik wyzwala, jeśli nie otrzyma sygnału „blokuje”.



A Wyjście sygnałowe

E Wejście sygnałowe

- - - Przewody sterujące

t_{sd} Czas opóźnienia wyzwalacza zwarciovego

t_{zss} Czas opóźnienia (określony czas braku działania) wszystkich wyłączników, które wykryją prąd zwarciov i/lub ziemnozwarciowy oraz nie otrzymają sygnału "blokuj" z aktywną selektywną blokadą obszaru

Rys. 3-9 Selektowna blokada obszaru

Opóźnienia wyzwolenia, które można zrealizować za pomocą selektywności logicznej są krótsze niż te osiągalne przez selektywność czasową. Przewody sterujące są podłączane do wyzwalaczy elektronicznych (ETU) za pośrednictwem dodatkowego indywidualnego modułu sterującego, dostarczanego do każdego wyłącznika.

Zalety i ograniczenia

Zalety selektywnej blokady obszaru:

- Małe obciążenie elektryczne i mechaniczne instalacji elektrycznej oraz wyłączników dzięki krótkim czasom wyzwolenia
- Funkcje zabezpieczeniowe sieci rozdziału energii są wysoce niezawodne i przewidywalne
- Zabezpieczenie zwarciovie wyłączników może być selektywnie stopniowane z dużą ilością poziomów w hierarchii (zasadniczo)

Ograniczenia stosowania selektywności logicznej:

- Maksymalna dopuszczalna długość przewodów sterujących.

Maksymalna dopuszczalna długość przewodów sterujących dla wyłączników kompaktowych 3VA2 przedstawia się następująco:

- < 600 m / 0.75 mm² (AWG 18)
- < 1200 m / 1.5 mm² (AWG 16)
- < 2000 m / 2.5 mm² (AWG 14)

Obszar zastosowania

Selektywność logiczną kiedy wymagana jest selektywność zabezpieczenia zwarciovego krótkozwłocznego, a także zabezpieczenia ziemnozwarciowego.

Wyłączniki powietrzne 3WL i wyłączniki kompaktowe 3VA2 umożliwiają zwłokę selektywności logicznej:

$t_{ZSI} = 50$ ms dla zwarć krótkozwłoczných

$t_{ZSI} = 100$ ms dla zwarć doziemnych.

Odpowiednie wyłączniki do tego zastosowania

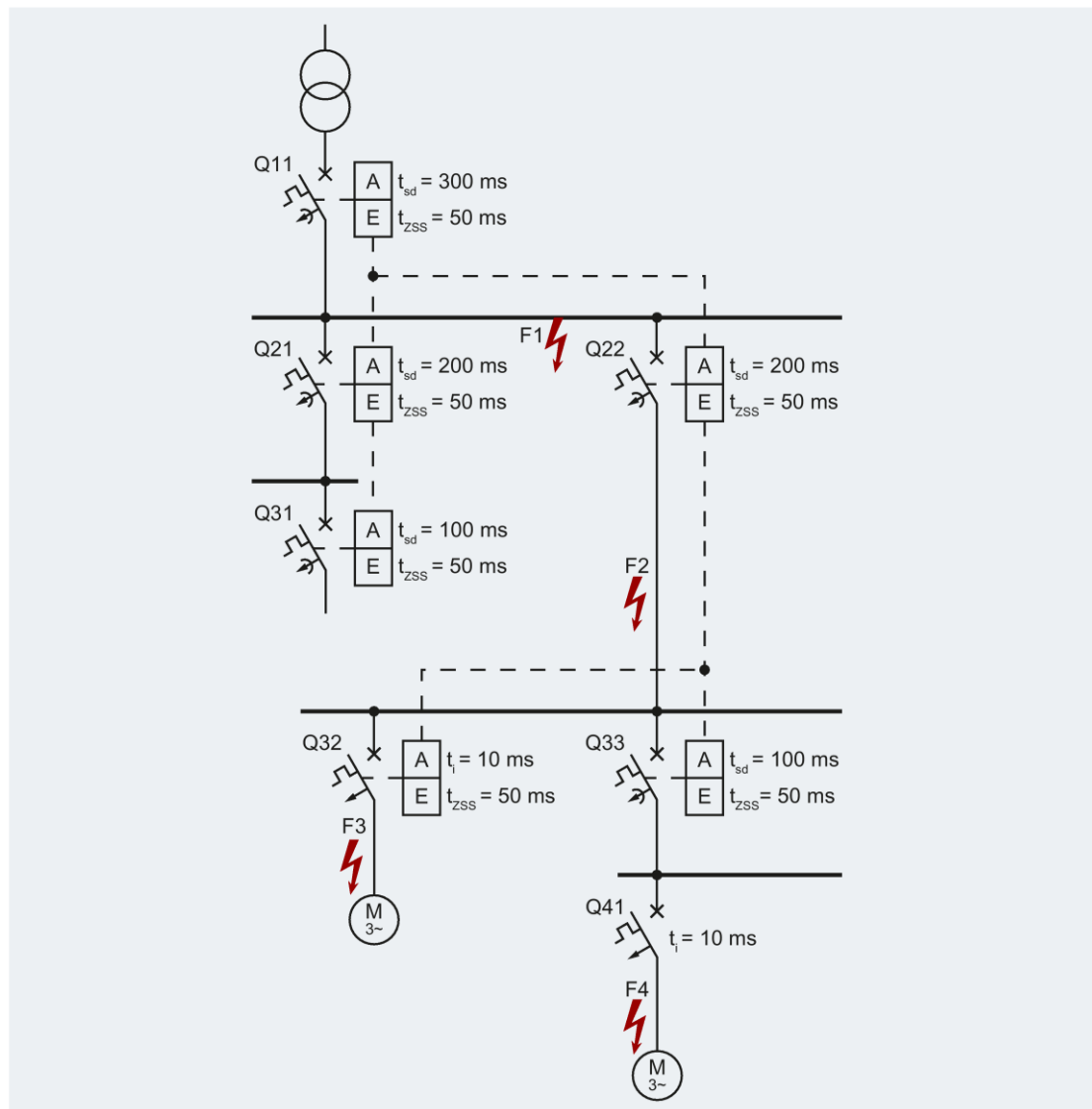
Selektywność logiczną można zastosować z wykorzystaniem wyłączników kompaktowych i powietrznych, jednakże wyłączniki muszą być wyposażone w wyzwalacz elektroniczny ETU.

3.5.1 Selektywność logiczna i selektywność czasowa (selektywność mieszana)

W przypadku wykrycia zwarcia przez wyłącznik w systemie selektywności mieszanej następuje:

- Gdy zadziała selektywność logiczna czyli wystąpi sygnał "blokuje":
Pierwotnie ustawiony czas opóźnienia t_{sd} pozostaje obowiązujący.
- Nie występuje sygnał "blokuje":
Początkowy czas opóźnienia t_{sd} jest zamieniony na czas opóźnienia t_{zsl} (określony czas braku reakcji).

Przykład



A Wyjście sygnałowe

E Wejście sygnałowe

-- Przewody sterujące

t_i Czas opóźnienia wyzwalacza I

t_{sd} Czas opóźnienia zabezpieczenia zwarciego (krótkozwłocznego)

t_{zss} Skrócony czas opóźnienia (określony czas braku działania)

Rys. 3-10 Połączenie selektywnej blokady obszaru z selektywnością czasową

Scenariusz awarii F1

Awaria występuje w strefie chronionej przez wyłącznik Q11.

- Jeśli prąd zwarciový jest wystarczająco wysoki, to jest wykrywany przez wyzwalacz wyłącznika Q11.
- Ponieważ Q11 nie dostaje sygnału "blokuje" od Q22, początkowy czas opóźnienia $t_{sd} = 300$ ms jest zamieniony na skrócony czas $t_{zSI} = 50$ ms.
- Q11 wyzwala po $t_{zSI} = 50$ ms.

Scenariusz awarii F2

Awaria występuje w strefie chronionej przez wyłącznik Q22.

- Jeśli prąd zwarciový jest wystarczająco wysoki, to jest wykrywany przez wyzwalacze wyłączników Q11 i Q22.
- Selektywna blokada obszaru powoduje, że wyłącznik Q22 tymczasowo blokuje Q11.
 - Q11 zachowuje początkowy czas opóźnienia $t_{sd} = 300$ ms.
 - Ponieważ Q22 nie dostaje sygnału "blokuje", jego początkowy czas opóźnienia $t_{sd} = 200$ ms jest zamieniony ze skróconym czasem opóźnienia $t_{zSI} = 50$ ms.
- Q22 wyzwala po $t_{zSI} = 50$ ms.

Scenariusz awarii F3

Awaria występuje w strefie chronionej przez wyłącznik Q32.

- Jeśli prąd zwarciový jest wystarczająco wysoki, to jest wykrywany przez wyzwalacze wyłączników Q11, Q22 i Q32
- Na skutek selektywnej blokady obszaru Q32 tymczasowo blokuje Q22, który z kolei blokuje tymczasowo Q11.
 - Q11 zachowuje początkowy czas opóźnienia $t_{sd} = 300$ ms.
 - Q22 zachowuje początkowy czas opóźnienia $t_{sd} = 200$ ms.
- Q32 wyzwala po $t_i = 10$ ms jeśli zwarcie jest w zakresie zabezpieczenia zwarciového bezzwłocznego (I).
- Q32 wyzwala po $t_{zSI} = 50$ ms jeśli zwarcie jest w zakresie zabezpieczenia zwarciového krótkozwłocznego (S).

Scenariusz awarii F4

Awaria występuje w strefie chronionej przez wyłącznik Q41.

- Jeśli prąd zwarciový jest wystarczająco wysoki, to jest wykrywany przez wyzwalacze wyłączników Q11, Q22, Q33 i Q41.

Ponieważ Q41 wyzwala już po $t_i = 10$ ms, żaden inny wyłącznik nie wyzwala.
- Ani selektywność logiczna ani selektywność czasowa nie mają wpływu na działanie wyłączników.

3.5.2 Nastawa wyłączników

Simaris design - oprogramowanie wydane przez firmę SIEMENS, jest rekomendowanym narzędziem do badania nastaw wyłączników. Jedną z możliwości programu jest obliczanie wartości zwarciovych sieci.

Do wyboru i nastawy wyłącznika w miejscu instalacji wymagane są dwie wartości - " I_{kmax} " i " I_{kmin} ".

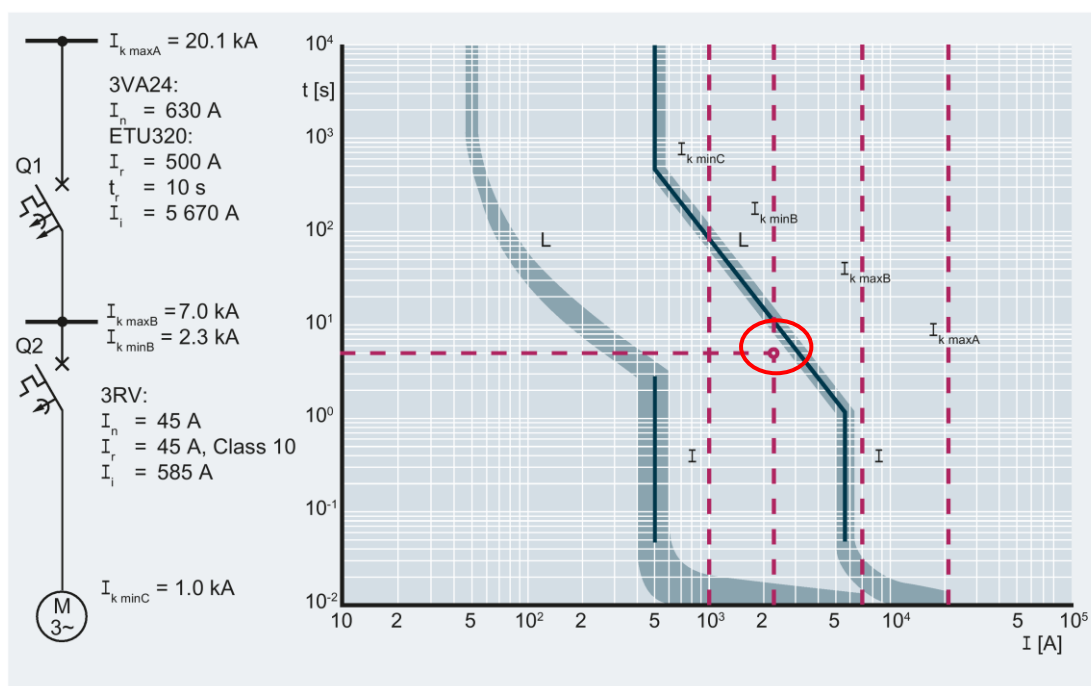
- I_{kmax} jest maksymalną obliczoną wartością zwarcia w miejscu instalacji wyłącznika; jest ustalana na podstawie obliczeń zwarć 3-, 2- i 1-biegunowych.
- I_{kmin} jest najmniejszą możliwą wartością zwarcia w chronionej części sieci; jest ustalana na podstawie obliczeń zwarć 3-, 2- i 1-biegunowych.
Może to dotyczyć np. na przykład końca przewodu/szyny po stronie obciążenia, lub do następnego urządzenia zabezpieczającego (wyłącznika lub bezpiecznika).

Do doboru i nastawy wyłączników odnoszą się następujące warunki:

1. Wyłącznik jest dobierany ze względu na jego maksymalną graniczną zdolność zwarciovą I_{cu} zgodnie z wartością najwyższego potencjalnego zwarcia:

$$I_{cu} \geq I_{kmax}.$$

2. Wyzwalacz zwarciový jest ustawiony zgodnie z najmniejszą możliwą wartością zwarcia I_{kmin} w odpowiedniej sieci, przy czym tolerancje wyzwalaczy muszą być wzięte pod uwagę. Wg PN-EN 60947-2, 8.3.3.1.2, maksymalna dopuszczalna tolerancja charakterystyki zwarciový to $\pm 20\%$.
3. DIN VDE 0100, Część 410 i PN-EN 60364-4-41 rozróżniają czasy wyłączenia w zależności od tego, czy obwód jest obwodem rozdzielczym czy końcowym.
 - W obwodach rozdzielczych (np. od rozdzielni głównej do podrozdzielni) w sieciach TN odnosi się czas wyłączenia 5 s.
 - W obwodach końcowych (od rozdzielni do obciążeń/gniazdek), czas wyłączenia dla napięcia $U_o = 230\text{ V AC}$ faza-ziemia wynoszą odpowiednio:
 - 0.4 s przy prądzie znamionowym 32 A w sieci TN
 - 5 s przy prądzie znamionowym $> 32\text{ A}$ w sieci TN.



Z wykresu jasno widać, że nie da się zrealizować działania selektywnego wyłącznika 3RV 45 A i 3VA24 630 A nawet używając najwyższych możliwych nastaw wyzwalacza zwarciovego (I). Chociaż charakterystyki wyzwalania w strefie zwarcia dwóch wyłączników tylko się stykają przy prądzie 5 kA lub wyższym, to jednak jest wystarczający powód dla którego selektywność możemy uznać jedynie częściową.

Nastawa wyłącznika kompaktowego 3VA2 630A:

- Wartość I_{kmaxA} została obliczona i wynosi 20.1 kA w punkcie instalacji A.
Wyłącznik kompaktowy 3VA24 dla znamionowego prądu roboczego $I_{rated} = 630$ A ma maksymalną graniczną zdolność zwarciovą $I_{cu} = 55$ kA przy 380 - 415 V AC, co oznacza, że ten wybór jest właściwy.
- Wartość I_{kmaxB} została obliczona i wynosi 7.0 kA, a wartość I_{kminB} 2.3 kA w punkcie instalacji B.
Jednak nastawa bezzwłocznego wyzwalacza zwarciovego wyłącznika kompaktowego 3VA2 630 A jest wyższa niż wartość I_{kminB} i nie jest możliwe wyłączenie tej wartości I_{kminB} 2.3 kA w ciągu 5 s.

Nastawa wyłącznika 3RV do ochrony silników (ochrona układów rozruchowych):

- Wartość I_{kmaxB} została obliczona i wynosi 7.0 kA w punkcie instalacji B.
Wyłącznik 3RV o znamionowym prądzie roboczym $I_{rated} = 45$ A charakteryzuje się maksymalną graniczną zdolnością zwarciovą $I_{cu} = 50$ kA przy 400 V AC, co oznacza, że ten wybór jest właściwy.
- Wartość I_{kminC} została obliczona i wynosi 1.0 kA w punkcie instalacji C.
Nastawa bezzwłocznego wyzwalacza zwarciovego wyłącznika 3RV jest poprawna, ponieważ – pomimo selektywności prądowej – bezzwłoczny wyzwalacz zwarciový jest

ustawiony na 585 A, a jest to wartość mniejsza niż I_{kmin} . Pewne jest również to, że wyłącznik silnikowy 3RV wyłączyłby to zwarcie w ciągu 5 s.

Zapewnienie selektywności i szybkiego czasu wyłączenia

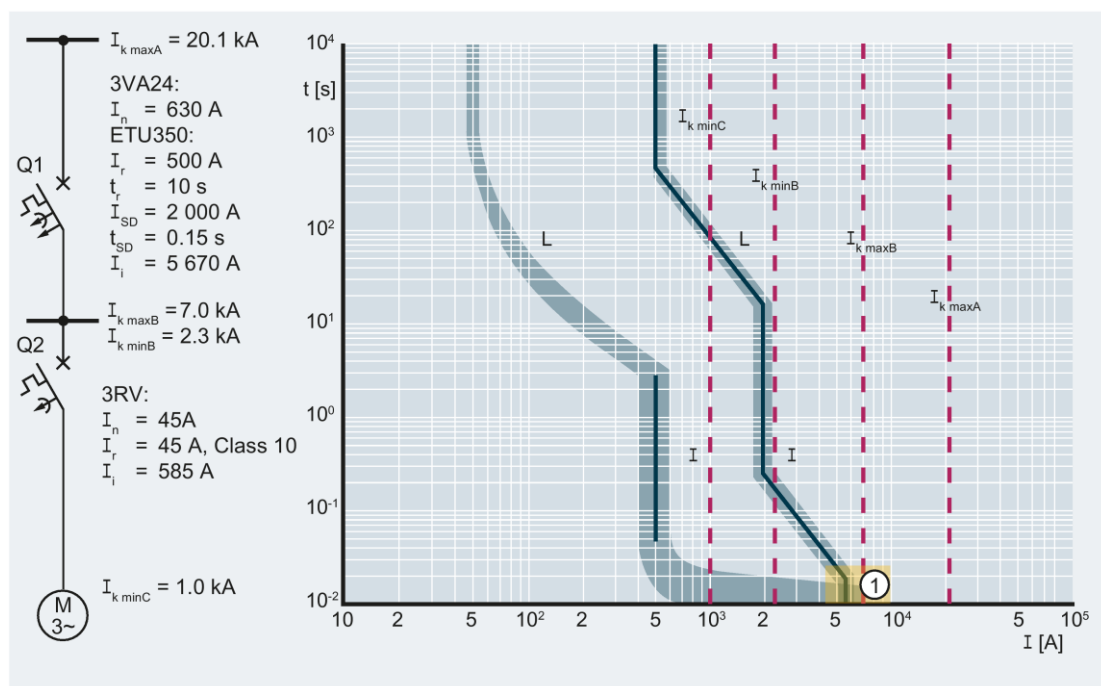
W celu zapewnienia pełnej selektywności oraz zagwarantowania, że wyłączniki wyłączą zwarcia w czasie nie dłuższym niż 5 s przy odpowiednich I_{kmin} w punktach instalacji B i C, należy wziąć pod uwagę:

- Zmianę charakterystyki w obszarze czasu 5 s oraz prądu $I_{kminB} = 2,3$ kA, tak by charakterystyka wyłącznika 3VA znajdowała się po lewej stronie tego punktu.

Z tego powodu poprzedzający wyłącznik kompaktowy 3VA2 z wyzwalaczem serii ETU 320 musi być zamieniony na 3VA2 z ETU 350 (LI na LSI). Ponieważ ochrona I_{kminB} może być osiągnięta przy zastosowaniu wyzwalacza zwarcowego krótkozwłocznego (S), a pełna selektywność zrealizowana przez bezzwłoczny wyzwalacz zwarcowy (I) stale ustawiony na maksymalną wartość.

Wyzwalacz zwarcowy krótkozwłoczny (S) poprzedzającego wyłącznika kompaktowego 3VA2 630A z ETU 350 jest ustawiony na $I_{sd} = 2000$ A, dzięki czemu wyłącznik ten (przy uwzględnieniu tolerancji +10%) może wyzwolić poniżej $I_{kminB} = 2.3$ kA w ciągu 5 s w punkcie instalacji B.

Opóźnienie t_{sd} wyzwalacza zwarcowego zwłocznego zostało ustawione na wartość 0.15 s.



- ① Strefa selektywności dynamicznej (więcej informacji o selektywności dynamicznej w rozdziale "Selektowność dynamiczna" (Strona 39))

Wymiana wyzwalacza na ETU 350 skutkuje jednak przecinaniem się charakterystyk w obszarze zwać bezzwłoczných.

W celu zapewnienia, że nadal można uzyskać selektywność oraz natychmiastowe, niezawodne przerwanie potencjalnych zwać I_{kminB} , brana jest pod uwagę selektywność dynamiczna na obszarze zaznaczonym jako ① oraz kolorem żółtym. Korzystając z tabeli selektywności (patrz "FAQs") w www.siemens.com/sios, możliwe jest zweryfikowanie pełnej

selektywności dla zestawu wyłącznika kompaktowego 3VA2 630 A wraz z końcowym wyłącznikiem 3RV1 wielkości S2 do ochrony silników, do maksymalnej granicznej zdolności zwarciowej $I_{cu} = 50 \text{ kA}$ przy 400 V AC.

3.6 Selektywność dynamiczna

Selektywność dynamiczna różni się zasadniczo od selektywności prądowej i czasowej.

Wyłączniki odpowiednie do zastosowania selektywności dynamicznej

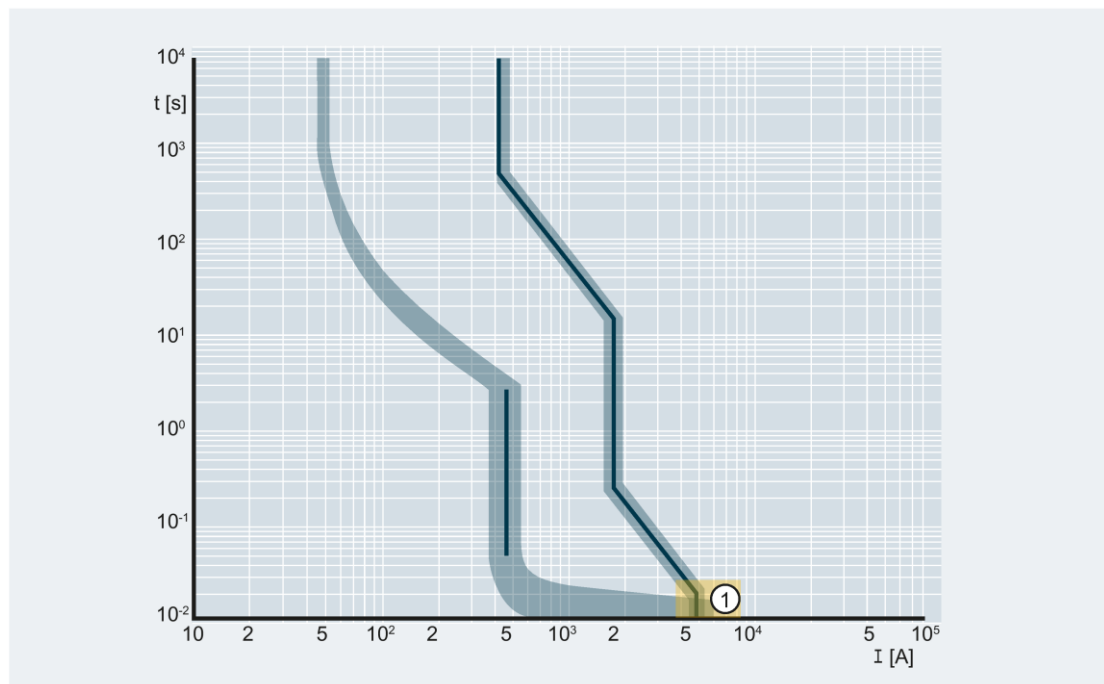
Do realizacji selektywności dynamicznej stosowane są wyłączniki kompaktowe, ponieważ ten rodzaj selektywności wykorzystuje właściwości ograniczenia prądowego tych urządzeń (patrz rozdział "Realizacja selektywności dynamicznej (Strona 41)").

Wyłączniki powietrzne nie są odpowiednie do realizacji selektywności dynamicznej, ponieważ nie są zaprojektowane do ograniczania prądu. Jednak możliwa jest kombinacja końcowych wyłączników kompaktowych z poprzedzającymi wyłącznikami powietrznymi i takie rozwiązanie może być w konkretnych przypadkach również korzystne.

Kombinacje wyłączników kompaktowych z bezpiecznikami lub innymi wyłącznikami także charakteryzującymi się zdolnością ograniczania prądu są możliwe.

Strefa selektywności dynamicznej

W systemach selektywności prądowej i czasowej parametry lub charakterystyki wyzwalania wyłączników ograniczających poprzedzających i końcowych są ustawione konkretnie do celu realizacji selektywności. To, czy osiągnięto selektywność całkowitą czy częściową może być zweryfikowane przez zestawienie charakterystyk wyzwalania. Ta weryfikacja jest jednak możliwa tylko wtedy, gdy krzywa przebiegu prądu nie odbiega od kształtu sinusoidalnego. To powoduje, że zestawienie charakterystyk wyzwalania odnosi się do czasów działania tylko w strefie powyżej 100 ms.



① Strefa selektywności dynamicznej

Rys. 3-11 Charakterystyki wyzwalania i selektywność dynamiczna

Przy selektywności dynamicznej, wyłączniki ograniczające nie są skoordynowane tylko według ich reakcji czasowo-prądowej, ale również na podstawie energii przepływającej przez wyłącznik w przypadku zwarcia. Jeśli wartość energii przenoszonej przekracza wartość energii potrzebnej do wyzwolenia wyłącznika, to wyłącznik wyzwoli.

W celu zachowania selektywności pomiędzy wyłącznikami ograniczającymi, energia przenoszona urządzenia końcowego musi być mniejsza niż energia wyzwolenia urządzenia poprzedzającego. Jeśli prąd zwarciový przekracza graniczny prąd selektywności (I_s), to oba wyłączniki wyzwolą.

Zalety selektywności dynamicznej

- Szybkie wyzwolenie (kilka milisekund)
- Niskie obciążenie termiczne i mechaniczne urządzeń w instalacji rozdziału energii
- Selektowne działanie nawet w wysokich wartościach prądu zwarciový. Selektowne działanie nawet z wyłącznikami kategorii A.
- W przeciwieństwie do selektywności czasowej, wyłączniki kompaktowe mogą być stosowane do realizacji selektywności całkowitej do maksymalnej granicznej zdolności zwarciový I_{cu} .

3.6.1 Realizacja selektywności dynamicznej

Nie można uzyskać selektywności dynamicznej używając funkcji ochronnej LI/LSI. Selektowność dynamiczna jest możliwa dzięki specjalnemu mechanizmowi wyzwiania.

Taka konstrukcja powoduje, że strefa zwarcia jest podzielona na dwa zakresy:

- Zakres niskiego prądu zwarcia

W przypadku niskich prądów zwarciovych opóźnienie wyzwolenia odpowiada kilku milisekundom.

- Zakres wysokiego prądu zwarcia (wyzwalanie energetyczne)

Realizowane jest przyspieszone bezzwłoczne wyzwolenie, jako reakcja wyłącznika na wysoki prąd zwarciovowy.

Zasada podwójnego wyzwolenia to cecha nowych wyłączników kompaktowych 3VA2 firmy Siemens do zastosowań z pełną selektywnością. W zakresie wysokiego prądu zwarcia, dodatkowy mechaniczny mechanizm wyzwiania (wyzwalacz energetyczny) wyzwala wyłącznik.

Mechanizm wyzwiania wykorzystuje siły powstałe w wyniku przepływu dużego prądu zwarciovego, które powodują samoczynne odpychanie i w konsekwencji otwarcie styków wyłącznika kompaktowego ograniczającego. Podczas otwierania powstaje łuk elektryczny. Można oszacować moc łuku wygenerowanego w biegunach wyłącznika. Koreluje on z energią przenoszoną i może tym samym służyć, jako kryterium dla wyzwialacza energetycznego.

Mechanizm wyzwiania jest zintegrowany w biegunach wyłącznika kompaktowego 3VA2. Przy bardzo wysokich prądach zwarciovych mechanizm ten używa wynikową moc łuku do poruszenia mechanicznej dźwigni. To powoduje bardzo szybkie zadziałanie wyłącznika.

Zasada podwójnego wyzwiania i selektywność

Jeśli zwarcie tworzy prąd mniejszy niż graniczny prąd selektywności (I_s) w łączonym układzie wyłączników, to mechanizm wyzwiania bezzwłoczego w wyłączniku końcowym reaguje i wyzwala wyłącznik. Z punktu widzenia wyłącznika poprzedzającego, prąd zwarciovowy jest w strefie selektywnego wyzwolenia zwarciovego krótkozwłoczego. Krótkie opóźnienie jest wystarczające do zapewnienia, że wyłącznik poprzedzający nie wyzwoli. Wyłączniki działają więc selektywnie.

Jeśli prąd zwarciovowy jest większy niż graniczny prąd selektywności (I_s), to mechanizm wyzwiania bezzwłoczego w wyłączniku poprzedzającym powoduje natychmiastowe wyzwolenie wyłącznika.

W tym przypadku wyłączniki nie działają selektywnie.

Energia wyzwolenia to wewnętrzna własność wyłączników. Selektowność obliczana jest na podstawie ścisłej koordynacji pomiędzy łączonymi urządzeniami.

3.6 Selektywność dynamiczna

Więcej informacji o wzajemnej selektywności wyłączników kompaktowych 3VA2 w odniesieniu do spodziewanego prądu można znaleźć w FAQ w www.siemens.com/sios.

Wskazówka

Zmniejszony graniczny prąd selektywności

Wysokie graniczne prądy selektywności wyłączników kompaktowych 3VA mogą być osiągnięte tylko w połączeniu z urządzeniami z serii 3VA. Kombinacje urządzeń z innych rodzin produktów skutkują zwykle znacznie mniejszymi granicznymi prądami selektywności.

Dalsze zalety podwójnego wyzwiania

- Zasada podwójnego wyzwiania zapewnia, że wyłącznik poprzedzający jest w stanie bezpiecznie przerwać wszystkie prądy zwarciove. Jest tak nawet wtedy, gdy wyłącznik poprzedzający nie jest wspierany przez ograniczanie prądu wyłącznika końcowego i urządzenie poprzedzające musi samo poradzić sobie ze wszystkimi spodziewanymi prądami zwarcioveymi.
- Dzięki temu wyłącznik kompaktowy 3VA2 może być bezpiecznie umieszczony zarówno jako wyłącznik poprzedzający, jak i końcowy. W celu zapewnienia możliwości realizacji stopniowania na wielu zakresach prądu roboczego, wyłączniki z serii 3VA2 są wzajemnie dopasowane ze względu na wszystkie aspekty ich wyzwiania. Na przykład funkcja wyzwolenia zwarciovego selektywnego krótkozwłocznego jest stopniowana i ustawiona na dłuższe czasy opóźnień dla wyższych znamionowych prądów roboczych.

3.6.2 Krzywa ograniczania energii

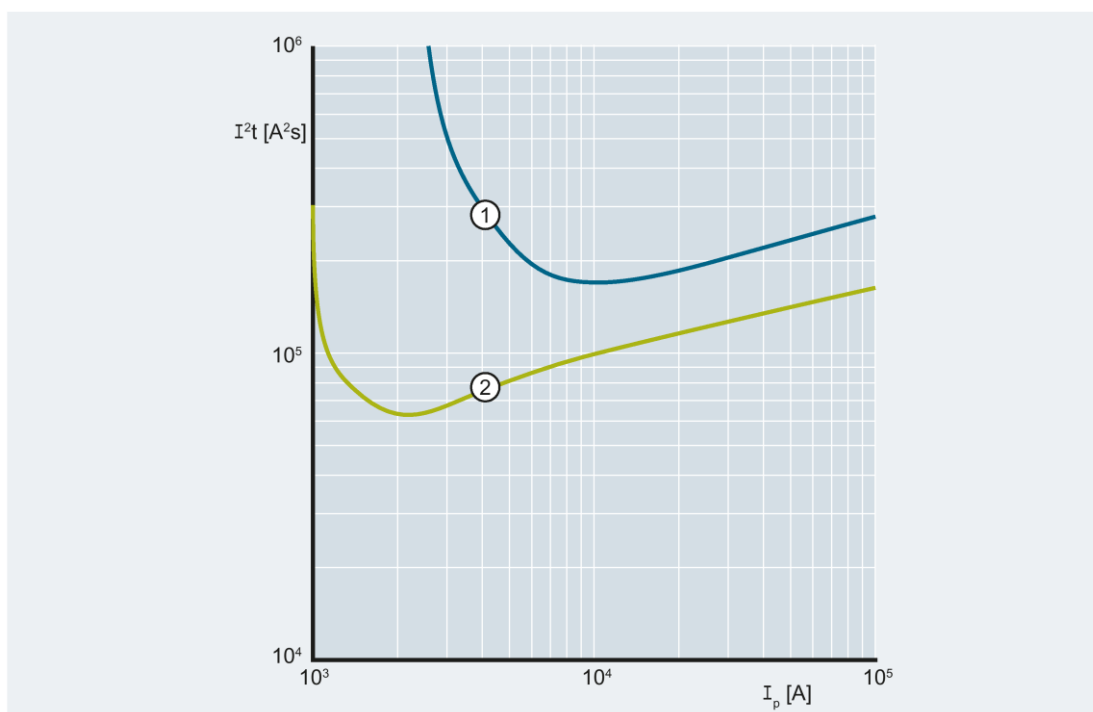
Zdolności wyłączników kompaktowych do ograniczania prądu są cechą szczególnie wykorzystywaną w systemach selektywności dynamicznej.

Wg PN-EN 60947-2, 2.3, termin "wyłącznik ograniczający" odnosi się do wyłącznika z wystarczająco krótkim czasem wyłączenia, aby zapobiec osiągnięciu przez prąd zwarcia wartości szczytowej, którą w przeciwnym wypadku mógłby osiągnąć. Innymi słowy, prąd ograniczony i inne zmienne zależne od prądu ograniczonego (takie jak energia przenoszona) są znacząco zmniejszone przez zdolność ograniczania prądu wyłącznika.

Praktyką stało się stosowanie całki z kwadratu prądu w określonym przedziale czasu, znanej jako całka Joule'a Q , jako jednostki miary zdolności ograniczania energii:

$$Q = \int i^2 dt$$

Charakterystyka I^2t wyłącznika służy do reprezentacji wartości energii ograniczonej przez wyłącznik w odniesieniu do spodziewanego prądu (I_p) wg PN-EN 60947-2, 2.18.



- ① Energia przenoszona (ograniczona) przez wyłącznik poprzedzający 630 A
- ② Energia przenoszona (ograniczona) przez wyłącznik końcowy 250 A

Rys. 3-12 Wykres I^2t : Przykłady energii przenoszonej (ograniczonej) przez wyłączniki 250 A i 630 A

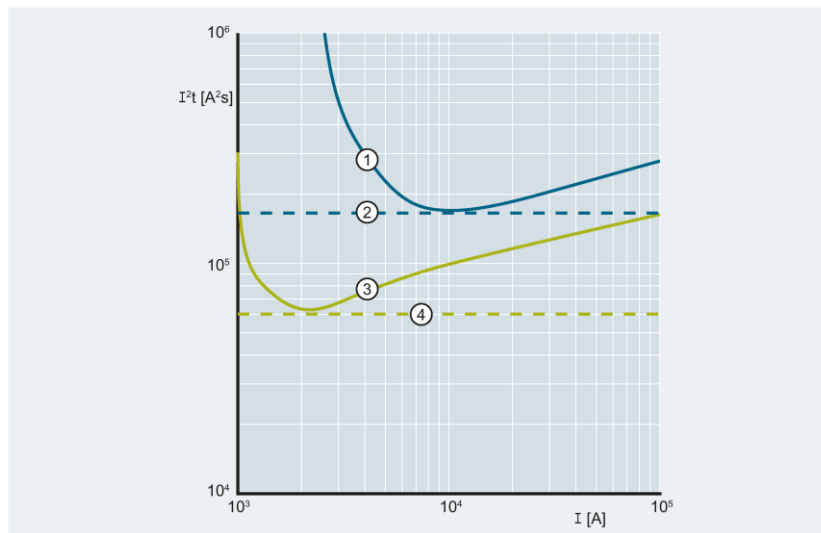
Wskazówka**Kalkulacja ograniczania energii**

Energia przenoszona przez wyłącznik (bezpiecznik) nie jest wyznaczana tylko przez wielkość prądu spodziewanego, ale także przez napięcie i częstotliwość linii oraz rodzaj zwarcia (jednobiegunowe, dwubiegunowe lub trójbiegunowe). W rezultacie może być wyliczona tylko na podstawie pomiarów sporządzonych przy urządzeniach łączeniowych lub przy konkretnej kombinacji urządzeń lub poprzez symulację dokładnych danych urządzenia i charakterystyk.

3.6.3**Przykład**

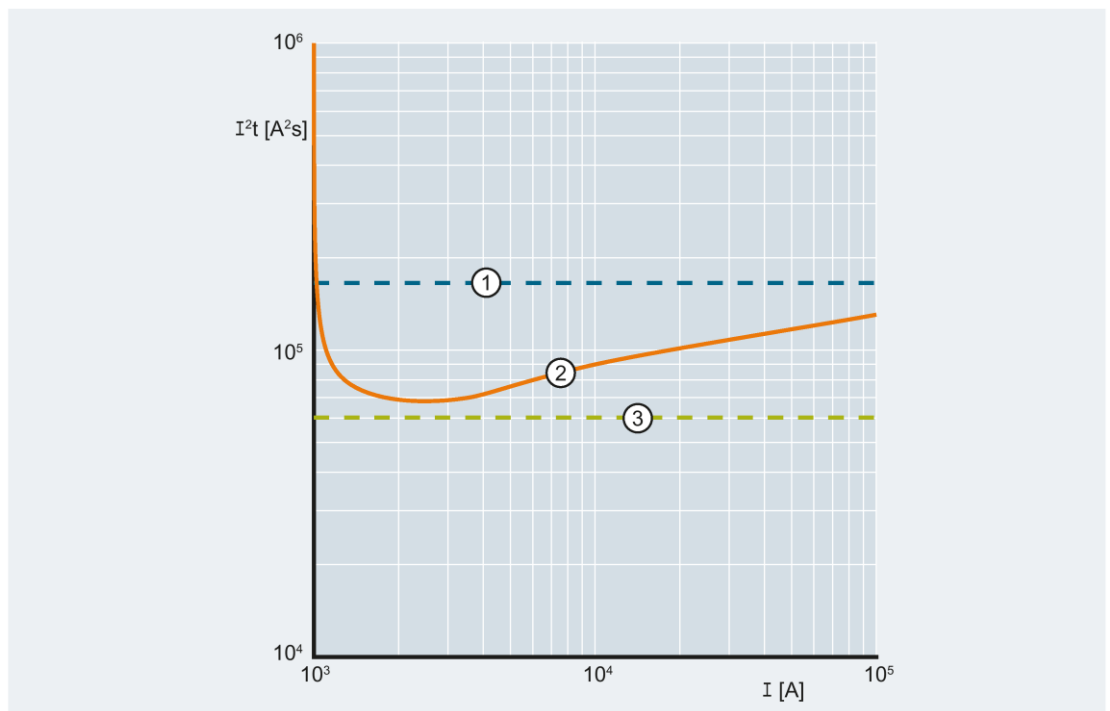
Poniższy przykład (Rys. 3-13) objaśnia zasadę selektywności dynamicznej. Przykład sporządzony jest na podstawie wartości energii przenoszonej wyłączników 630 i 250 A.

Energia przenoszona przez wyłącznik 630 A jest wyższa niż ta w przypadku wyłącznika 250 A od prądu spodziewanego (I_p) przykładowo około 1100 A. Wartość szczytowa lub wartość energii wyzwolenia dla energii przenoszonej może być tym samym przydzielona każdemu z dwóch wyłączników, proste ② i ④. Gdy wartość szczytowa zostanie przekroczona, wyłącznik musi wyzwolić. Krzywe ① i ③ na wykresie oznaczają energię przenoszoną odpowiedniego wyłącznika, jeśli sam ogranicza i przerywa prąd zwarcia. Jeśli jednak wyłącznik 630 A jest umieszczony powyżej w stosunku do wyłącznika 250 A, to zdolności ograniczania prądu obu urządzeń się kumulują w przypadku zwarcia. Wspólna energia przenoszona jest redukowana o ilość ustaloną przez wyłącznik 630 A.



- ① Energia przenoszona przez wyłącznik 630 A
- ② Energia wyzwolenia wyłącznika 630 A
- ③ Energia przenoszona przez wyłącznik 250 A
- ④ Energia wyzwolenia wyłącznika 250 A

Rys. 3-14 Przykłady energii przenoszonej/energii wyzwolenia i wartości szczytowe.



- ① Energia wyzwolenia wyłącznika 630 A
- ② Energia przenoszona przez kombinację wyłączników 250 A i 630 A
- ③ Energia wyzwolenia wyłącznika 250 A

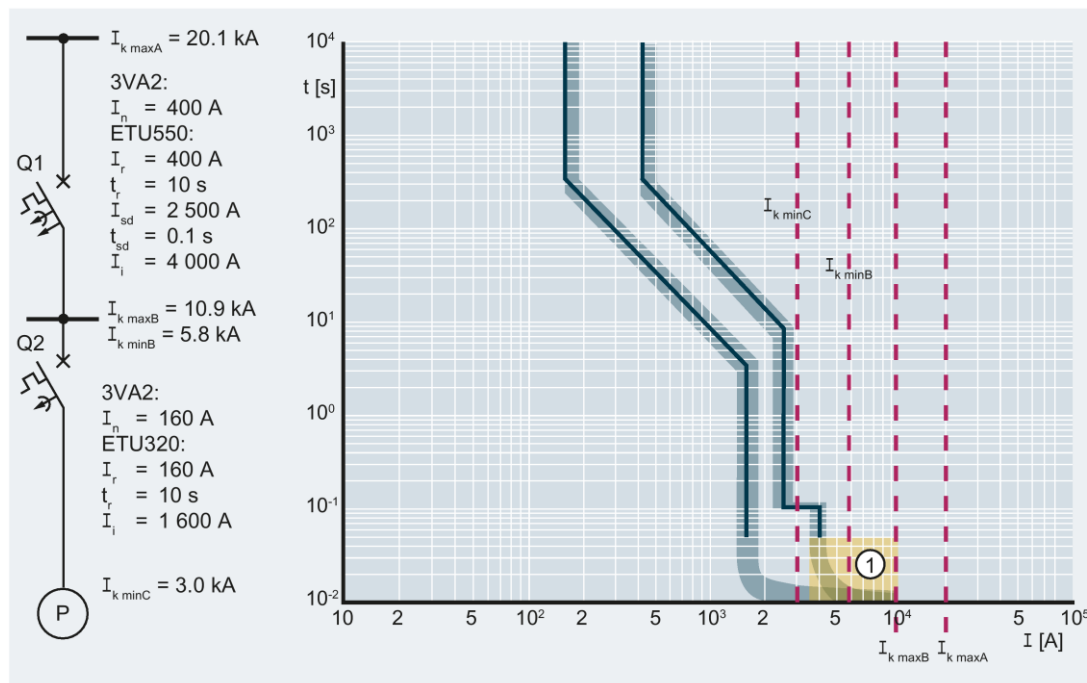
Rys. 3-15 Przykłady wartości energii przenoszonej przez kombinację wyłączników 250 A i 630 A

Wykres I^2t pokazuje, że energia przenoszona przez kombinację wyłączników dla obszaru prądu spodziewanego (I_p) jest w tym przykładzie wyższa niż energia wyzwolenia wyłącznika końcowego 250 A. Nawet przy prądach zwarciovych 100 kA wyzwala tylko wyłącznik końcowy 250 A.

Podsumowując:

Kombinacja wyłączników 3VA działa selektywnie na przestrzeni całego obszaru zwarcia.

Selektowność dynamiczna w strefie zwarcia



① Strefa selektywności dynamicznej

Wykres przedstawia przykład z dwoma wyłącznikami kompaktowymi 3VA2 (Q1 i Q2) połączonymi szeregowo.

Pasma tolerancji charakterystyk wyzwalania wyłączaczy L oraz I nie stykają się do momentu osiągnięcia lub przekroczenia wartości prądu 3600 A. Innymi słowy, selektywność prądowa jest osiągnięta do 3600 A.

W strefie prądu zwarcowego 3600 A i wyżej niemożliwe jest wnioskowanie na temat selektywności na podstawie charakterystyk wyzwalania. Z tego powodu należy stosować wyłączniki 3VA czyli wspierające selektywność dynamiczną przy prądach zwarcowych wyższych niż 3600 A.

Nowe wyłączniki kompaktowe 3VA2 zostały zaprojektowane, aby spełnić wymagania selektywności dynamicznej przy prądach zwarcowych 3600 A i powyżej. W niniejszym przykładzie gwarantują one również selektywność na obszarze powyżej 3600 A do osiągnięcia granicznego prądu selektywności (I_s).

Tabele selektywności można pobrać z www.siemens.pl/3VA. Zgodnie z rozdziałem 2 tych tabel, pełna selektywność w tym przykładzie jest wymieniona, tj. Graniczny prąd selektywności I_s odpowiada stosownej maksymalnej granicznej zdolności zwarcowej I_{cu} wyłącznika kompaktowego końcowego 3VA2 160 A.

4

Realizacja selektywności przez kombinacje urządzeń zabezpieczających

4.1 Wyłączniki kompaktowe i bezpieczniki końcowe

Wskazówka

Zakresy tolerancji dla bezpieczników

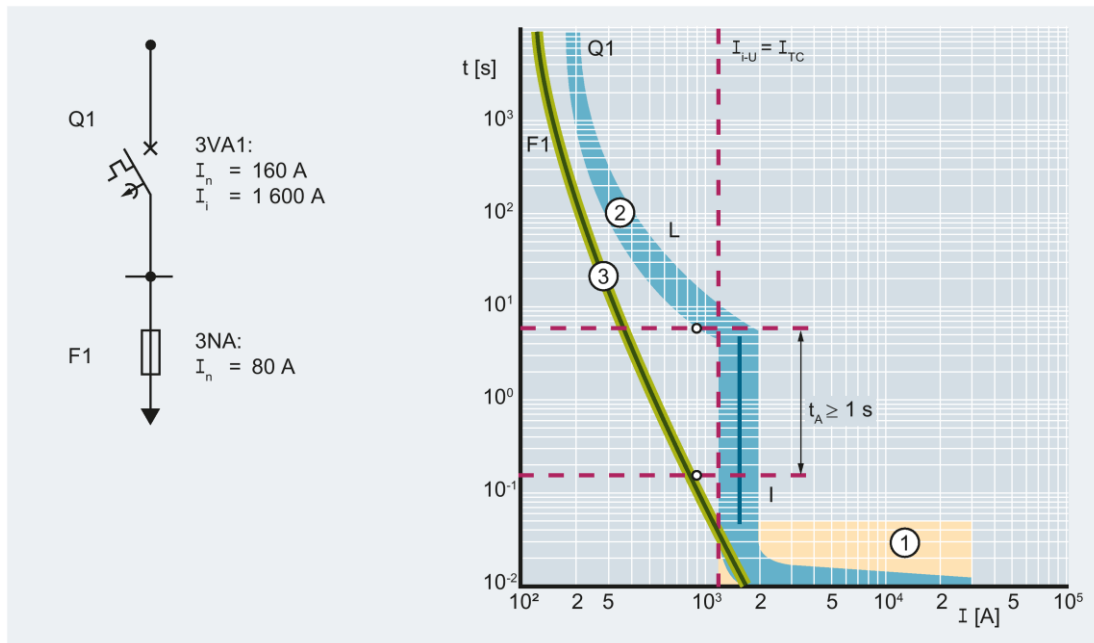
Rozważając charakterystyki selektywności dla kombinacji wyłącznik – bezpiecznik należy wziąć pod uwagę dopuszczalny zakres tolerancji $\pm 10\%$ do charakterystyk czasowo-prądowych wyzwalania wyłączników.

Zakres tolerancji jest zmniejszony do $\pm 6\%$ w przypadku stosowania bezpieczników 3NA LV HRC firmy Siemens.

Wyłączniki z wyzwalaczami LI lub LSI zachowują się selektywnie przeciążeniowo w odniesieniu do bezpiecznika końcowego, jeśli zapewniony jest margines bezpieczeństwa t_A około 1 s pomiędzy górną krawędzią pasma tolerancji charakterystyki czasowo-prądowej i dolną charakterystyką wyzwalania zabezpieczenia przeciążeniowego wyłącznika - L.

Określone czasy są wartościami empirycznymi, lecz biorą również pod uwagę dane produktów innych producentów.

Wyłącznik bez wyzwalacza zwarcowego krótkozwłocznego S



- ① Strefa selektywności dynamicznej
- ② Charakterystyka wyzwalania
- ③ Charakterystyka czasowo-prądowa

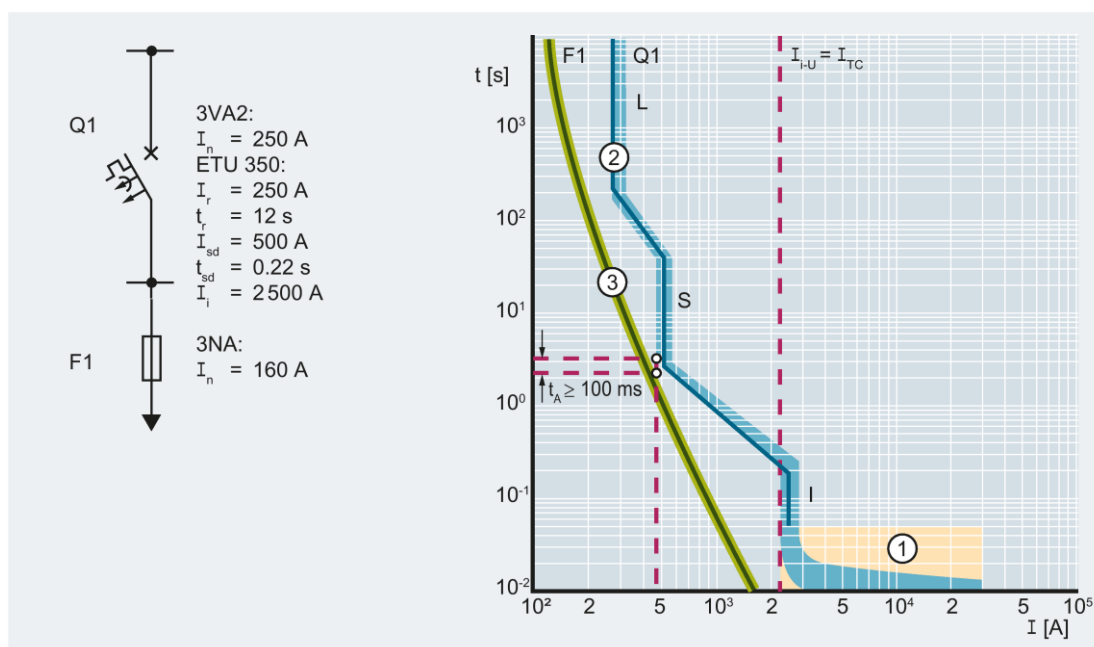
Wykres pokazuje, że przy prądach zwarcowych $I_k \geq 1000\text{ A}$ selektywność prądowa nie jest osiągnięta. Zamiast tego wyłącznik kompaktowy 3VA2 jest zaprojektowany w celu uzyskania selektywności dynamicznej. Graniczny prąd selektywności I_s jest ustalany zgodnie z tabelą selektywności (patrz www.siemens.pl/3VA). Całkowita selektywność jest osiągnięta przez wyłączniki, które nie posiadają krótkozwłocznego wyzwalacza zwarcowego S tylko w przypadkach, gdy prąd ograniczony I_D bezpiecznika LV HRC nie osiąga wartości dolnej tolerancji I_{sd-u} czasu opóźnienia wyzwalacza L.

Pełna selektywność może być osiągnięta tylko z bezpiecznikiem o bardzo niskim prądzie znamionowym w stosunku do prądu znamionowego wyłącznika. W przeciwnym razie należy przestrzegać odpowiednich zasad selektywności dynamicznej. (Patrz rozdział "Selektywność dynamiczna (Strona 39)")

Wykres przedstawiający charakterystyki czasowo-prądowe bezpieczników do obliczania selektywności dotyczy tylko czasów wyzwalania powyżej 100 ms. Dla krótszych czasów wyzwalania niż 100 ms, muszą być stosowane wartości I^2t określone w DIN VDE 0636-2, Tabela 113 "Prądy testowe i granice I^2t do badania selektywności". Dla czasów działania bezpieczników $< 100\text{ ms}$ należy wziąć pod uwagę czasy przedłukowe i łukowe. Dla czasów działania bezpieczników $> 100\text{ ms}$ można stosować zwykłą charakterystykę czasowo-prądową.

Wyłącznik z wyzwalaczem zwarcowym krótkozwłocznym S

W celu zapewnienia selektywnego przerwania zwarć przy zastosowaniu wyłączników z zabezpieczeniem zwarcowym krótkozwłocznym S, granica bezpieczeństwa pomiędzy wartością dolnej tolerancji t_{sd-u} czasu opóźnienia wyzwalacza S i górnym pasmem tolerancji t_{s-o} charakterystyki czasowo-prądowej musi wynosić przynajmniej 100 ms.



- ① Strefa selektywności dynamicznej
- ② Charakterystyka wyzwalania
- ③ Charakterystyka czasowo-prądowa

Więcej informacji

Charakterystyki bezpieczników Siemens 3NA LV HRC znajdują się w instrukcji: "Fuse Systems" Configuration Manual - dostępny na stronie www.siemens.pl/sentron, lub pod nr dokumentu 3ZW1012-3NW10-0AB1. Te krzywe są również dostępne w oprogramowaniu Simaris Curves do pobrania ze strony www.siemens.pl/simaris

4.2 Bezpiecznik i końcowy wyłącznik kompaktowy

Wskazówka

Zakresy tolerancji dla bezpieczników

Rozważając charakterystyki selektywności dla kombinacji wyłącznik – bezpiecznik należy wziąć pod uwagę dopuszczalny zakres tolerancji $\pm 10\%$ do charakterystyk czasowo-prądowych wyzwalania wyłączników.

Zakres tolerancji jest zmniejszony do $\pm 6\%$ w przypadku stosowania bezpieczników 3NA LV HRC firmy Siemens.

Przeciążenie

Wyłączniki z wyzwalaczami LI lub LSI zachowują się selektywnie przeciążeniowo w odniesieniu do bezpiecznika poprzedzającego LV HRC, jeśli zapewniony jest margines bezpieczeństwa t_A około 1 s pomiędzy dolnym pasmem tolerancji charakterystyki czasowo-prądowej i górną charakterystyką wyzwalania zabezpieczenia przeciążeniowego (wyzwalacza L).

Zwarcie

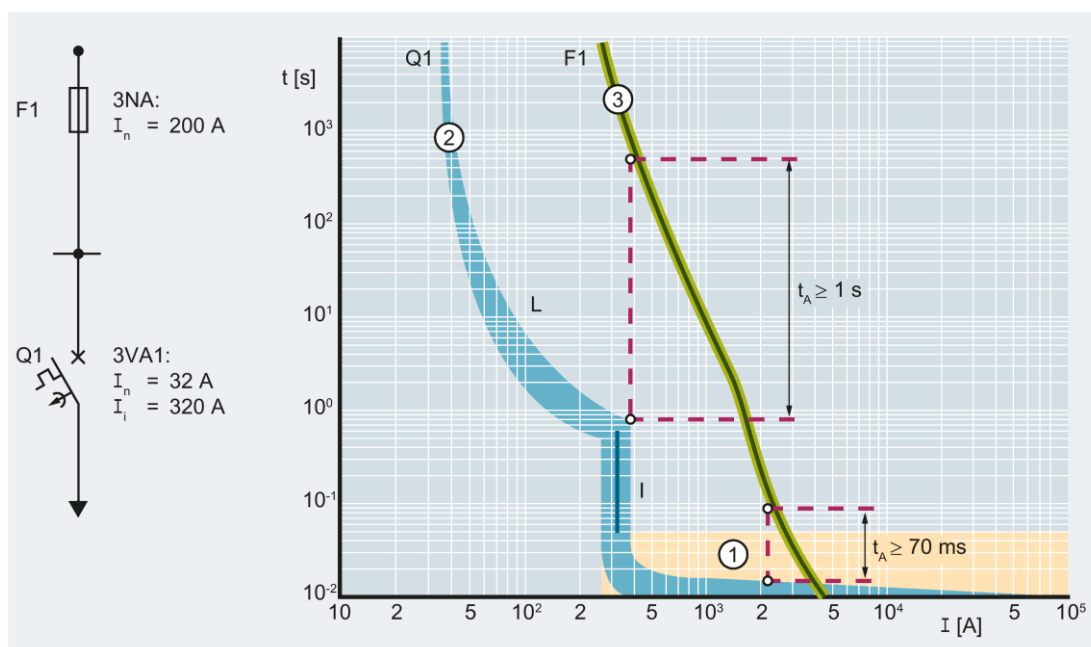
Należy wziąć pod uwagę fakt, że bezpiecznik się nagrzewa podczas czasu łukowego w przypadku zwarcia. W praktyce do zapewnienia pełnej selektywności wystarczy przedział czasu około 70 ms w strefie zwarcia. Alternatywnie maksymalne wartości energii przenoszonej wyłączników kompaktowych można porównać do minimalnej energii przedłukowej bezpiecznika.

Graniczny prąd selektywności I_s

Graniczny prąd selektywności I_s nie może być dokładnie przedstawiony graficznie na charakterystyce wyzwalania. Powodem tego jest nagrzewanie się bezpiecznika LV HRC przez prąd zwarciový podczas gaszenia łuku.

Przykład

Graniczny prąd selektywności dla selektywności pomiędzy wyłącznikiem i bezpiecznikiem LV HRC odpowiada w przybliżeniu wartości, przy której pomiędzy dolnym pasmem tolerancji charakterystyki czasowo-prądowej i górną wartością tolerancji czasu działania wyzwalacza zwarciový bezzwłocznego I, lub czasem opóźnienia wyzwalacza zwarciový krótkozwłocznego S utrzymany jest margines bezpieczeństwa t_A wynoszący nie mniej niż około 70 ms.



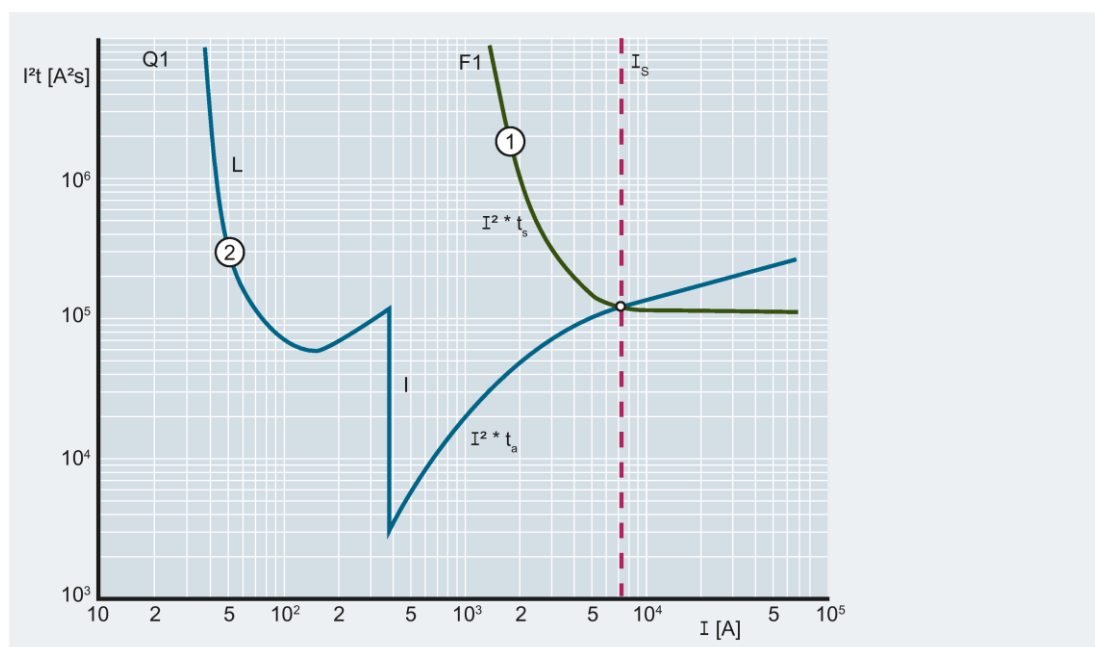
- ① Strefa selektywności dynamicznej
- ② Charakterystyka wyzwalania
- ③ Charakterystyka czasowo-prądowa

Powyższy wykres pokazuje, że graniczny prąd selektywności (I_s) wynosi około 2200 A.

Zgodnie z tabelą selektywności, granica selektywności (I_s) to 7.9 kA (patrz www.siemens.pl/3VA)

Bezpieczniej natomiast jest korzystać z wykresu I^2t , w większości przypadków również wyższe wartości granicy selektywności (I_s).

Na wykresie porównana jest maksymalna wartość energii przenoszonej I^2t_a wyłącznika ② z minimalną całką przedłukową I^2t_s bezpiecznika ①. Ponieważ diagram porównuje tylko skrajne wartości, tolerancje nie zostały uwzględnione.



- ① Energia przedłukowa bezpiecznika
- ② Energia przenoszona przez wyłącznik

Z wykresu I^2t można odczytać znacznie bardziej precyzyjnie graniczny prąd selektywności (I_s). W powyższym przykładzie ta wartość wynosi około 7300 A.

Więcej informacji

Wykresy I^2t bezpieczników Siemens 3NA LV HRC znajdują się w instrukcji: "Fuse Systems" Configuration Manual - dostępny na stronie www.siemens.pl/sentron, lub pod nr dokumentu 3ZW1012-3NW10-0AB1.

Te krzywe są również dostępne w oprogramowaniu Simaris Curves do pobrania ze strony www.siemens.pl/simaris

4.3 Bezpiecznik i dolny wyłącznik nadmiarowoprądowy

Zachowanie bezpiecznika w stosunku do dolnego wyłącznika nadmiarowoprądowego odpowiada zachowaniu bezpiecznika w stosunku do dolnego wyłącznika kompaktowego ze stałym wyzwalaczem termomagnetycznym TM bez regulacji przy niskich prądach zwarciovych.

4.4 Bezpiecznik i dolny bezpiecznik

W instalacjach elektrycznych prądy zasilające są zwykle różne od prądów wyjściowych. Z tego powodu są one chronione m.in. przez bezpieczniki o różnych prądach znamionowych. W przypadku zwarcia przez oba bezpieczniki przepływa taki sam prąd zwarciovych I_k .

Jeśli wartość całki Joule'a przedłukowej bezpiecznika poprzedzającego jest wyższa od całki Joule'a I^2t_a przy wyłączaniu bezpiecznika dolnego, to pełna selektywność jest zapewniona.

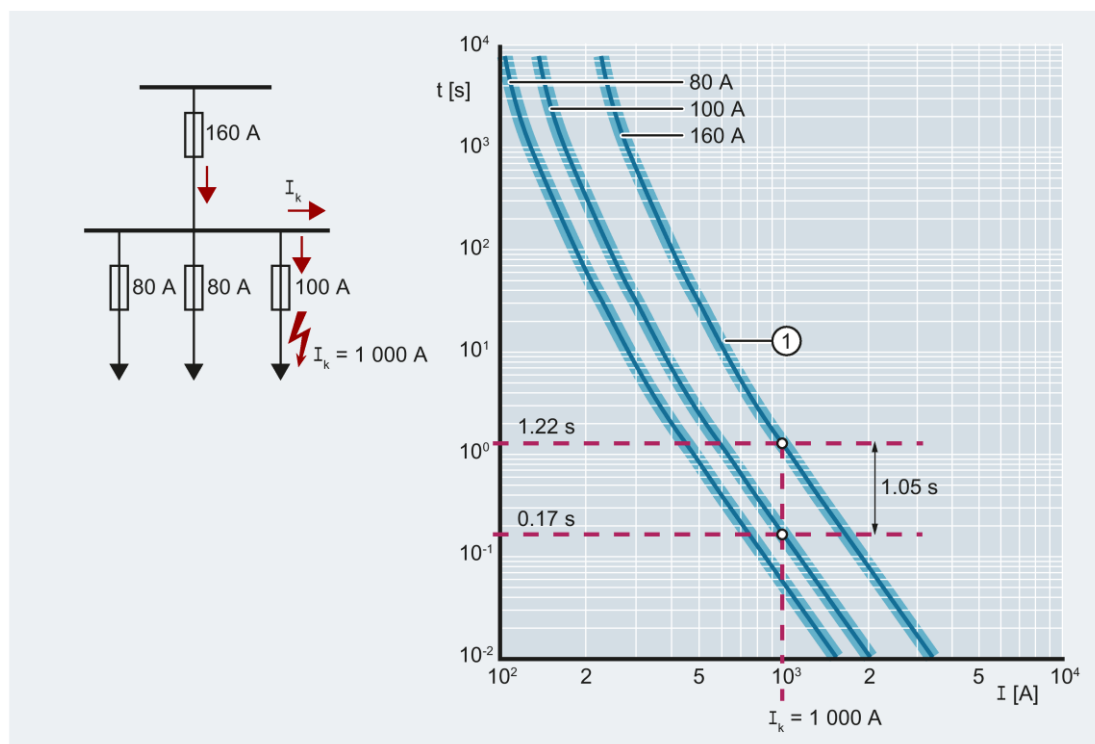
Aby spełnić ten warunek, prądy znamionowe bezpieczników LV HRC połączonych szeregowo muszą się różnić o współczynnik 1,6 lub więcej. Stosunek ten wynika z zakresów tolerancji charakterystyk $\pm 10\%$ określonych w normie IEC 60269-1 dla bezpieczników niskiego napięcia oraz wartości przedłukowych i wyłączeniowych całki Joule'a I^2t , które są określone w tym standardzie.

Wskazówka

Bezpieczniki Siemens

Bezpieczniki firmy Siemens charakteryzują się pasmem tolerancji rzędu zaledwie $\pm 6\%$, co jest pozytywną, korzystną cechą w odniesieniu do selektywności. W zastosowaniach 400 V bezpieczniki te są selektywne nawet w stosunku prądów znamionowych 1:1.25.

Przykład



① Zakres tolerancji charakterystyki

Rys. 4-1 Wykres czasowo-prądowy dla charakterystyk wyzwalania bezpieczników LV HRC

Charakterystyki i ich zakresy tolerancji się nie stykają. Uzyskano pełną selektywność.

Ponieważ prądy znamionowe dwóch bezpieczników w tym przykładzie są rozłożone w stosunku $100:160 = 1:1.6$, nawet bez analizy diagramu czasowo-prądowego można przyjąć, że sieć jest w pełni selektywna.

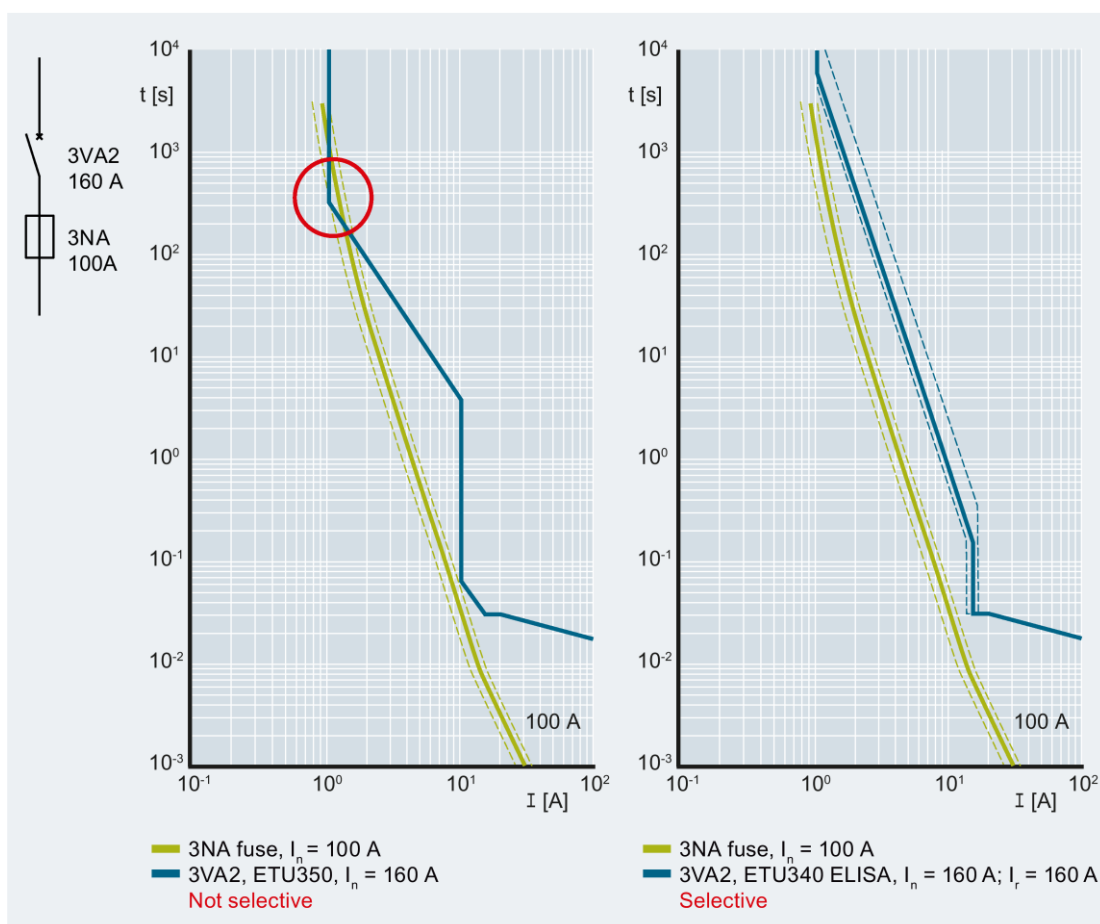
Wyłącznik kompaktowe 3VA2 z ELISA

Wyłącznik kompaktowy 3VA2 z wyzwalaczem elektronicznym (ETU) 340 ELISA został zaprojektowany specjalnie do celu realizacji selektywności z bezpiecznikami LV HRC.

Zgodnie z opisem w poprzednich rozdziałach, aby uzyskać selektywność pomiędzy bezpiecznikiem LV HRC i wyłącznikiem kompaktowym konieczne jest spełnienie wielu warunków, ponieważ krzywe charakterystyk obu tych urządzeń są różne.

Siemens zdołał stworzyć charakterystykę wyzwalania dla ETU 340 wyłącznika kompaktowego 3VA2 o podobnej krzywej do tej bezpieczników LV HRC w całej strefie przecięcia. Możliwa stała się zatem minimalizacja marginesu między prądem znamionowym bezpiecznika i prądem znamionowym I_{rated} wyłącznika kompaktowego do momentu zachowania selektywności.

Poprzednie szacowania selektywności wskazywały, że przy instalacji bezpiecznika dolnego LV HRC 100 A konieczny był wyłącznik kompaktowy z prądem znamionowym I_{rated} przynajmniej 250 A.



Dzięki funkcji ETU340 ELISA wyłącznika kompaktowego 3VA2, przykładowo można uzyskać pełną selektywność pomiędzy poprzedzającym wyłącznikiem kompaktowym 3VA2 z prądem znamionowym I_{rated} zaledwie 160 A i bezpiecznikiem LV HRC 100 A. Ta korzystna właściwość pozwala użytkownikom wybierać tańsze wyłączniki i upraszcza konfigurację dodatkowych stopni w sieciach niskiego napięcia.

Selektywność z równoległymi źródłami zasilania

Selektywność z równoległymi źródłami zasilania można zrealizować w kilku różnych przypadkach. W niniejszym rozdziale przedstawione są następujące scenariusze:

- Selektywność z dwoma identycznymi źródłami zasilania
- Selektywność z trzema identycznymi źródłami zasilania
- Selektywność z źródłami zasilania połączonymi równolegle poprzez łączniki magistrali

Całkowity prąd zwarciový i zakres skali

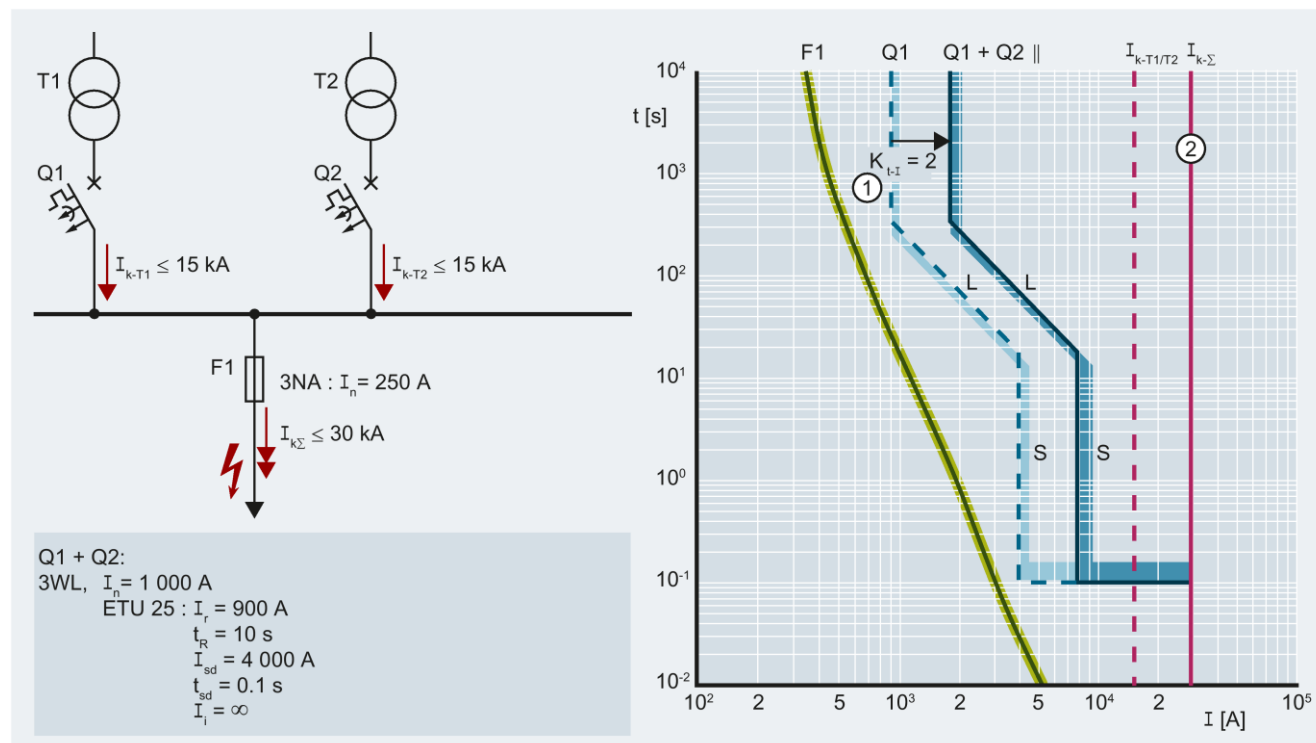
Przy połączeniu kilku transformatorów na wspólnej szynie zbiorczej:

Częściowe prądy zwarciový I_{K-Ti} źródeł zasilania są sumowane tworząc całkowity prąd zwarciový $I_{k\Sigma}$ uszkodzonego odpływu.

Całkowity prąd zwarciový $I_{k\Sigma}$ jest podstawą zakresu skali na wykresie stopniowania. Zaletą są bardziej korzystne warunki selektywności dla wszystkich urządzeń zabezpieczających pod wyłącznikiem na zasilaniu. Odnosi się to do wszystkich typów awarii.

5.1 Selektowność z dwoma identycznymi źródłami zasilania

Poniższy rysunek przedstawia przykład rozkładu prądów zwarciovych w uszkodzonym odpiływie, zasilanym przez dwa równolegle połączone transformatory tej samej mocy.



- ① Współczynnik przesunięcia charakterystyki
② Całkowity prąd zwarciový

Rys. 5-1 Selektowność z dwoma równolegle połączonymi transformatorem tej samej mocy

Całkowity prąd zwarciový $I_{k\Sigma}$ będący sumą częściowych prądów zwarciovych I_{k-T1} i I_{k-T2} przepływa przez bezpiecznik F1.

5.1.1 Symetryczny rozdział prądu zwarciovego

Symetryczny rozdział prądu zwarciovego występuje wtedy, gdy spełnione są następujące warunki:

- Odpiływ umieszczony jest dokładnie po środku.
- Prądy obciążenia w pozostałych odgałęzieniach są pomijane.

W tym idealnym przypadku całkowity prąd zwarciový jest równomiernie rozdzielony pomiędzy oba źródła zasilania.

W rezultacie charakterystyka wyzwalania wyłączników Q1 i Q2 może być przesunięta w prawą stronę w zakresie prądu o współczynnik $K_{t-I} = 2$ do $I_{k\Sigma}$.

Przesuwając charakterystykę wyzwalania w prawo, możliwa staje się realizacja selektywności czasowej i zwiększenie jakości selektywności prądowej.

5.1.2 Asymetryczny rozpływ prądu zwarciovego

Jeśli źródła zasilania i odpływy nie są rozmieszczone symetrycznie na szynie, to wystąpią różnice w rozdziale prądu zwarciovego.

W zależności od stosunku impedancji transformatorów i źródeł zasilania, współczynnik przesunięcia charakterystyki K_{t-l} można obliczyć ze wzoru:

$$K_{t-l} = \frac{I_{k\Sigma}}{I_{k-T_i}}$$

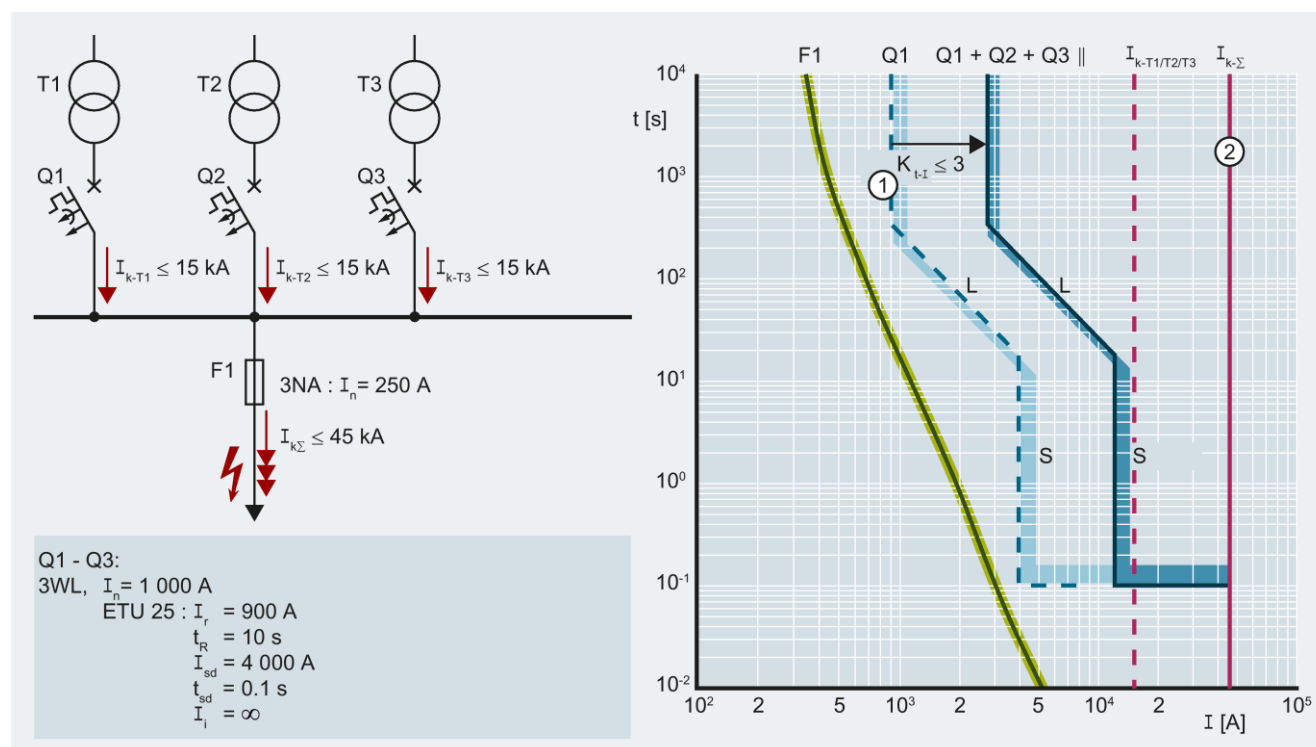
$I_{k\Sigma}$ Całkowity prąd zwarciovym,

I_{k-T_i} Częściowy prąd zwarciovym i proporcjonalny do $I_{k\Sigma}$ przez wyłącznik na transformatorze

5.2 Selektwność z trzema równoległymi, identycznymi źródłami

5.2.1 Zwarcie poniżej zabezpieczenia odpływowego w strefie chronionej

Poniższy rysunek przedstawia zwarcia w linii zabezpieczonej F1 zasilanej trzema równoległymi podłączonymi transformatorami. Skuteczna selektywność może być osiągnięta, ponieważ współczynnik przesunięcia charakterystyki dla wyłączników zasilających Q1, Q2 i Q3 znajduje się między $2 < K_{t-I} \leq 3$.



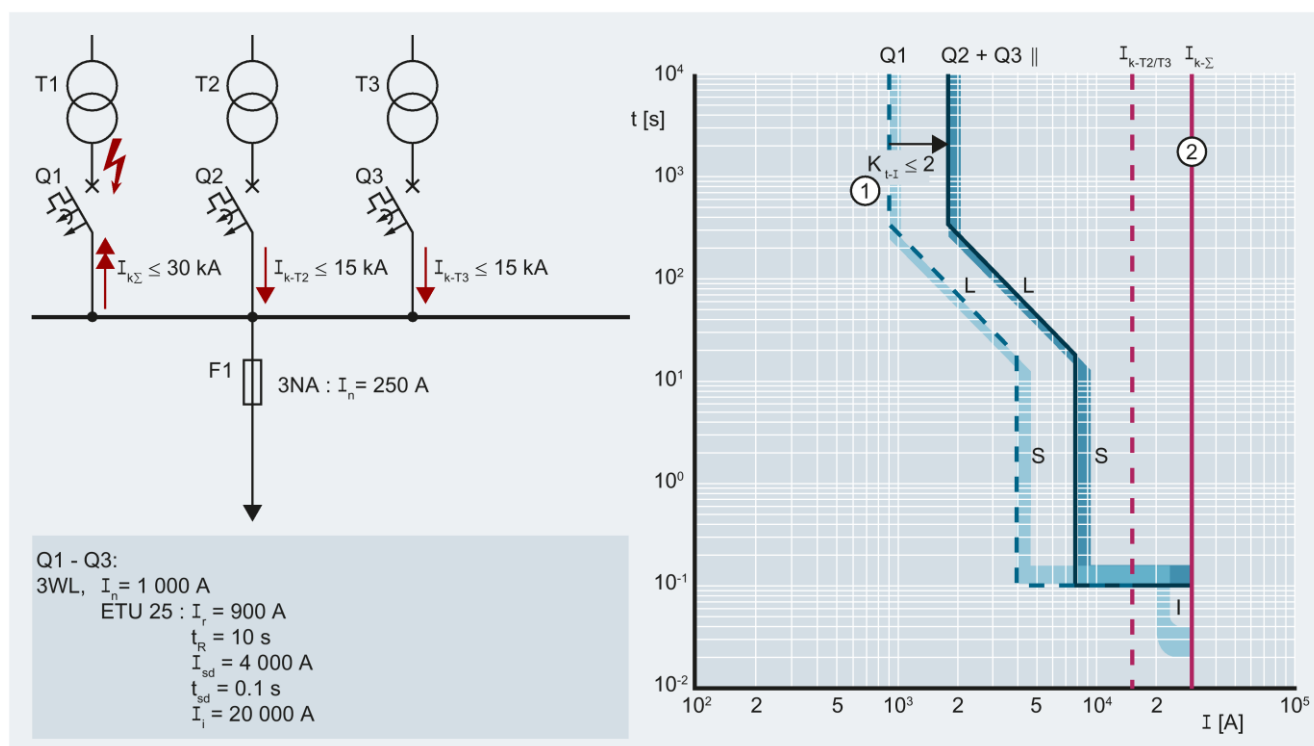
- ① Przesunięcie charakterystyki o współczynnik K_{t-I}
- ② Całkowity prąd zwarcia

5.2.2 Zwarcie na zaciskach transformatora i wyłącznika wejściowego

Symetryczny rozływ prądu zwarciego

Wyzwalacz zwarciový bezzwłoczny (I) musi być ustawiony w taki sposób, aby jego wartość była większa niż częściowe prądy zwarciové I_{k-Ti} transformatora. Oznacza to, że tylko ten wyłącznik, przed którym doszło do zwarcia powinien wyłączyć prąd będący sumą poszczególnych prądów pozostałych transformatorów k_{Σ} przez zadziałanie członu zwarciový bezzwłoczny (I). Pozostałe wyłączniki dzięki nastawie zwłocznej zwarciový (S) nie wyłączają i pozostają w stanie załączonym. Do tego stosuje się nastawę czasową t_{sd} oraz prąd I_{sd} wyzwalacza nadprądowego.

$K_{t-I} = 30 \text{ kA} / 15 \text{ kA} = 2$ jest idealnym współczynnikiem rozplywu prądów dla dwóch transformatorów zabezpieczonych wyłącznikami Q2 oraz Q3.

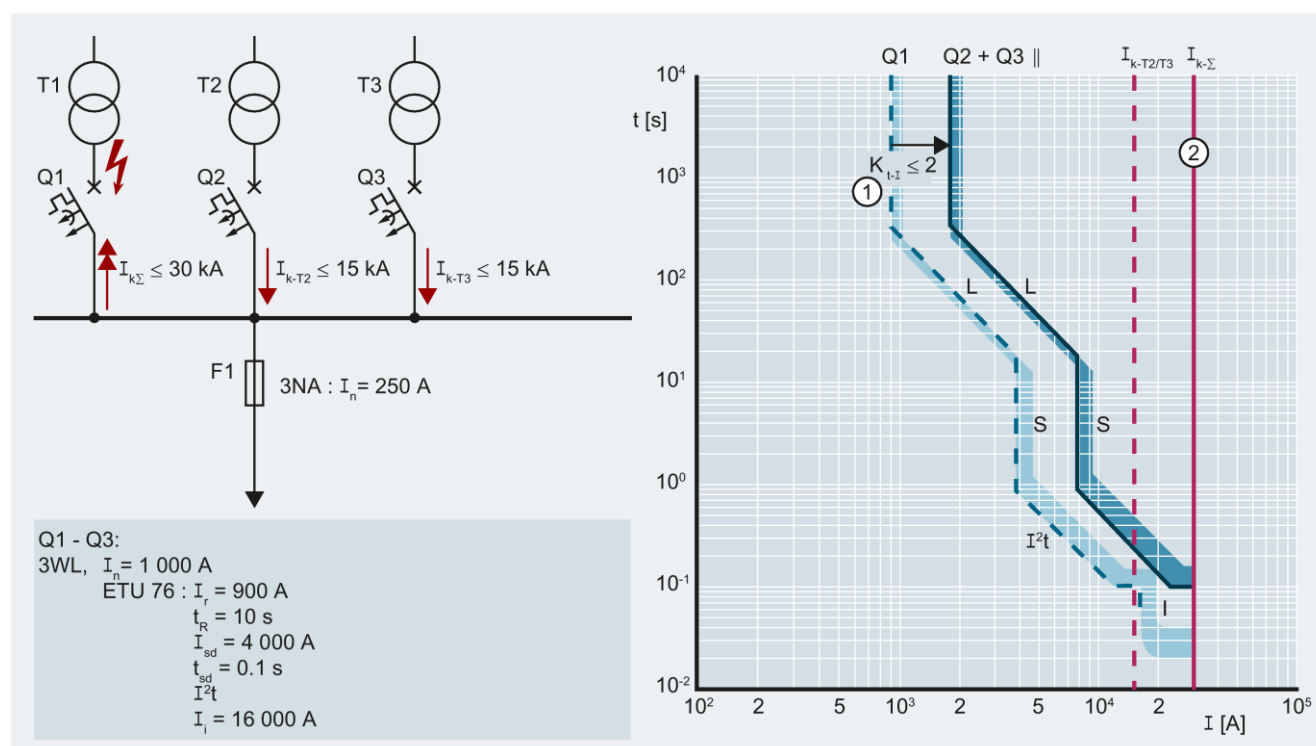


- ① Przesunięcie charakterystyki o współczynnik K_{t-I}
- ② Całkowity prąd zwarcia

Asymetryczny rozpływ prądu zwarciovego

Asymetryczny rozpływ prądów zwarciovych występuje w układach wielu zasilaczy i wynika z różnic impedancji zwarciovych między nimi. Jeśli tłumienie zwarcia przez impedancję pętli zwarcia będzie duże, całkowity prąd zwarciovym $I_{k\Sigma}$ może nie być wystarczający do zadziałania wyzwalacza zwarciovego bezzwłocznego wyłącznika zabezpieczającego transformator, na zaciskach którego doszło do zwarcia. W rezultacie pozostałe zasilacze zachowują się nieselektywnie.

By zapobiec niesektywnemu działaniu wyłączników podczas działania prądu zwarciovego z dużym wahaniami impedancji zwarciovych, należy stosować wyłączniki z wyzwalaczem krótkozwłocznym S z charakterystyką wyzwalania zależną od I^2t . Poniższy schemat ideowy przedstawia taki sposób działania.



- ① Przesunięcie charakterystyki o współczynnik K_{t-i}
- ② Całkowity prąd zwarcia

Rysunek 5-2 Selektywność wyłączników 3 równolegle połączonych transformatorów z tym samym odpływem (zwarcie na zaciskach wtórnych transformatora, odstęp charakterystyk zależy od obszaru I^2t)

Zastosowanie wyzwalacza zwarciovego zwłocznego S członem zależnym I^2t pozwala na znacznie lepszą selektywność prądowo-czasową, ponieważ w obszarze krótkozwłocznym nie ma kontaktu między charakterystyką wyzwalania dwóch wyłączników Q2 i Q3 a charakterystyką zwarciovą bezzwłoczną wyłącznika Q1.

5.3 Selektowność z wyłącznikiem sprzęgłowym

Jeżeli w sprzęgle międzysekcyjnym zainstalowane są wyłączniki z wyzwaczami zwarciovymi, można osiągnąć:

- Szybsze odłączenie sekcji, w której na szynach mogło dojść do zwarcia
- Ograniczenie usterki do odpowiedniej sekcji szyn zbiorczych
- Odciążenie zasilaczy od skutków działania wysokich całkowitych prądów zwarciovych.

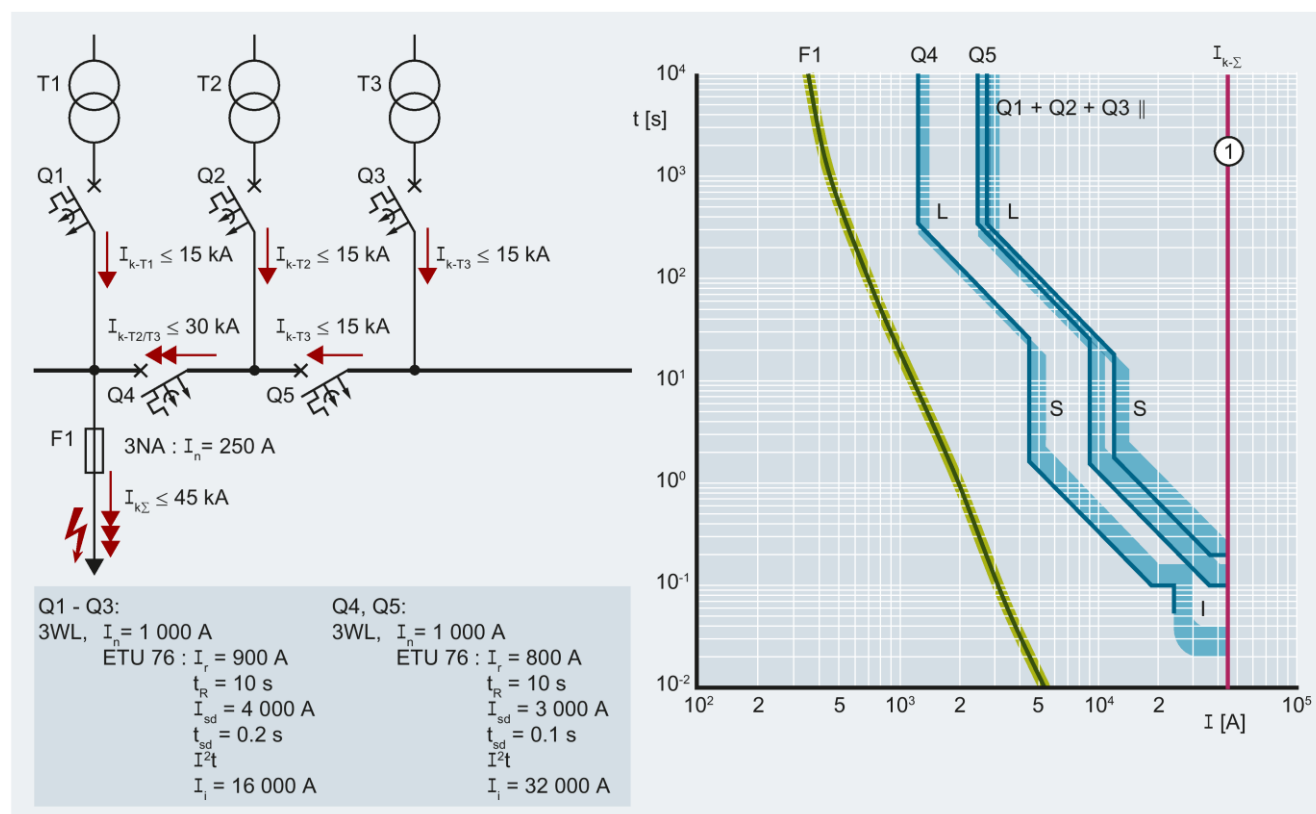
Dwa równoległe źródła ze sprzęgłem

Przy dwóch równoległych zasilaczach tylko częściowy prąd zwarciovowy jednego transformatora przepływa przez łącznik magistrali. Selektowność między zasilaczem a sprzęgłem może być zatem osiągnięta tylko przez odpowiednie stopniowanie czasowe.

Trzy równoległe źródła ze sprzęgłem

W konfiguracjach z trzema równoległymi zasilaczami lub więcej, prądy zwarciovowe przepływające przez szyny główne są zależne od lokalizacji zwarcia (ustępka w zewnętrznej lub środkowej części szyny zbiorczej).

Poniższe charakterystyki pokazują reakcję wyłączników transformatorowych i łączników magistrali w reakcji na zwarcie w linii odpływowej, w zewnętrznych i środkowych częściach szyny zbiorczej:



① Całkowity prąd zwarcioowy

Rysunek 5-3 Selektywność zabezpieczeń w przypadku zwarcia w linii odpywowej umieszczonej skrajnie po lewej stronie

Współczynnik przesunięcia charakterystyki wyzwalania K_{t-I} przyjmuje się następująco:

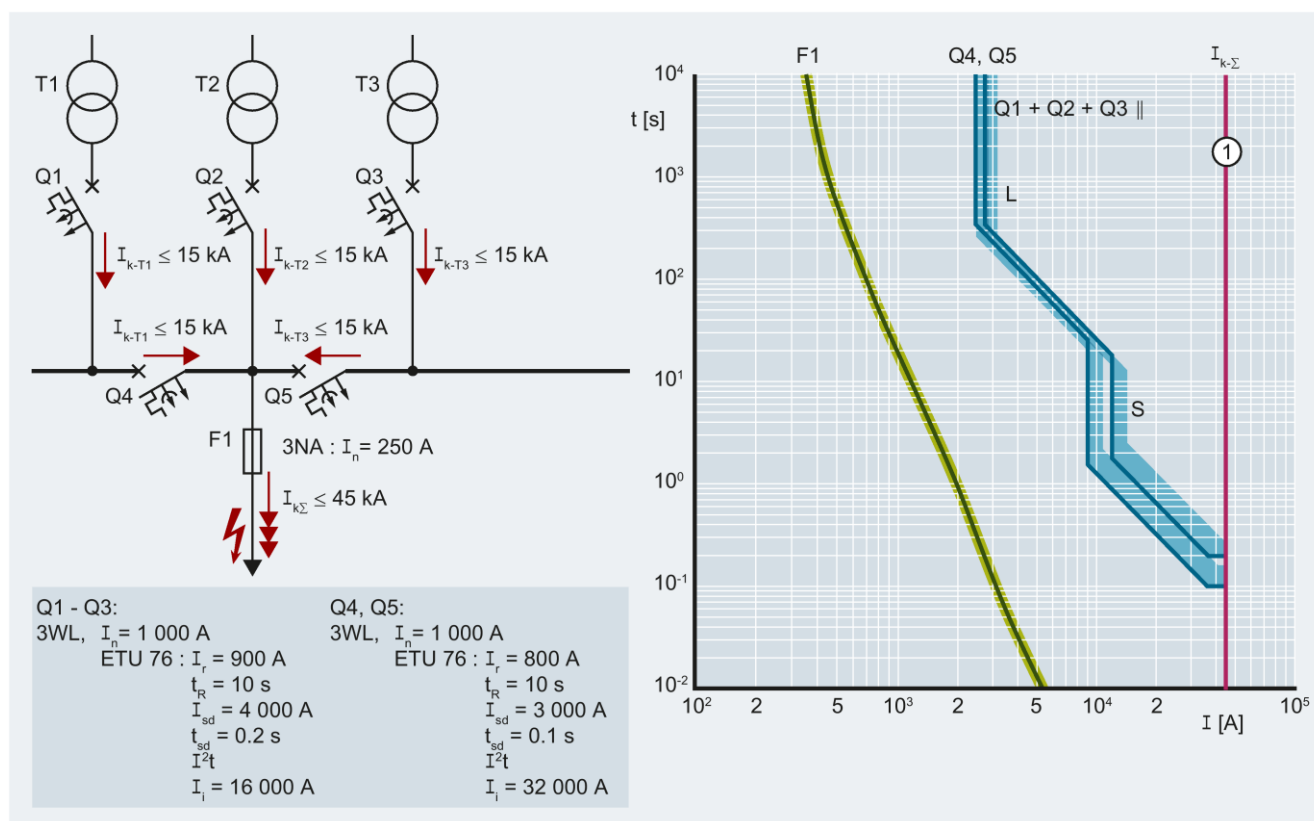
Przy założeniu całkowitego prądu zwarcioowego 45 kA oraz częściowych prądów zwarcioowych przepływających przez wyłączniki Q1 - Q3, Q5 = 15 kA, współczynnik przesunięcia wynosi $K_{t-I} = 3$

Współczynnik przesunięcia dla łącznika sekcji Q4 wynosi $K_{t-I} = 1,5$, ponieważ częściowy prąd przepływający przez łącznik wynosi 30 kA, w stosunku do 45 kA prądu całkowitego przepływającego przez F1.

Charakterystyki wyzwalania wyzwalaczy bezzwłocznych zwarcioowych wyłączników Q1 - Q3, Q5 znajdują się daleko na prawo od całkowitego prądu zwarcioowego i w tym przypadku dla uproszczenia wykresu nie zostały umieszczone.

Działanie zabezpieczeń

Bezpiecznik F1 wyzwoli selektywnie, wyłączniki Q1 - Q5 pozostają załączone bez reakcji.



① Całkowity prąd zwarcioowy

Rysunek 5-4 Selektywność zabezpieczeń w przypadku zwarcia w linii odpływowej umieszczonej centralnie

Współczynnik przesunięcia charakterystyki wyzwalania K_{t-I} przyjmuje się następująco:

Przy założeniu całkowitego prądu zwarcioowego 45 kA oraz częściowych prądów zwarcioowych przepływających przez wyłączniki $Q1 - Q5 = 15 \text{ kA}$

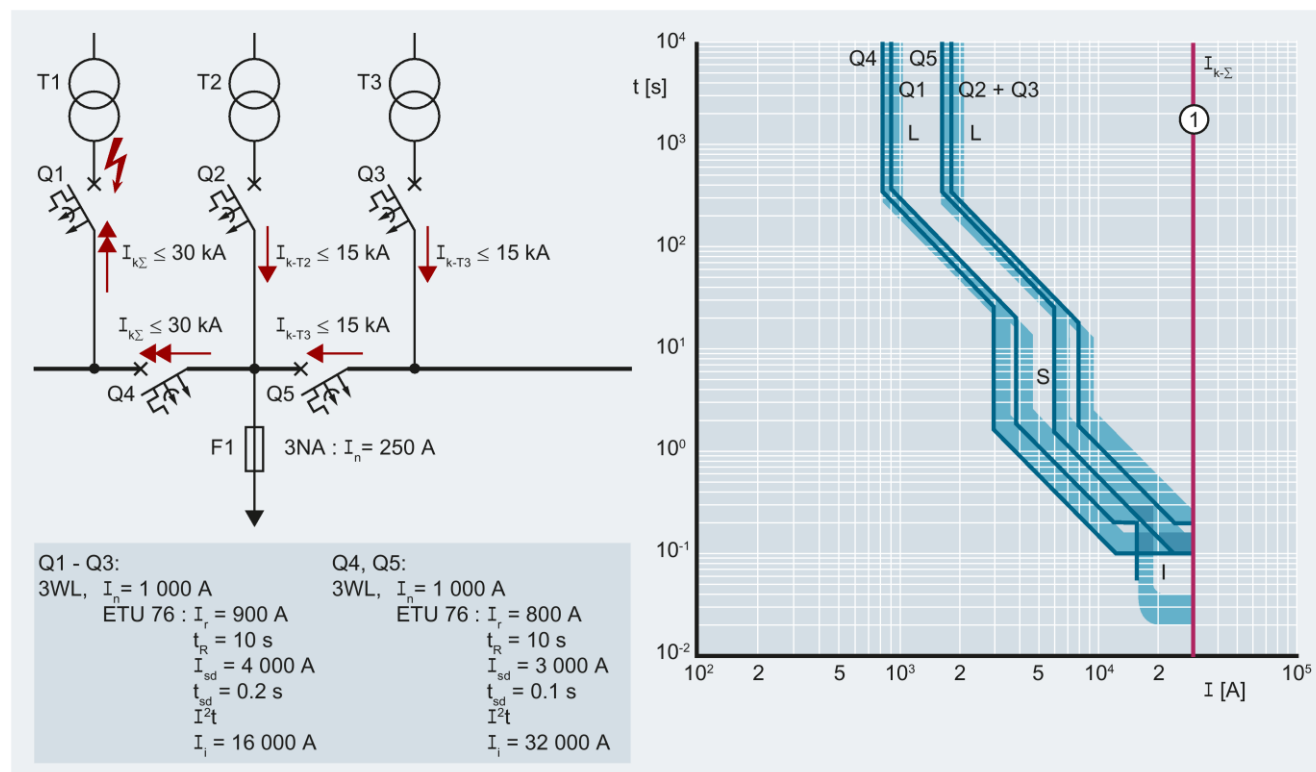
, współczynnik przesunięcia wynosi $K_{t-I} = 3$

Charakterystyki wyzwalania wyzwalaczy bezzwłocnych zwarcioowych wyłączników $Q1 - Q5$, znajdują się daleko na prawo od całkowitego prądu zwarcioowego i w tym przypadku dla uproszczenia wykresu nie zostały umieszczone.

Działanie zabezpieczeń

Bezpiecznik $F1$ wyzwoli selektywnie, wyłączniki $Q1 - Q5$ pozostają załączone bez reakcji.

Poniższe charakterystyki pokazują reakcję wyłączników transformatorowych i łączników magistrali w reakcji na zwarcie w linii zasilającej, w zewnętrznych i środkowych częściach szyny zbiorczej:



① Całkowity prąd zwarciovy

Rysunek 5-5 Selektywność zabezpieczeń w przypadku zwarcia w linii zasilającej umieszczonej skrajnie

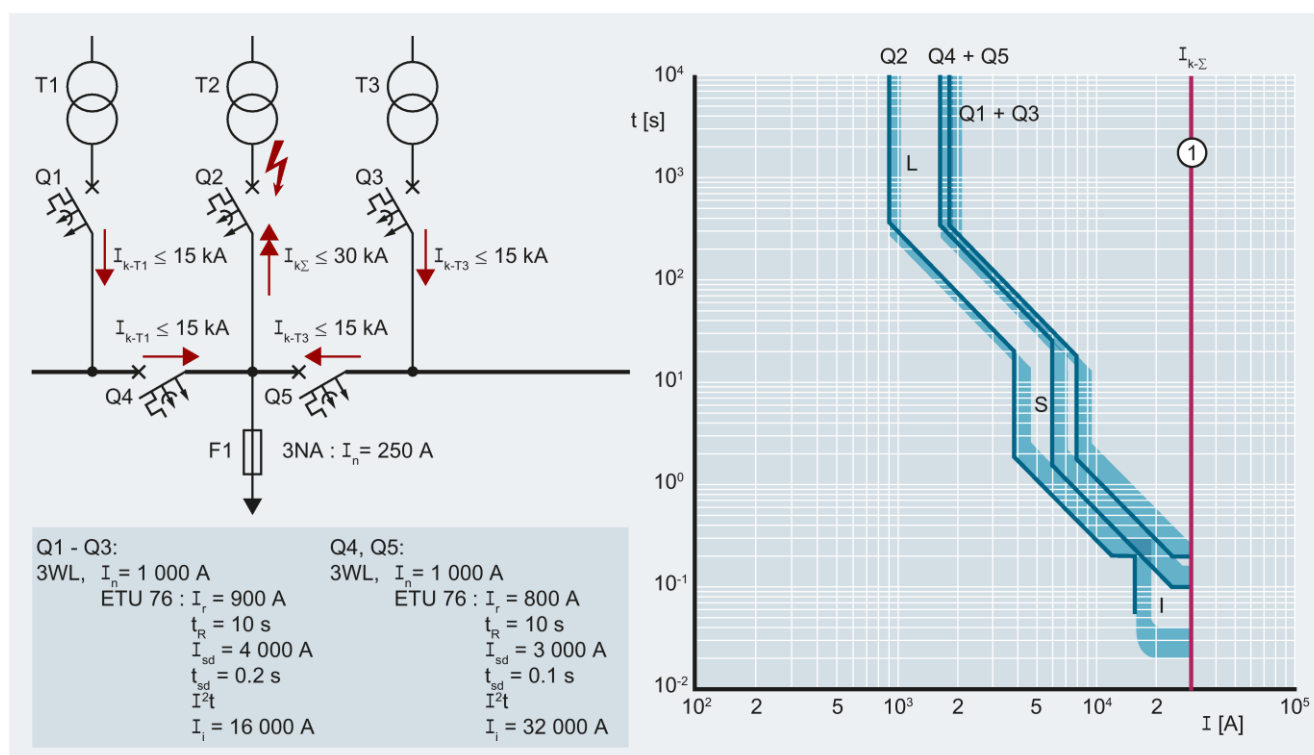
Współczynnik przesunięcia charakterystyki wyzwalania K_{t-l} przyjmuje się następująco:
Przy założeniu całkowitego prądu zwarciovy 30 kA oraz częściowych prądów zwarciovych przepływających przez wyłączniki Q2, Q3 oraz Q5 = 15 kA, współczynnik przesunięcia wynosi $K_{t-l} = 2$

Współczynnik przesunięcia dla łącznika sekcji Q4 i zasilacza Q1 wynosi $K_{t-l} = 1$, ponieważ częściowe prądy przepływające przez łączniki wynoszą razem 30 kA, w stosunku do 30 kA prądu całkowitego.

Charakterystyki wyzwalania wyłączaczy bezzwłocznych zwarciovych wyłączników Q2, Q3, Q5 znajdują się daleko na prawo od całkowitego prądu zwarciovy i w tym przypadku dla uproszczenia wykresu nie zostały umieszczone.

Działanie zabezpieczeń

Wyłącznik Q1 wyzwoi natychmiast, wyłączniki Q2 - Q5 pozostają załączone bez reakcji.



① Całkowity prąd zwarciov

Rysunek 5-6 Selektowność zabezpieczeń w przypadku zwarcia w linii zasilającej umieszczonej centralnie

Współczynnik przesunięcia charakterystyki wyzwalania K_{t-I} przyjmuje się następująco: Przy założeniu całkowitego prądu zwarciov 30 kA oraz częściowych prądów zwarciov przepływających przez wyłączniki Q1, Q4, Q3 oraz Q5 = 15 kA, współczynnik przesunięcia wynosi $K_{t-I} = 2$

Współczynnik przesunięcia dla zasilacza Q2 wynosi $K_{t-I} = 1$, ponieważ częściowe prądy przepływające przez łączniki wynoszą razem 30 kA, w stosunku do 30 kA prądu całkowitego.

Charakterystyki wyzwalania wyłączaczy bezzwłocznych zwarciov wyłączników Q1, Q3, Q4, Q5 znajdują się daleko na prawo od całkowitego prądu zwarciov i w tym przypadku dla uproszczenia wykresu nie zostały umieszczone.

Działanie zabezpieczeń

Wyłącznik Q2 wyzwoi natychmiast, wyłączniki Q1, Q3 - Q5 pozostają załączone bez reakcji.

Transformator i łączniki sprzęgłowe w konfiguracji z wieloma odpływowymi są zwykle połączone szeregowo z wieloma innymi zabezpieczeniami nadprądowymi. W stosowanie stopniowania czasowego może być niewystarczającym rozwiązaniem do selektywnego działania wyłączników szczególnie w przypadku zwarć bliskich.

Stosowanie selektowności logicznej również nie zawsze może być zastosowane ze względu na budżetowy charakter inwestycji. Alternatywą w takim wypadku może być rezygnacja z członów zwarciov krótkozwłocznych (S) w wyłącznikach transformatorowych i sprzęgłowych.

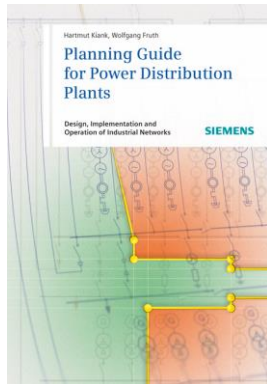
Oprócz ustawiania identycznych czasów krótkozwłocznych t_{sd} , powszechną praktyką jest całkowite wyeliminowanie zabezpieczeń nadprądowych w wyłącznikach sprzęgłowych. W

tym przypadku selektywność uzyskuje się w zakresie 12 kA i 100 ms - 200 ms, przy uwzględnieniu tolerancji + 10% dla charakterystyk wyłączników.

5.4 Źródła

Hartmut Kiank, Wolfgang Fruth: Planning Guide for Power Distribution Plants,
Publicis Publishing ISBN 978-3-89578-359-3

Dostępne w *Publicis Publishing*, www.publicis.de/books

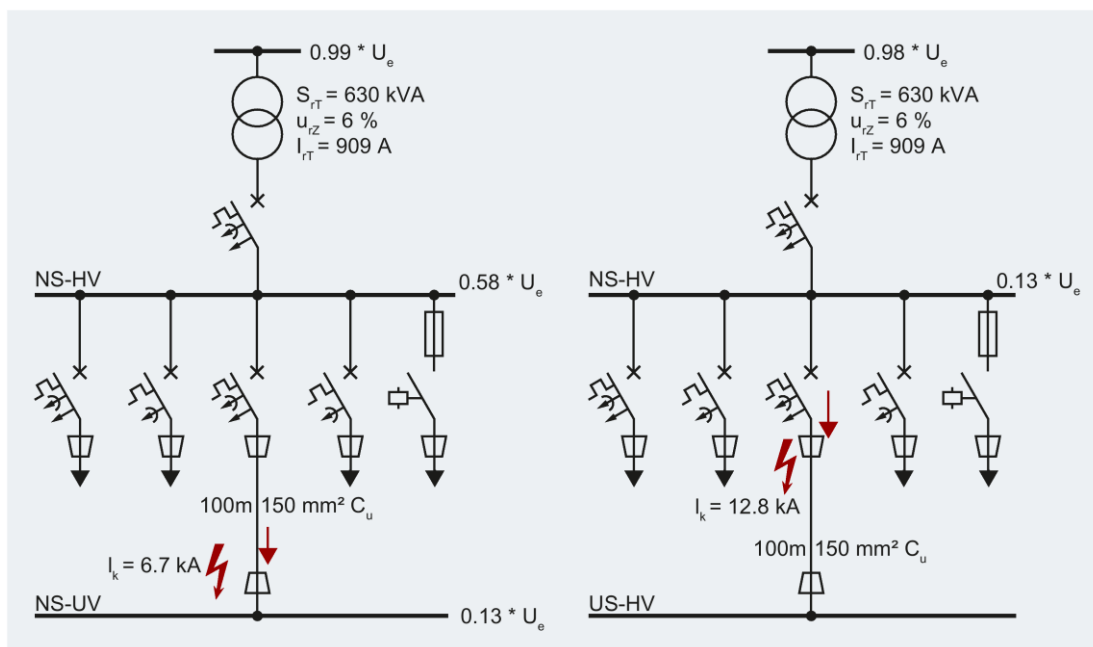


Selektywność i ochrona przed zanikiem napięcia

W przypadku zwarcia napięcie linii w miejscu zwarcia spada o wartość wynikającą z impedancji zwarcia. Jeśli zwarcie jest metaliczne, napięcie w miejscu zwarcia spada nawet do praktycznie zerowego.

Zwarcia normalnie generują łuki o szczytowym napięciu łuku U_{LB} w zakresie $30 \text{ V} \leq U_{LB} \leq 70 \text{ V}$. Napięcie szczytkowe, które utrzymuje się po zwarcu, wzrasta w kierunku przeciwnym do przepływu prądu proporcjonalnie do impedancji między punktem zwarcia a źródłem zasilania.

Z poniższego schematu widać, że napięcie resztkowe na głównej rozdzielnicy niskonapięciowej (LV-MDB) jest wyższe, jeśli zwarcie jest daleko od wyłącznika odpływowego, niż w pobliżu tego wyłącznika. Jeśli przyjmimy, że napięcie szczytkowe wynosi $U_{Res} = 30 \text{ V}$ w miejscu uszkodzenia, wypadkowe warunki napięciowe są następujące:



Rysunek 6-1 Przykład warunków napięciowych po zwarcu w sieci niskiego napięcia
lewa: zwarcie daleko od wyłącznika odpływowego, po prawej: zwarcie w pobliżu z
wyłącznika odpływowego

Działanie wyłączników może być wymuszone przez wyzwacze zanikowe (podnapięciowe) zastosowane w wyłącznikach przez odpowiedni pomiar napięcia szczytkowego w węzłach sieci. (LV-MDB, LV-SDB).

Wyzwalacz podnapięciowy UVR można wykorzystać w ten sposób, że jeżeli znamionowe napięcie robocze U_e spadnie do napięcia szczytkowego $0,35 \times U_e \leq U_{Res} \leq 0,70 \times U_e$, a spadek napięcia utrzymuje się dłużej niż $t\Delta u = 20 \text{ ms}$ to obwód może zostać odłączony przez wyzwacz zanikowy. W tym przypadku nie jest możliwa selektywność.

Realizacja selektywności

Zakładając, że czas działania wyzwalacza zanikowego wynosi $t_{\Delta u} = 20$ ms, chwilowe zadziałanie zabezpieczenia nadprądowego musi być wykonane w $t_a \leq 20$ ms. Dotyczy to zarówno zwarc bliskich, jak i dalekich. To chwilowe zadziałanie zabezpieczające zapewnia selektywne odłączenie miejsca zwarcia od sieci zanim zadziałają wyzwalacze zanikowe. Jeżeli chwilowe wyłączenie w czasie $t_a \leq 20$ ms nie może zostać zrealizowane w wszystkich odpowiednich lokalizacjach wystąpienia zwarcia, należy wziąć od uwagę zastosowanie wyzwalaczy zanikowych z członem opóźniającym.

Styczniki

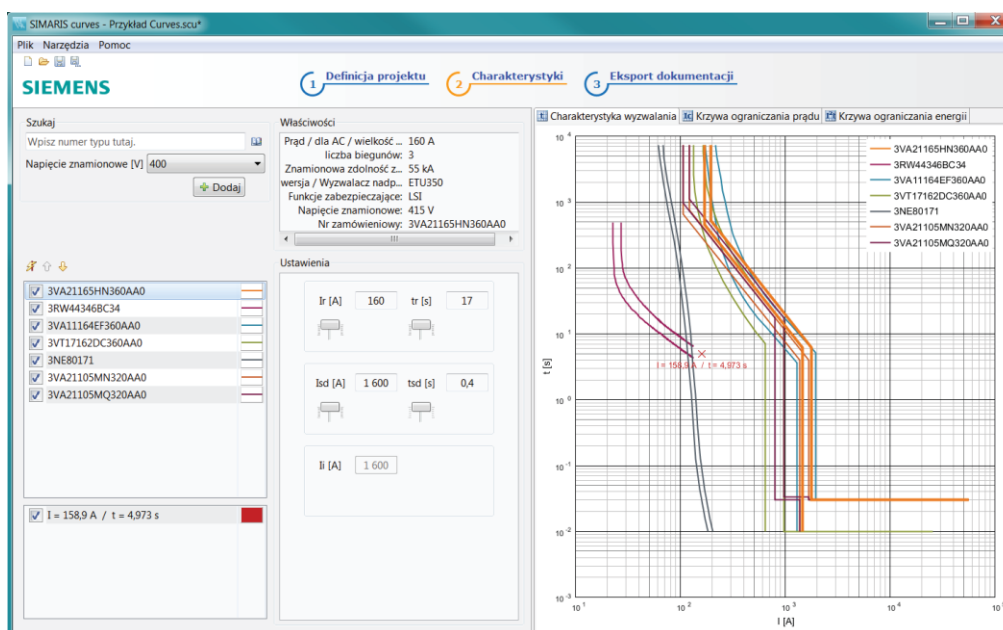
W przypadku, gdy napięcie spadnie w wyniku zwarcia, narażone są również takie elementy instalacji jak styczniki. Można się spodziewać, że styczniki rozłączą się, jeżeli napięcie zasilania sterowania spadnie poniżej 80% wartości znamionowej przez dłużej niż 5 - 30 ms.

Jeżeli chwilowe wyłączenie w czasie $t_a \leq 20$ ms nie może zostać zrealizowane w wszystkich odpowiednich lokalizacjach wystąpienia zwarcia, należy wziąć od uwagę zastosowanie układu podtrzymującego chwilowe działania stycznika po zaniku napięcia.

Tabele selektywności wyłączników 3VA

W celu ułatwienia i przyspieszenia wyboru odpowiednich urządzeń warto korzystać z odpowiednich tabeli selektywności oraz narzędzi projektowych SIMARIS design i curves.

Dzięki **SIMARIS curves** możesz łatwo i szybko porównać charakterystyki wyzwalania urządzeń zabezpieczających i bezpieczników niskiego napięcia firmy Siemens (IEC) bez konieczności zaprojektowania kompletnej sieci.



Lista skrótów

A.1 Lista skrótów

Przegląd

Tabela A- 1 Znaczenie skrótów z wymienionych w dokumencie

Skrót	Znaczenie
AC	Napięcie przemienne
AWG	American Wire Gauge: standardowy system przewodów stosowany w Ameryce Północnej
DC	Napięcie stałe
DIN	Deutsches Institut für Normierung e. V. (Normy niemieckie)
EN	Standard europejski
ETU	Electronic Trip Unit – wyzwalacz elektroniczny
I	Wyzwalacz zwarciový bezzwłoczny
IEC	International Electrotechnical Commission – komitet normalizacyjny IEC
L	Wyzwalacz przeciążeniowy
LI	Wyzwalacz nadprądowy wyłącznika przeciążeniowy (L) i zwarciový bezzwłoczny (I)
LSI	Wyzwalacz nadprądowy wyłącznika przeciążeniowy (L), zwarciový zwłoczny (S) i zwarciový bezzwłoczny (I)
MTU	Magnetyczny wyzwalacz z zabezpieczeniem zwarciovým (I)
LV	Niskie napięcie
LV-MDB	Rozdzielnica główna sieci niskiego napięcia
LV-SDB	Niskonapięciowa tablica rozdzielcza
LV fuse	Bezpiecznik niskiego napięcia
S	Wyzwalacz zwarciový krótkozwłoczny
T	Całkowita selektywność w zakresie do znamionowej maksymalnej zdolności zwarciovowej urządzenia zabezpieczającego przed i za.
TN [TN system]	System sieci TN
VDE	Verein Deutscher Ingenieure (Stowarzyszenie Inżynierów Niemieckich)
ZSI	Zone Selective Interlocking – Selektywność obszarowa (logiczna)

Tabela A- 2 Znaczenie symboli i skrótów

Symbol /odwołanie	Znaczenie
I^2t	Energia ograniczana
I_{cn}	Znamionowa zdolność zwarciowa
I_{cu}	Znamionowy wyłączalny zwarcioowy prąd graniczny (r.m.s.)
I_{cw}	Prąd znamionowy zwarcioowy krótkotrwały wytrzymywany (r.m.s.). Dopuszczalna wartość skuteczna spodziewanego prądu zwarcia przy założeniu, że prąd występuje ze stałą zwłoką czasową : 0.05 - 1.0s, 12 x I_n lub 5 kA dla $I_n \leq 2500$ A, 30 kA dla $I_n > 2500$ A
I_D	Prąd ograniczany
I_i	Wartość prądu bezzwłocznego wyzwalacza zwarcioowego
I_k	Prąd zwarcioowy
$I_{K MAX}$	Prąd zwarcioowy maksymalny
I_{rated}	Prąd znamionowy
I_P	Prąd zadziałania
I_r	Wartość prądu wyzwalacza przeciążeniowego
I_s	Prąd graniczny selektywności, najwyższa wartość prądu, dla której zabezpieczenia są selektywne
I_{sd}	Wartość prądu krótkozwłocznego wyzwalacza zwarcioowego
K_{t-l}	Współczynnik przesunięcia charakterystyki
t_A	Margines bezpieczeństwa – odstęp czasowy
t_i	"Wirtualny" czas wyzwolenia członu zwarcioowego I; najwyższy czas zadziałania związany z znamionowym prądem wyzwalającym bezzwłocznym
t_r	Czas opóźnienia zwłocznego wyzwalacza przeciążeniowego (L)
t_{sd}	Czas opóźnienia krótkozwłocznego wyzwalacza zwarcioowego (S)
t_s	Czas przedłukowy bezpiecznika
t_{zSI}	Czas opóźnienia wszystkich wyłączników kompaktowych, które wykrywają zwarcie, ale nie otrzymują sygnału "blokującego", gdy aktywowany jest ZSI.
U_{LB}	Napięcie szczytowe łuku

Glosariusz

Wyłącznik ograniczający zwarcie

Zgodnie z PN-EN 60947-2 wyłącznikiem ograniczającym prąd jest wyłącznik automatyczny z czasem zwarcia dostatecznie krótkim, aby zapobiec osiągnięciu szczytowej wartości prądu zwarciovego.

Czas opóźnienia t_{ZSI}

Określony czas braku działania wszystkich wyłączników automatycznych, które wykrywają prąd zwarciovowy i / lub prąd zwarcia doziemnego i nie odbierają sygnału "zablokowanego", gdy aktywowana jest blokada selektywna strefy (ZSI).

Czas stopniowania

Czasami stopniowania nazywamy wymagane odstępy pomiędzy czasami opóźnień poszczególnych wyłączników w celu osiągnięcia selektywności czasowej.

Doziemienie

Niezamierzone przewodzące połączenie, potencjalnie wywołane łukiem elektrycznym, pomiędzy zewnętrznym przewodem lub izolowanym przewodem neutralnym do ziemi lub do uziemionych elementów.

Prąd ziemnozwarciowy

Prąd będący skutkiem zwarcia doziemnego z powodu awarii lub nieprawidłowego połączenia w obwodzie elektrycznym

Wyzwalacz I

Nadprądowy, bezzwłoczny wyzwalacz elektromagnetyczny do realizacji zabezpieczenia zwarciovego bezzwłocznego

Wartość I^2t

Wartość I^2t jest termiczną wartością spodziewanego lub ograniczonego prądu zwarcia.

Wyzwalacz L

Wyzwalacz przeciążeniowy zwłoczny do realizacji zabezpieczenia przeciążeniowego

Funkcja zabezpieczeniowa LSI

Funkcja zabezpieczeniowa LSI jest kombinacją kilku typów wyzwalaczy. Wyłączniki z funkcją zabezpieczeniową LSI mają następujące wyzwalacze:

- Wyzwalacz nadprądowy przeciążeniowy (L)
- Electroniczny wyzwalacz zwarciový zwłoczny (S)
- Elektromagnetyczny wyzwalacz zwarciový bezzwłoczny (I)

Przetężenie

Prąd, który przekracza prąd znamionowy, jak określono w IEC / DIN EN 60947-1, 2.1.4

Przeciążenie

Warunki działania w nieuszkodzonym elektrycznym obwodzie, które powodują przetężenie, jak określono w IEC / DIN EN 60947-1, 2.1.7

Prąd przeciążeniowy

Przetężenie, które występuje w nieuszkodzonym obwodzie elektrycznym, jak określono w IEC / DIN EN 60947-1, 2.1.8

Spodziewany prąd I_p

Spodziewany prąd, który by płynął w przypadku zamiany wyłącznika przewodnikiem o pomijalnej impedancji. Spodziewany prąd wyraża wartość prądu zwarciový, który płynąłby bez wyłącznika.

Prąd znamionowy I_n

Prąd znamionowy wyłączników jest równoważny znamionowemu prądowi ciągłemu (I_u) (patrz 4.3.2.4 IEC 60947-1) i prądowi cieplnemu (I_{th}).

Znamionowy prąd roboczy I_e

Znamionowy prąd roboczy urządzenia jest określony przez producenta i związany ze znamionowym napięciem roboczym, częstotliwością znamionową, kategorią użytkowania i typem obudowy (jeśli dotyczy).

Znamionowe napięcie robocze U_e

Wartość napięcia, do której odnoszą się zdolności załączania, wyłączania i kategorii użytkowania wyłącznika.

Wyłącznik może mieć więcej niż jedno znamionowe napięcie robocze.

Znamionowa zdolność zwarciova I_{cn}

Prąd zwarciovy określony przez producenta, jaki wyłącznik może bezpiecznie przerwać przy znamionowym napięciu roboczym U_e , częstotliwości znamionowej i zdefiniowanym współczynniku mocy (lub stałej czasowej).

Znamionowa zdolność zwarciova obowiązuje dla napięć przemiennych lub do określonej stałej czasowej w przypadku napięć stałych. Wyrażona jest prądem spodziewanym I_p (lub poprzez wartość rms składowej AC) w określonych warunkach.

Prąd znamionowy zwarciovy krótkotrwały wytrzymywany I_{cw}

Wartość składowej AC spodziewanego prądu zwarciowego, który wyłącznik jest w stanie przewodzić przez określony okres czasu, np. od 0,05 s do 1 s (prąd 1-sekundowy).

Wysoki znamionowy prąd zwarciovy krótkotrwały wytrzymywany zwykle cechą wyłącznika kategorii użytkowania B.

Znamionowy wyłączalny zwarciovy prąd graniczny I_{cu}

Graniczna wartość znamionowej zdolności zwarciovej I_{cn} .

Znamionowy wyłączalny prąd graniczny jest maksymalną wartością prądu zwarciowego, jaki urządzenie zabezpieczające jest w stanie przerwać zgodnie z przepisami.

Znamionowy prąd ciągły I_u

Znamionowy prąd ciągły urządzenia jest określany przez producenta i odnosi się do prądu, jaki urządzenie może stale przewodzić.

Prąd zadziałania, wyzwacz I

Gdy ta granica prądu zostanie przekroczona, wyłącznik wyzwala natychmiastowo.

Prąd zadziałania, wyzwacz L

Gdy ta granica prądu ciągłego zostanie przekroczona w ciągu określonego przedziału czasowego, wyłącznik wyzwoli (ze zwłoką czasową).

Prąd zadziałania, wyzwacz S

Gdy ta granica prądu zostanie przekroczona, wyłącznik wyzwoli po określonej zwłoce czasowej.

Prąd zadziałania, krótka zwłoka

Gdy ta granica prądu zostanie przekroczona, wyłącznik wyzwoli po określonej zwłoce czasowej.

Wyzwalacz S

Elektroniczny wyzwalacz zwarciový krótkozwłóczy do realizacji zabezpieczenia zwarciového.

Zwarcie

Przypadkowe lub zamierzone połączenie przewodzące pomiędzy dwoma lub więcej elementami przewodzącymi wymuszające elektryczną różnicę potencjałów pomiędzy tymi elementami przewodzącymi równą lub bliską zeru, jak określono w IEC / DIN EN 60947-1, 2.1.5

Prąd zwarciový

Prąd przetężeniowy będący skutkiem zwarcia z powodu awarii lub nieprawidłowego połączenia w obwodzie elektrycznym, jak określono w IEC / DIN EN 60947-1, 2.1.6

Wyzwalacz

Element podłączony do aparatu łączeniowego (wyłącznika), który obsługuje mechaniczny system wyzwalań wyłącznika i otwiera wyłącznik przy przekroczeniu określonych zmiennych (np. prąd, napięcie).

Prąd zadziałania wyzwalacza przeciążeniowego

Wartość prądu, przy której wyzwalacz zadziała w ciągu pewnej ilości czasu.

Prąd wyzwolenia, bezzwłóczy

Gdy ta granica prądu zostanie przekroczona, wyłącznik bezzwłócznie wyzwala.

Prąd wyzwolenia, przeciążenie

Gdy ta granica prądu ciągłego zostanie przekroczona w ciągu określonego przedziału czasu, wyłącznik wyzwoli (ze zwłóką czasową).

Czas wyzwolenia

Okres czasu od chwili wyjścia komendy wyzwolenia do momentu, w którym komenda staje się nieodwołana (konceptja czasowa dla wyzwalań wyłączników).

Siemens Sp. z o.o.

Energy Management
ul. Żupnicza 11
03-821 Warszawa
tel.: +48 (22) 870 90 00
elektrotechnika.pl@siemens.com
www.siemens.pl/lmv

Edycja
2018

Zastrzegamy sobie prawo do zmian oraz do występowania błędów w druku. Informacje zawarte w niniejszym dokumencie zawierają jedynie ogólny opis, względnie cechy jakościowe, które w konkretnym przypadku nie zawsze będą odpowiadały zawartemu opisowi lub które mogą się zmienić w następstwie dalszego rozwoju produktu. Pożądane cechy jakościowe będą obowiązujące tylko przy pisemnym ich potwierdzeniu w kontrakcie.

Znaki towarowe wymienione w tym dokumencie należą do firmy Siemens AG, spółek powiązanych lub ich odpowiednich właścicieli.